



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA WEB DE LA VETERINARIA
DUEÑAS PARA IDENTIFICAR CASOS DE INSUFICIENCIA
RENAL MEDIANTE ÁRBOL DE DECISIONES**

**PRESENTADA POR
CARLOS ROBERTO ARANGUREN MILLA
ALEXANDER ANTONIO FLORES BERNARDO**

**ASESORES
AUGUSTO ERNESTO BERNUY ALVA
GENER VÍCTOR ZAMBRANO LOLI**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE COMPUTACIÓN Y
SISTEMAS**

LIMA – PERÚ

2021



CC BY-NC

Reconocimiento – No comercial

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, y aunque en las nuevas creaciones deban reconocerse la autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE COMPUTACIÓN Y
SISTEMAS**

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA WEB DE LA VETERINARIA
DUEÑAS PARA IDENTIFICAR CASOS DE INSUFICIENCIA
RENAL MEDIANTE ÁRBOL DE DECISIONES**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
COMPUTACIÓN Y SISTEMAS**

PRESENTADA POR

ARANGUREN MILLA, CARLOS ROBERTO

FLORES BERNARDO, ALEXANDER ANTONIO

ASESORES

DR. BERNUY ALVA, AUGUSTO ERNESTO

MAG. ZAMBRANO LOLI, GENER VÍCTOR

LIMA – PERÚ

2021

A Dios, a nuestras familias, familiares en el cielo, amigos y personas cercanas que nos han apoyado para seguir nuestros sueños.

Queremos agradecer a los ingenieros Augusto Bernuy y Gener Zambrano por las asesorías. Al doctor Luis Pedraza, gerente general de Hatun Uywa y al doctor Gustavo Pajuelo por la aceptación y apoyo al proyecto. Por último, a Víctor Morales y Ángel Irga por las recomendaciones dadas durante el desarrollo de este proyecto.

RESUMEN

Una enfermedad muy común en perros y gatos, que les afecta sin importar raza, sexo o edad, es la insuficiencia renal. Esta enfermedad tiene una sintomatología que puede ser confundida por otro tipo de dolencias, generalmente gástricos, que al tratarse tarde puede provocar daños irreversibles en la salud de la mascota e incluso la muerte.

El objetivo de la presente tesis fue de crear un módulo web de predicción que permita identificar los posibles casos de perros y gatos que estén sufriendo una insuficiencia renal a fin de mejorar el diagnóstico correspondiente a la enfermedad. Para desarrollar la solución se utilizaron las historias clínicas registradas en la veterinaria, se enlistó una serie de características y síntomas de la insuficiencia renal y conforme el análisis de los datos identificar cuáles de estas características y síntomas eran las más relevantes para la predicción mediante un árbol de decisiones. Se utilizaron los lenguajes de programación Python y PHP, sin dejar de lado la utilización de HTML al ser una solución web. Se utilizó la metodología ágil XP para el desarrollo del proyecto, mientras que para el análisis de los datos se utilizó CRISP-DM.

Palabras clave: Insuficiencia renal, Machine Learning, Árbol de decisiones, PHP, Python, Predicción, Veterinaria, Mascota

ABSTRACT

A common illness in cats and dogs, that affects them no matter the race, gender, or age, is kidney failure. This illness has a symptomatology that can be confused with other types of pain, mainly gastric, that when it is not treated early on can cause irreversible damage to the pets health including death.

The objective of the present thesis was to create a prediction web module that will allow the identification of possible cases of kidney failure in cats and dogs with the goal of bettering the diagnosis of such illness.

Registered clinical history at veterinary was used to develop this solution, listing a series of characteristics and symptoms of kidney failure and according to the analysis of the data identify which of these characteristics or symptoms were the most relevant to the prediction through the decisions tree. For the development of this project the programming languages that were used were Python and PHP, without excluding the use of HTML since it is a web-based solution. The agile method XP was used for development, while for data analysis CRISP-DM was used.

Keywords: Kidney Failures, Machine Learning, Decision Tree, PHP, Python, Prediction, Veterinary, Pet

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la mayoría de las familias en las regiones urbanas del país tienen al menos una mascota y en los últimos años hay un incremento en los gastos realizados en el cuidado de las mascotas. El aumento del interés por el cuidado animal es una realidad social que refleja también las carencias de herramientas tecnológicas en las veterinarias habilitadas en el país. (CPI, 2018)

La insuficiencia renal es una enfermedad común en perros y gatos dado por un problema en el funcionamiento de los riñones que puede presentarse en tan solo días como en años y posee una sintomatología que suele ser confundida con otro tipo de enfermedades, mayormente gástricos. (Leon, 2019)

Esto puede verse en la confusión de diagnósticos en casos de insuficiencia renal, siendo tratado en un inicio como otra afección por la similitud de síntomas, pero que posteriormente al no haber una mejora y con la ayuda de exámenes auxiliares para realizar el descarte de la enfermedad, resultaba ser un caso de insuficiencia renal. Si la enfermedad no es tratada a tiempo puede llegar a causar daños irreversibles para la mascota e incluso hasta mortal. (Martínez, Martínez, & Martínez, 2011)

Se solucionó el problema gracias al machine learning utilizando las historias clínicas registradas en la veterinaria y se determinaron las características y síntomas más relevantes. Dependiendo la edad, los síntomas presentados y los días que presenta los síntomas, la solución indica si la mascota puede o no estar sufriendo de una insuficiencia renal.

La estructura de la tesis contempla seis (6) capítulos. El primero, donde se sustenta la problemática encontrada en la Veterinaria Dueñas con respecto a la enfermedad, se plasman los objetivos, la justificación, viabilidad, alcance y limitaciones del proyecto. El segundo, se trata del marco teórico y antecedentes. El tercero, se detalla la metodología de la presente tesis. El

cuarto, trata sobre el desarrollo del módulo de predicción web. El quinto, indica los resultados de la investigación. El sexto, se hace una discusión en torno a los resultados.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la situación problemática	1
1.2. Definición del problema	5
1.3. Formulación del problema	5
1.4. Objetivos	5
1.5. Justificación de la investigación	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Antecedentes de la investigación	14
2.2. Bases teóricas	19
2.3. Definición de términos básicos	45
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	47
3.1. Diseño metodológico	47
3.2. Unidad de Análisis	60
3.3. EDT del proyecto	68
3.4. Desarrollo técnico de la solución	69
3.5. Cronograma	70
3.6. Ética	71
3.7. Seguridad	72

	Página
CAPÍTULO IV. DESARROLLO	74
4.1. Inicio del proyecto	74
4.2. Iteración I – Predecir insuficiencia renal	76
4.3. Iteración II – Ingresar datos	98
4.4. Iteración III – Visualizar datos	107
CAPÍTULO V. PRUEBAS Y RESULTADOS	117
5.1. Pruebas	117
5.2. Resultados	117
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	128
CONCLUSIONES	132
RECOMENDACIONES	133
ANEXOS	134
FUENTES DE INFORMACIÓN	251

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIGURAS	Página
Figura 1. Estadísticas encontradas en la Veterinaria Dueñas	2
Figura 2. Casos de historias clínicas con IR en la Veterinaria Dueñas	4
Figura 3. Tenencia de mascotas en el Perú a octubre del 2018	7
Figura 4. Viabilidad operativa	8
Figura 5. Viabilidad técnica	9
Figura 6. Costo de hardware	10
Figura 7. Costo de Software	10
Figura 8. Costo de Recursos Humanos	11
Figura 9. Costo de Otros	11
Figura 10. Resumen de aportes monetarios y no monetarios	11
Figura 11. Benchmarking	18
Figura 12. Mapa conceptual Inteligencia Artificial	21
Figura 13. Etapas de la Metodología CRISP – DM	25
Figura 14. Roles de la metodología XP	30
Figura 15. Modelo de historia de usuario	30
Figura 16. Modelo de ficha para tareas	31
Figura 17. Fases de la Metodología	32
Figura 18. Profesionales sanitarios que utilizan IA en 2019	34
Figura 19. Mortalidad de la IR en perros y gatos con edad avanzada	36
Figura 20. Reglas de negocio	45
Figura 21. Benchmarking de metodología tradicional vs ágil	47
Figura 22. Benchmarking de metodologías ágiles	48
Figura 23. Relación objetivos, variables y requerimientos	49
Figura 24. Roles XP	51
Figura 25. Arquitectura del proyecto	55
Figura 26. Arquitectura por capas	56
Figura 27. Diagrama de componentes	57
Figura 28. Diagrama de contexto	58

	Página
Figura 29. Diagrama de contenedor	59
Figura 30. Stakeholders	60
Figura 31. Diagrama AS-IS Proceso Consulta	62
Figura 32. Diagrama TO BE - Proceso Consulta	63
Figura 33. Diagrama AS-IS Proceso Diagnóstico y evaluación	64
Figura 34. Diagrama TO BE - Proceso diagnóstico y evaluación	65
Figura 35. Diagrama AS-IS Proceso Registro de datos	66
Figura 36. Diagrama TO BE - Proceso Registro de datos	67
Figura 37. EDT del proyecto	68
Figura 38. Relación actividades, objetivos y reglas de negocio	69
Figura 39. Cronograma	70
Figura 40. Lista de requerimientos	75
Figura 41. Plan de iteraciones	76
Figura 42. Creación del modelo de ML	78
Figura 43. Sentencia para exportar datos	78
Figura 44. Recorte de la data exportada	79
Figura 45. Lista de características y síntomas	80
Figura 46. Construcción del dataset	81
Figura 47. Diseño preliminar de modelo de datos	82
Figura 48. Análisis de la información	83
Figura 49. Importación de librerías	84
Figura 50. Lectura del dataset	85
Figura 51. Primeras columnas del dataset	85
Figura 52. Últimas columnas del dataset	86
Figura 53. Estadísticas del dataset	86
Figura 54. Histogramas	87
Figura 55. Variación de las características	88
Figura 56. Fórmula de la variación	89
Figura 57. Casos con heridas e insuficiencia renal	90
Figura 58. Matriz de correlación	90

	Página
Figura 59. Análisis de los datos por edad	91
Figura 60. Caja de bigotes	92
Figura 61. Aplicación de secuencias y creación de árbol de decisiones	93
Figura 62. Mejor estimación para el árbol de decisiones	94
Figura 63. Resultado de entrenamiento y test	94
Figura 64. Matriz de confusión – Entrenamiento	95
Figura 65. Matriz de confusión – Test	95
Figura 66. Árbol de decisiones	96
Figura 67. Modelo de base de datos final	97
Figura 68. Exportación de archivos	98
Figura 69. Historia de usuario 1	99
Figura 70. Caso de uso - Ingresar datos	99
Figura 71. CRC 1	100
Figura 72. Vista de formulario de predicción	101
Figura 73. Obtención de valores	102
Figura 74. Cargar modelo	102
Figura 75. Arreglo de datos	103
Figura 76. Función Request	103
Figura 77. Codificación de los checkbox	104
Figura 78. Validación de inputs	105
Figura 79. Función Exec	106
Figura 80. Botones con los datos	106
Figura 81. Heroku en PHP y Python	107
Figura 82. Historia de usuario 2	108
Figura 83. Historia de usuario 3	108
Figura 84. Casos de uso - Visualización de resultados	109
Figura 85. CRC 2	109
Figura 86. Vista de resultados para los veterinarios	110
Figura 87. Vista del registro de las historias clínicas	110
Figura 88. Vista de resultados para los clientes	111

	Página
Figura 89. Guardar datos de insuficiencia	112
Figura 90. Botón de nuevo registro	112
Figura 91. Sentencia para obtener los resultados	113
Figura 92. Mostrar los síntomas	114
Figura 93. Select para insuficiencia	115
Figura 94. Correo para los clientes	116
Figura 95. Cantidad de casos identificados	118
Figura 96. Uso del sistema en la veterinaria	118
Figura 97. Equipo de la Veterinaria Dueñas	119
Figura 98. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 1	120
Figura 99. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 2	121
Figura 100. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 3	121
Figura 101. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 4	122
Figura 102. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 5	123
Figura 103. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 6	123
Figura 104. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 7	124
Figura 105. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 8	124
Figura 106. Satisfacción de los médicos veterinarios	126
Figura 107. Relación Objetivos – Resultados	127
Figura 108. Relación Resultados – Discusión	131

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

La insuficiencia renal (IR), es una de las enfermedades más comunes en gatos y perros, es un problema de los riñones que no pueden realizar el filtro adecuado de sustancias tóxicas presentes en la sangre. (Leon, 2019) Esta enfermedad puede manifestarse en días o pocas semanas (insuficiencia renal aguda o IRA), generalmente provocado por la ingesta de algún producto, sustancia o medicamento que está provocando el fallo renal en el animal; como también puede presentarse a lo largo de varios años (insuficiencia renal crónica o IRC) y en animales con edades avanzadas puede llegar a ser mortal. (Leon, 2019)

Es por eso que, en la Veterinaria Dueñas, ubicada en Jr. Crespo y Castillo 1872, Cercado de Lima, se busca detectar a tiempo la enfermedad a través de los síntomas que están registrados en sus historias clínicas.

En el 2019 en la veterinaria se realizó el desarrollo e implementación de un sistema web para registrar los datos de los dueños, las mascotas y las historias clínicas de los animales que se atiendan en el establecimiento. Esto permitió tener una mejor gestión de la información de 623 perros y 195 gatos registrados, siendo un total de 818 mascotas como población para esta investigación.

Si bien pueden buscar mucho más rápido las historias clínicas de una mascota y realizar un diagnóstico dependiendo de los síntomas que presenta el animal como las que ha venido presentando en su historia, muchas veces los síntomas de la IR suelen ser confundidos con el de otras enfermedades, por ejemplo, con problemas gástricos ya que el animal

come menos o toma menor cantidad de agua, presenta vómitos o a ingerido algún producto o sustancia que le está ocasionando el mal.

En las historias clínicas hay 17 casos diagnosticados como gastritis, de los cuales 5 resultaron ser IR. De 79 casos diagnosticados como gastroenteritis, 17 eran IR. Hay 4 casos diagnosticados como infección urinaria, 2 resultaron ser IR.

Además, se debe tomar en cuenta que los problemas renales se manifiestan en mayor probabilidad en gatos (1 de cada 3) que en perros (1 de cada 10). Esto es muy considerado en el diagnóstico, como se puede ver en los 9 casos diagnosticados directamente como insuficiencia renal, de los cuales 1 es perro y 8 son gatos. (Ver Figura 1)

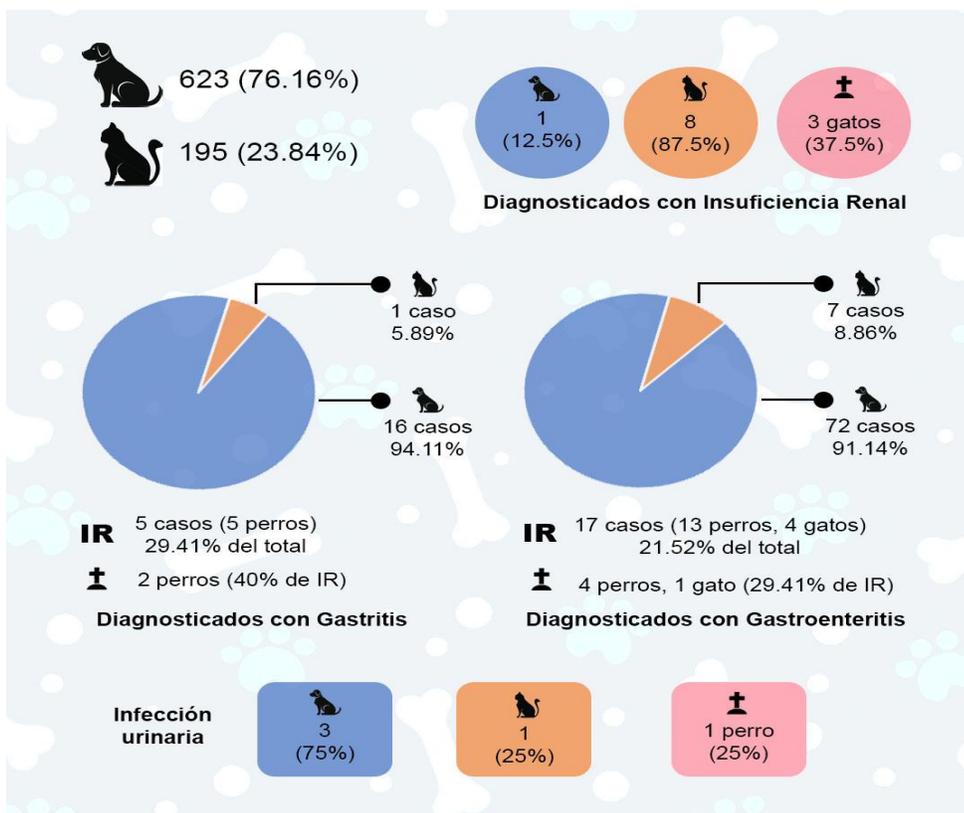


Figura 1. Estadísticas encontradas en la Veterinaria Dueñas

Elaboración: Los autores

Cada caso de cada uno de los animalitos registrados es una historia distinta, por ejemplo, los casos de Osita, Venus y Peluchín. Osita, una perra de 16 años, tenía síntomas de vómitos, poco apetito y tomaba poca cantidad de agua, por negligencia de los dueños recién acudieron a la veterinaria 47 días después de que se encontrara con estos síntomas. Se le diagnosticó una gastroenteritis, posteriormente se descubrió que era IR. Lamentablemente Osita murió debido al avance de la enfermedad y su edad. En el caso de Venus, una gata de 6 años, bien cuidada y alimentada, pero habría sufrido una mala praxis en su esterilización en otra veterinaria, sufrió un tiempo de cálculos cuando tenía 4 años. Comenzó a sufrir de estreñimiento, lo que se le asoció a la ingesta de plantas que la mayoría de los perros y gatos consumen para purgarse o simplemente les gusta el sabor, es así como se le trató como estreñimiento, por ese motivo no quería comer ni tomar agua, al poco tiempo le dio ataxia y falleció debido a complicaciones por insuficiencia renal. Por último, Peluchín es el caso que demuestra que la actuación rápida ante las sospechas de IR llevará a una mejora gradual y efectiva del animal, este perrito de 4 años llegó a la veterinaria y al no estar comiendo, vómitos constantes y nulo consumo de agua. Se le diagnosticó IRC, se le hicieron los exámenes auxiliares correspondientes confirmando las sospechas. Se le trató con antibióticos y un cambio de alimentación especial.

En la veterinaria se obtuvo el registro de 1471 historias clínicas de todos los perros y gatos desde abril del 2019 a febrero del 2021. De estos se encontró que 118 historias se trataban de insuficiencia renal. (Ver Figura 2)

DESCRIPCIÓN	GATO	PERRO
Cachorro/Joven	0-2 años	0-2 años
Joven Maduro	3-6 años	3-5 años
Maduro	7-10 años	6-8 años
Adulto Mayor	11-14 años	9-11 años
Geriátrico	> 15 años	>12 años

DESCRIPCIÓN	GATO	PERRO	AÑO
Cachorro/Joven			2019
Joven Maduro	2		
Maduro		1	
Adulto Mayor		1	
Geriátrico		6	
Cachorro/Joven	9	5	2020
Joven Maduro	12	10	
Maduro	12	5	
Adulto Mayor	2	5	
Geriátrico		6	
Cachorro/Joven	4	1	2021
Joven Maduro		1	
Maduro		1	
Adulto Mayor		2	
Geriátrico			
Total historias	85		

*Falta verificar edad: 31 *Falta verificar fecha: 2

*Total real: 118 historias

Figura 2. Casos de historias clínicas con IR en la Veterinaria Dueñas

Elaboración: Los autores

Se debe tener en cuenta la confusión de los síntomas con otras enfermedades, el error humano al momento de tomar una decisión (diagnosticar), ya que la insuficiencia renal puede presentarse en solo días, así como de manera tardía, y es una de las enfermedades más comunes que aparecen en perros y gatos. No hay distinción en edad ni de raza, pero es más riesgoso y hasta mortal en animales de edades avanzadas. (Hafelin, 2008)

Para ello, se plantea que se optimice el sistema web actual de la veterinaria a fin de que se pueda identificar, prevenir y atender de manera oportuna los casos de insuficiencia renal.

1.2. Definición del problema

Los síntomas de la insuficiencia renal pueden ser confundidos con los de otras enfermedades por lo que el diagnóstico de los veterinarios puede ser tardía o errónea, por esta razón, en la veterinaria Dueñas buscan la manera de identificar, de manera oportuna, qué animal puede estar padeciendo esta enfermedad.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo se puede identificar de manera oportuna los casos, en perros y gatos registrados en el sistema web de la Veterinaria Dueñas, que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las variables y síntomas que se deben tomar en cuenta para identificar si un animal posiblemente esté sufriendo de una insuficiencia renal?
- b. ¿Cómo reducir el diagnóstico tardío o erróneo y detectar de manera temprana la insuficiencia renal?
- c. ¿De qué forma podrán los veterinarios visualizar los resultados y las historias clínicas correspondientes a los casos con insuficiencia renal?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Crear un módulo web de predicción para identificar los casos de perros y gatos de la Veterinaria Dueñas que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal mediante árbol de decisiones.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar las variables relacionadas, y los síntomas principales que pueden ser indicio de una insuficiencia renal.
- b. Desarrollar el árbol de decisiones mediante machine learning que permita identificar si un perro o gato está sufriendo de insuficiencia renal para mejorar el diagnóstico veterinario.
- c. Integrar el módulo web de predicción al sistema actual de la veterinaria para visualizar los resultados y las historias clínicas de los casos con insuficiencia renal.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Importancia de la investigación

La realidad actual del país nos muestra un crecimiento de la cantidad de familias que tienen mascotas, y el aumento en el interés por el cuidado de estas (Ver figura 3). No está relacionada al crecimiento poblacional del país, sino por la importancia que es la mascota en la vida de sus dueños, es considerado un miembro importante del hogar, y se refleja en el promedio mensual del costo en cuidado de los amigos de 4 patas. Esto tiene relación con la investigación realizada para la presente tesis en la que en los resultados se aprecia que la mayoría de las personas encuestadas, para determinar cuánto estaría dispuesta a gastar por la salud de su mascota, indicaron que no escatimarían en costos o están dispuestos a desembolsar una cantidad considerable.

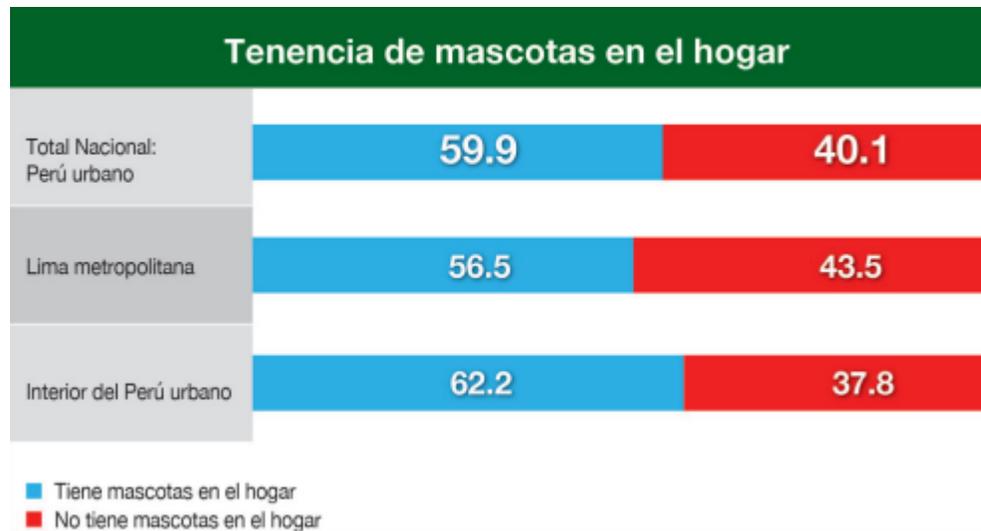


Figura 3. Tenencia de mascotas en el Perú a octubre del 2018

Fuente: (CPI, 2018)

En este aspecto la Veterinaria Dueñas, buscó una solución para identificar la insuficiencia renal en gatos y perros, y buscó mejorar la atención a sus clientes, siendo una parte importante de la comunidad de Mirones Alto y Mirones Bajo, más allá del interés económico.

El uso del machine learning en la medicina ha ayudado de manera notable en las decisiones médicas en distintas especialidades debido a que ayuda a reducir la incertidumbre del proceso de diagnóstico. Es por ello por lo que se desarrolló una herramienta utilizando síntomas principales de la enfermedad y los registros de las historias clínicas, con el fin de ayudar al veterinario a decidir con mayor rapidez la realización de exámenes auxiliares en caso sea necesario para realizar un descarte e informarle a la familia. Mientras más pronto se identifique la enfermedad se evitarán daños irreversibles y hasta la muerte de la mascota.

Cabe resaltar, que en Mirones Alto y Mirones Bajo no existe alguna veterinaria que tenga algún sistema de gestión, exceptuando la

Veterinaria Dueñas, y en el país solo las clínicas veterinarias grandes son las que tienen las herramientas necesarias para realizar análisis y diagnósticos especializados, pero en el sector veterinario, el nivel de investigación tecnológica a nivel nacional aún es bajo.

1.6. Viabilidad de la investigación

1.6.1. Tipos de Viabilidad

1.6.1.1. Viabilidad operativa

El proyecto cuenta con los autores de la tesis como las personas capacitadas para realizar la investigación, el desarrollo de la solución y la implementación quienes ya desarrollaron el sistema web actual de la veterinaria. El apoyo del médico veterinario, dueño de la Veterinaria Dueñas, es un aporte importante para poder verificar los datos y la adquisición de los requerimientos. (Ver figura 4)

Persona	Rol	Funciones
Carlos Aranguren	Gestor y Desarrollador	Gestionar el proyecto, diseño y elaboración del producto
Alexander Flores	Analista	Análisis de requerimiento y datos
Luis Pedraza	Dueño del establecimiento	Brindar la información y requerimientos necesarios

Figura 4. Viabilidad operativa

Elaboración: Los autores

1.6.1.2. Viabilidad técnica

Se realizará el análisis de los datos encontrados en las historias clínicas del sistema web de la veterinaria que están en una base de datos MySQL y Apache como servidor web, y mediante árbol de decisiones se podrá obtener resultados de si un animal está padeciendo o no de

insuficiencia renal. Se trabajará en python usando Google Colab para la creación del árbol de decisiones y Spyder para integrarlo usando HTML junto con PHP, para esto se utilizará Sublime Text y para poder subir el servicio del módulo se utilizará Heroku ya que permite la funcionalidad entre PHP y Python al mismo tiempo; para todo el desarrollo el equipo de trabajo cuenta con una computadora propia donde realizará el desarrollo y pruebas del sistema.

La veterinaria cuenta con una computadora Core i5, 500 GB de disco duro y 8GB de RAM, siendo suficiente para que sea utilizada como servidor. (Ver figura 5)

		Herramienta	Cantidad	Características
Hardware	Equipo de trabajo	Computadora	1	Core i7, Ram 16 GB y 1TB HDD Para el desarrollo y pruebas
	Veterinaria	Computadora	1	Core i5, Ram 8GB y 500GB HDD
Software		Google Colab	1	Entorno virtual de programación Phyton
		Heroku	1	Servicio en nube web
		HTML	1	Marco de elaboración de páginas web
	Equipo de trabajo	PHP	1	Lenguaje de programación
		Python	1	Lenguaje de programación
		Sublime Text	1	Software de desarrollo web
		Spyder	1	Software de desarrollo en python
		Google Drive	1	Repositorio
		Hosting	1	Mediante Hostinger
	Veterinaria	Dominio	1	Propio de la veterinaria
	Sistema web	1	Sistema de gestión web	
Otros	Veterinaria	Papel Bond A4	2	Paquete de 500 hojas
		Tinta negra	1	Impresora Epson

Figura 5. Viabilidad técnica

Elaboración: Los autores

1.6.1.3. Viabilidad económica

Si bien un proyecto como este puede llegar a tener un presupuesto alto y quizá no alcanzable para una veterinaria local, hay que tener en cuenta que el presupuesto se ha clasificado en dos “Aporte Monetario”, en el cual se incluyen los gastos que se deben realizar y “Aporte no monetario”, donde se contabiliza las herramientas y equipos ya existentes (por lo que no se necesita pagar por ellos) y el aporte de los tesistas pues es un trabajo sin fines de lucro. En total, el proyecto tiene un costo de S/ 11420.00, de los cuales solo S/ 560.00 es el verdadero aporte monetario que se realizará. (Ver figuras 6, 7, 8, 9 y 10)

		Descripción	Tipo de Aporte	Costo
Hardware	Equipo de trabajo	Computadora	No monetario	S/ 4,100.00
	Veterinaria	Computadora	No monetario	S/ 2,200.00

*Equipos

Figura 6. Costo de hardware

Elaboración: Los autores

		Descripción	Tipo de Aporte	Meses	Costo x Mes	Costo Total
Software	Equipo de trabajo	Google Colab	No Monetario	4	S/ -	S/ -
		Heroku	No Monetario	4	S/ -	S/ -
		HTML	No Monetario	4	S/ -	S/ -
		PHP	No Monetario	4	S/ -	S/ -
		Python	No Monetario	4	S/ -	S/ -
		Sublime Text	No Monetario	4	S/ -	S/ -
		Google Drive	No Monetario	4	S/ -	S/ -
	Veterinaria	Hosting + dominio (anual) *Instalaciones	Monetario	1	S/ 250.00	S/ 250.00

Figura 7. Costo de Software

Elaboración: Los autores

Equipo de trabajo	Horas al mes	Pago por hora	Meses	Total
Aranguren	32	S/ 20.00	4	S/2,560.00
Flores	32	S/ 20.00	4	S/2,560.00
Total			S/	5,120.00

Figura 8. Costo de Recursos Humanos

Elaboración: Los autores

		Descripción	Tipo de Aporte	Costo
Otros	Veterinaria	Papel Bond A4	Monetario	S/ 25.00
		Tinta negra	Monetario	S/ 35.00
		Pasajes a tesistas	Monetario	S/ 250.00

Figura 9. Costo de Otros

Elaboración: Los autores

ITEM	TOTAL	APORTE TESISTAS		APORTE VETERINARIA	
		MONETARIO	NO MONETARIO	MONETARIO	NO MONETARIO
EQUIPOS	S/ 6,300.00	S/ -	S/ 4,100.00	S/ -	S/ 2,200.00
INSTALACIONES	S/ 250.00	S/ -	S/ -	S/ 250.00	S/ -
EQUIPO DE TRABAJO	S/ 5,120.00	S/ -	S/ 5,120.00	S/ -	S/ -
PASAJES Y VIÁTICOS	S/ 250.00	S/ 250.00	S/ -	S/ -	S/ -
DOCUMENTACIÓN	S/ 60.00	S/ -	S/ -	S/ 60.00	S/ -
TOTAL	S/ 11,980.00	S/ 250.00	S/ 9,220.00	S/ 310.00	S/ 2,200.00
TOTAL MONETARIO	S/	560.00	TOTAL NO MONETARIO	S/	11,420.00

Figura 10. Resumen de aportes monetarios y no monetarios

Elaboración: Los autores

1.6.2. Alcance y limitaciones

1.6.2.1. Alcance

El alcance del proyecto está determinado a las necesidades, según lo observado y conversado, con el dueño de la Veterinaria Dueñas:

- a. El proyecto se enfocará solo en la insuficiencia renal de manera general (no indicará si es crónica o aguda) en gatos y perros.
- b. Se utilizarán los registros de las mascotas y sus historias clínicas que se encuentran en el sistema web de la Veterinaria Dueñas.
- c. No se utilizarán los registros de productos, inventario, caja, vacunas, desparasitaciones, baños y cortes.
- d. Visualización de los resultados de cada mascota.
- e. El sistema solo será utilizado por los veterinarios.
- f. El sistema solo será utilizado dentro de las instalaciones de la veterinaria.
- g. Necesidades y requerimientos brindados por la Veterinaria Dueñas.

1.6.2.2. Limitaciones

1.6.2.2.1. Limitación geográfica

El proyecto se limitará a la Veterinaria Dueñas, ubicada en Jr. Crespo y Castillo 1872, Cercado de Lima.

1.6.2.2.2. Limitación de tiempo

El proyecto tiene como fecha límite de entrega el día 13 de junio del 2021.

1.6.2.2.3. Limitaciones de recursos

a. Materiales

Los equipos de cómputo que se utilizarán para el desarrollo son de los autores.

b. Humanos

El desarrollo será acabo por los autores: Carlos Roberto Aranguren Milla y Alexander Antonio Flores Bernardo.

c. Financieros

El aporte monetario no debe ser mayor a S/. 2500.00 soles ya que la veterinaria es un establecimiento pequeño.

1.6.2.2.4. Limitaciones de información

No se contemplará otra enfermedad que no sea la insuficiencia renal y la información utilizada será la de las historias clínicas registradas en el sistema web actual de la veterinaria y se validarán los datos con el veterinario.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

a. Modelo de minería de datos usando Machine Learning con reconocimiento de patrones de síntomas y enfermedades respiratorias en las historias clínicas para mejorar el diagnóstico de pacientes en la ciudad de Trujillo 2016 – Universidad César Vallejo

En esta tesis se explica cómo se puede mejorar los diagnósticos realizados por los médicos en la ciudad de Trujillo usando un árbol de decisión, un modelo de machine learning.

El proyecto que los tesisistas de la UCV plantean se explica por la teoría relacionada al tema del “error médico” por una intuición equivocada de los síntomas presentados puede llevar a un diagnóstico erróneo, por lo que el tratamiento para la mejora de los pacientes no será la adecuada. Para poder dar un diagnóstico correcto se debe tener en cuenta elementos que apoyarán a la intuición médica, aquí es donde entra a tallar las historias clínicas.

Los objetivos planteados son:

- Mejorar el diagnóstico de pacientes en la ciudad de Trujillo con el desarrollo de un modelo de minería de datos con reconocimiento de patrones de síntomas y enfermedades respiratorias.
- Identificar los escenarios y características de las enfermedades y síntomas.
- Reducir el tiempo de diagnosticar enfermedades en un paciente.
- Acertar los diagnósticos con el modelo de minería de datos.

Para ello recolectaron la información de la encuesta de ENSUSALUD de la ciudad de Trujillo que buscaba la satisfacción del usuario. Identificaron los síntomas (y clasificaciones) de 6 enfermedades respiratorias, siendo relacionadas por una tabla matriz que ayuda a la identificación del mejor diagnóstico según los síntomas que presenta el paciente. (Medrano, 2016)

b. Comparación entre regresión logística y redes neuronales para predecir cáncer de piel en perros

Esta tesis está enfocada a la medicina veterinaria, indicando como en la actualidad hay un fuerte vínculo de las personas con sus mascotas, por lo que es muy difícil aceptar su muerte. Este caso se trata de detectar a tiempo el cáncer de piel por el aumento de casos de muertes por esta enfermedad. Se explica como ciertas características del animal pueden ser influyentes en la aparición de esta enfermedad, por ejemplo, el aumento de los casos cuando la raza es mestiza comparada con una probabilidad menor si el animal es de raza pura.

Si bien, en esta tesis se trata de comparar ambas herramientas de predicción para establecer cuál es un buen indicador para ayudar en la salud de los perros, su análisis de datos y su desarrollo es muy importante para tener una base de cómo se debería seguir unos lineamientos de acuerdo a las características de los animales y el establecer valores numéricos, estableciendo el 0 o 1, por ejemplo, si tiene dermatitis es 1, si no tiene es 0, de igual manera en el albinismo; pero, también se aplica en rangos, si tiene un rango de edad de 0 a 10 años se le asignó 0 y mayor a 10 años se le asignó 1.

Esto ayuda mucho a poder establecer parámetros de decisión mucho más rápidas y eliminar variables innecesarias. (Chávez, 2019)

2.1.2. Antecedentes internacionales

a. Algoritmo de aprendizaje automático como herramienta de diagnóstico del hipoadrenocorticismismo en perros – Domestic Animal Endocrinology

Krystle Reagan y Chen Gilor, veterinarios de la Universidad de California, crearon un algoritmo que permite salvar a los perros de una muerte muy rara y mortal que afecta a 3 de cada 1000, la enfermedad de Addison. Este algoritmo utiliza la inteligencia artificial para poder detectar la enfermedad mediante los síntomas que van apareciendo, debido a que puede pasar desapercibida durante varios años pues los síntomas con los que se inicia son leves y suelen ser confundidos con otras enfermedades como una enfermedad renal o intestinal.

Se realizó la prueba a más de mil perros atendidos en la veterinaria de la Universidad de California (UC Davis), con lo que la IA pudo determinar patrones con una alta precisión.

El sistema genera una alerta utilizando la información que se tiene de las pruebas de orina y análisis de sangre (estos en las historias clínicas); este informa a los veterinarios que el animal tiene una probabilidad de sufrir la enfermedad de Addison según los síntomas que los perros han estado manifestando a través del tiempo. Si la probabilidad es alta, permitirá que los veterinarios puedan realizarles las pruebas de diagnóstico correspondientes para descartar esta enfermedad mortal y salva la vida del animal. (Reagan, 2020)

b. Sistema inteligente de ayuda a la decisión para el diagnóstico temprano de la Meningitis

La tesis habla sobre la inflamación de las meninges y como esta enfermedad es causada por diferentes bacterias o virus, además de traumatismos y daños en la cabeza. Esta enfermedad tiene diferentes síntomas y lo que se plantea es que se realice un sistema inteligente que permita identificar los casos de meningitis según los síntomas que presenta el paciente, por ejemplo, dolor de cabeza, fiebre, vómitos, convulsiones, rigidez en el cuello, coma, etc. En esta tesis se tienen en consideración algunas variables que se pueden relacionar con la enfermedad como la zona en la que vive el paciente, la edad, el sexo, si tuvo o está en coma, el número de linfocitos, proteínas y leucocitos que tenga según sus análisis y el tipo de agente causante. La idea es clasificar mediante un árbol de decisiones que ha sido generado con el código y los datos administrados cada uno de los casos en 3: confirmado, descartado y No disponible. (Lélis, 2020)

2.1.3. Comparación entre proyectos

De los antecedentes de las investigaciones internacionales e nacionales se hizo una comparación de proyectos. (Ver figura 11)

Título	Enfermedad	Tipo	Técnicas	Datos	Procesos
Modelo de minería de datos usando Machine Learning con reconocimiento de patrones de síntomas y enfermedades respiratorias en las historias clínicas para mejorar el diagnóstico de pacientes en la ciudad de Trujillo (Trujillo, Perú)	Enfermedades respiratorias	Humano	Árbol de decisiones Minería de datos	Historias clínicas	Identifica los síntomas de diferentes enfermedades, posteriormente analiza los datos encontrados, se coloca Sí (si tiene el síntoma) y No (si no lo tiene), crean mediante los datos automáticamente el árbol de decisiones
Comparación entre regresión logística y redes neuronales para predecir cáncer de piel en perros (Lima, Perú)	Cáncer de piel	Veterinario	Regresión logística Redes neuronales Minería de datos	Registros de laboratorio	Identifica las características de los perros más propensos a sufrir la enfermedad, las características del entorno y los síntomas. Trata de comparar dos herramientas para predecir la enfermedad. Coloca los valores como 1 y 0.
Algoritmo de aprendizaje automático como herramienta de diagnóstico del hipoadrenocorticismos en perros – Domestic Animal Endocrinology (California, Estados Unidos)	Hipoadrenocorticismos	Veterinario	Árbol de decisiones Minería de datos	Exámenes de sangre y orina	Identifica los valores de los análisis recopilados por la Universidad de California y mediante las características de cada perro y los resultados se diagnosticará (identificará) si un perro sufre la enfermedad
Sistema inteligente de ayuda a la decisión para el diagnóstico temprano de la Meningitis (Málaga, España)	Meningitis	Humano	Árbol de decisiones Minería de datos	Historias clínicas	Identifica los síntomas, características y los resultados de los exámenes auxiliares de las personas registradas.
Optimización del sistema web de la Veterinaria Dueñas para identificar casos de insuficiencia renal mediante árbol de decisiones (Lima, Perú)	Insuficiencia Renal	Veterinario	Árbol de decisiones Minería de datos	Historias clínicas	Identifica los síntomas y características (edad y días de síntomas) de los gatos y perros. Si tiene un síntoma se le colocará 1 y si no tiene será 0. Evalúa cuáles son los síntomas con mayor relevancia y con ellos se realizará la predicción.

Figura 11. Benchmarking

Elaboración: Los autores

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Técnicas modernas

2.2.1.1. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) es una rama de las ciencias de computación que permite crear sistemas capaces de realizar tareas complejas emulando a la inteligencia humana. Son muchas las aplicaciones en las que se utiliza la IA, principalmente: el reconocimiento de imágenes, apoyo a la toma de decisiones y diagnóstico de enfermedades, y en la traducción de textos. (Foro consultivo científico y tecnológico, 2018)

Los estudios y la relevancia de la IA aumentan considerablemente cada año, esto se ve reflejado en la creciente curva de la cantidad de publicaciones en materia de investigación sobre la IA. En el Artificial Intelligence Index Report 2021, las publicaciones sobre la IA aumentaron de menos de 1% en 1998 a un 3.8% en el 2019. (Human-Centered Artificial Intelligence, 2021)

La inteligencia artificial, es importante para la ayuda en las decisiones médicas en distintas especialidades como diagnóstico por imagen, dermatología, laboratorios y en el diagnóstico de enfermedades. (Benavent, Colomer, Quecedo, Gol-Monserrat, & Del Llano, 2020)

2.2.1.2. Machine Learning

El aprendizaje computacional o machine learning es un campo de la IA, que ha ganado mucha notoriedad en los últimos años, el cual permite realizar tareas a partir de una serie de ejemplos de un caso determinado. (Gonzalo, 2019).

2.2.1.3. Tipos de aprendizaje en Machine Learning

Se desarrollan algoritmos que hacen que las máquinas puedan aprender por su cuenta y responder a determinadas preguntas con bastante certeza. Para desarrollar estos algoritmos, existen dos modalidades: aprendizaje supervisado y no supervisado. (Sandoval, 2018)

2.2.1.4. Aprendizaje Supervisado

El aprendizaje supervisado entrena al algoritmo otorgándole las preguntas, denominadas características, y las respuestas, denominadas etiquetas.

Esto se hace con la finalidad de que el algoritmo las combine y pueda hacer predicciones.

Regresión: Es uno de los algoritmos del aprendizaje supervisado, se utiliza en aprendizaje automático y estadística el cual consiste en dibujar una recta la cual indicará la tendencia de un grupo de datos continuos (números), y si fuesen discretos (cadenas de texto), se utilizaría regresión logística. (Kelleher, Mac Namee, & D'Arcy, 2015)

Clasificación: Los algoritmos de clasificación como su nombre lo indica busca o encuentra patrones que luego le permitirá clasificar a los elementos y determinar a qué grupos o clases pertenecen, se debe mencionar que los valores para estos algoritmos deben ser valores discretos. (Kelleher, Mac Namee, & D'Arcy, 2015)

2.2.1.5. Aprendizaje no supervisado

El aprendizaje no supervisado es aquella que no necesita un asesor externo para realizar su aprendizaje. La red no recibe información por parte del entorno que le indique si la salida generada en respuesta a

una entrada es o no correcta. El aprendizaje no supervisado consiste en que la red descubra por si misma características, regularidades, correlaciones o categorías en los datos de entrada y se obtengan de forma codificada en la salida. (Peláez, 2012)

2.2.1.6. Mapa conceptual

Se realizó un mapa conceptual del campo de la inteligencia artificial que es Machine Learning para especificar el tipo de aprendizaje que se usó y la técnica moderna. (Ver figura 12)

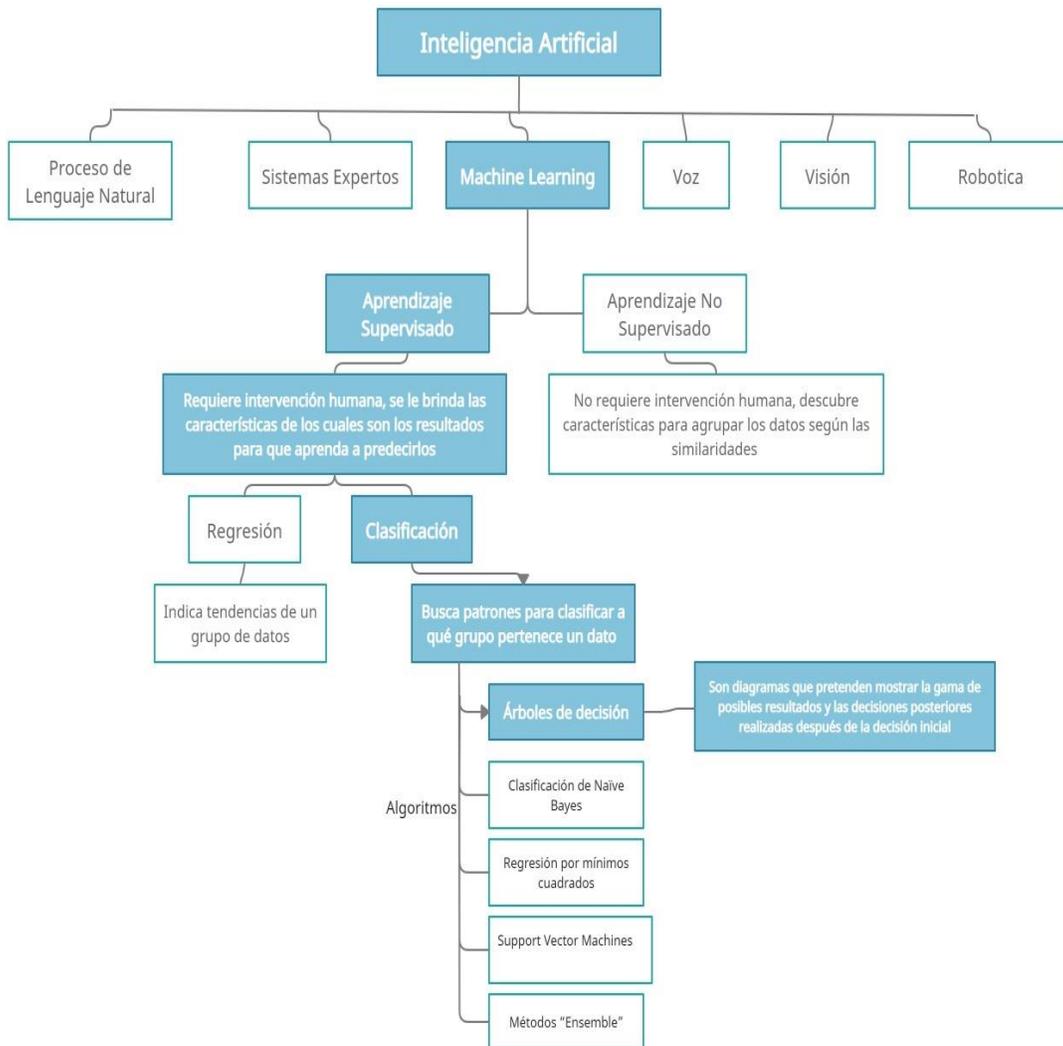


Figura 12. Mapa conceptual Inteligencia Artificial

Elaboración: Los autores

2.2.1.7. Minería de Datos

Como se describió, el aprendizaje automático es también un tipo de inteligencia artificial que le da a las computadoras capacidades para “aprender”, este proceso de aprendizaje automático es muy similar al de la minería de datos (data mining), es decir ambas formas buscan entre los datos encontrar patrones que puedan ser analizados para intentar generar modelos para predicción, en tal sentido describiré algunas definiciones de minería de datos dada por autores importantes, con la intención de utilizar luego en la presente tesis la metodología de minería de datos CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) Proceso estándar para la minería de datos. (Galán, 2015)

2.2.1.8. Relación entre la Minería de datos y el Machine Learning

La minería de datos es importante para poder determinar la fuente y el tipo de datos que se utilizarán con el fin de obtener una información limpia, correcta y confiable que permita descubrir los patrones o características más relevantes de los datos que se utilizarán, de esta manera, la predicción del algoritmo generado por medio de las técnicas de machine learning será mucho más precisa. (Troncozo & Ruiz, 2020)

2.2.1.9. Árbol de Decisión

Los árboles de decisión son diagramas que pretenden mostrar la gama de posibles resultados y las decisiones posteriores realizadas después de la decisión inicial.

Un árbol de decisión tiene unas entradas las cuales tienen la posibilidad de ser un objeto o una situación descrita mediante un grupo de atributos

y desde esto regresa una contestación la cual en últimas es una elección que es captada desde las entradas.

El árbol de decisión frecuenta contener nodos internos, nodos de posibilidad, nodos hojas y arcos. Un nodo hoja representa el costo que devolverá el árbol de elección y al final las ramas brindan los probables senderos que se poseen según la elección captada.

De manera más concreta, refiriéndonos al entorno empresarial, tenemos la posibilidad de mencionar que los árboles de elección son diagramas de elecciones secuenciales nos presentan sus probables resultados. Los árboles de elección son subjetivamente simples de comprender una vez que hay escasas elecciones y resultados integrados en el árbol. Los árboles gigantes, que integran docenas de nodos de elección (puntos donde las elecciones son elaboradas nuevas) tienen la posibilidad de ser complejos y tener un costo reducido. (Cascales, 2020)

2.2.1.10. Tipos de árboles de decisión

- **Árbol de clasificación:** Se utiliza un árbol de clasificación una vez que existan diferentes piezas de información que hayas calculado para establecer el resultado más predecible. Con el árbol de elección por categorización debes utilizar un proceso binario de categorías y subcategorías para esquematizar las diversas cambiantes que rodean a un resultado. Esta clase de árbol puede emplearse en posibilidad y estadística. (Castellanos, 2015)
- **Árbol de regresión:** Esta clase de árbol se utiliza una vez que tienes diferentes piezas de información para establecer un exclusivo resultado establecido. A lo largo del proceso de edificar

este árbol debes dividir las diversas piezas de información en secciones y después subdividir en diversos subgrupos. Esta clase de árbol es utilizado primordialmente en cálculos de bienes raíces. (Castellanos, 2015)

- **Árbol de mejora:** Esta clase de árbol de elección se utiliza una vez que deseas aumentar la exactitud del proceso de toma de elecciones. Para esto debes tomar una sola variable y después calcularla y estructurarla de forma que la proporción de errores se minimicen tanto como sea viable. Esto crea información más estricta, ya que habrás eliminado los errores tanto como se logre. Esta clase de árbol se utiliza primordialmente en contabilidad y matemáticas. (Castellanos, 2015)
- **Bosques de árboles de decisión:** Se crean una vez que creas diferentes árboles de elección y después los agrupas entre sí para hacer una decisión rigurosa de lo cual pasará con un resultado en especial. Constantemente los bosques de árboles de elección se utilizarán para evaluar el resultado universal de un acontecimiento en especial con base a la dirección que se encuentren tomando los diferentes árboles de elección. (Castellanos, 2015)
- **Árbol de clasificación y regresión** Esta clase de árbol es utilizado para profetizar el resultado de un acontecimiento utilizando componentes dependientes para hacer la asunción más lógica. Para lograrlo puedes utilizar indicadores atrasados (lo que ha pasado) e indicadores en tiempo real o categorías claras y concretas para analizar el resultado anhelado se utilizan principalmente en la ciencia. (Castellanos, 2015)
- **Agrupamiento de las K medias:** Éste es considerado como el menos preciso de los árboles. Una vez que utilizas este árbol debes combinar todos los componentes diferentes que has reconocido anteriormente en los cuales se presume que todos

los equipos son equivalentes. Esta asunción puede producir que ciertos de los resultados esperados sean extensamente diferentes. Este árbol se utiliza primordialmente en el análisis de la genética. (Castellanos, 2015)

2.2.1.11. Metodología CRISP-DM

a. Metodología CRISP-DM

CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) proporciona una descripción normalizada del ciclo de vida de un proyecto estándar de análisis de datos, Este ciclo de vida consta de 6 fases: Comprensión del negocio, Comprensión de los datos, Preparación de los datos, Modelado, Evaluación y Despliegue donde lo describiremos cada una de sus fases en la presente tesis (Ver figura 13). (Vera, 2016)

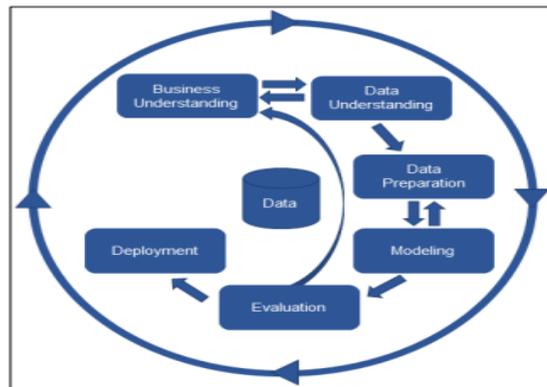


Figura 13. Etapas de la Metodología CRISP – DM

Fuente: (Vera, 2016)

b. Fase I: Definición de necesidades del cliente

Esta fase se enfoca en la comprensión de los objetivos de proyecto. Esta comprensión del contexto en el que nos encontramos permitirá generar un conocimiento de los datos para la definición del

problema de aprendizaje automático y nos permitirá generar un modelo preliminar para alcanzar nuestros objetivos. (De Luca, 2006)

c. Fase II: Estudio y compresión de los datos

La fase de entendimiento de datos comienza con la colección de datos inicial y continúa con las actividades que permiten familiarizarse con los datos, identificar los problemas de calidad, descubrir conocimiento preliminar sobre los datos, y/o descubrir subconjuntos interesantes para formar hipótesis en cuanto a la información oculta. (De Luca, 2006)

d. Fase III: Análisis de los datos y selección de las características

La fase de preparación de datos cubre todas las actividades necesarias para construir el conjunto final de datos (los datos que se utilizarán en las herramientas de modelado) a partir de los datos en bruto iniciales. Estas tareas implican la limpieza y transformación de la información respecto de las instancias (filas) y los atributos (columnas) para su posterior procesamiento con las herramientas de modelado. (De Luca, 2006)

e. Fase IV: Modelado

El modelado es una fase en la que seleccionaremos las técnicas de modelado pertinentes al problema de predicción, y se definir o pulir los parámetros a valores válidos y óptimos. Algunas técnicas tienen requerimientos específicos sobre la forma de los datos. Por lo tanto, casi siempre en cualquier proyecto se acaba volviendo a la fase de preparación de datos. (De Luca, 2006)

f. Fase V: Evaluación (obtención de los resultados)

En esta etapa en el proyecto, se han construido uno o varios modelos que parecen alcanzar calidad suficiente desde la una perspectiva de análisis de datos. Antes de proceder al despliegue final del modelo, es importante evaluarlo a fondo y revisar los pasos ejecutados para crearlo, comparar el modelo obtenido con los objetivos de negocio. Un objetivo clave es determinar si hay alguna cuestión importante de negocio que no haya sido considerada suficientemente. Al final de esta fase, se debería obtener una decisión sobre la aplicación de los resultados del proceso de análisis de datos. (De Luca, 2006)

g. Fase VI: Despliegue (puesta en producción)

Generalmente, la creación del modelo no es el final del proyecto. Incluso si el objetivo del modelo es de aumentar el conocimiento de los datos, el conocimiento obtenido tendrá que organizarse y presentarse para que el cliente pueda usarlo. Dependiendo de los requisitos, la fase de desarrollo puede ser tan simple como la generación de un informe o tan compleja como la realización periódica y quizás automatizada de un proceso de análisis de datos en la organización. (De Luca, 2006)

2.2.1.12. Metodología Programación externa (XP)

La metodología XP es un modelo para desarrollar aplicaciones, se usa para construir, planificar y controlar los procesos de un sistema, entre ellas se encuentran las metodologías tradicionales, iterativas, web y ágiles, en este caso se enfoca en una de las metodologías ágiles, conocida como Programación Extrema, se adaptan al desarrollo de corto plazo, con el

objetivo de satisfacer las necesidades del cliente, con una comunicación fluida entre desarrollador y cliente.

La programación extrema es aplicada para desarrollar aplicaciones de alta calidad de una manera rápida posible, con un mayor beneficio para el cliente. (Fernández, 2013)

a. Roles de la metodología

Se mencionará los roles y sus funciones. (Ver figura 14)

- **Programador**

- Pieza básica en desarrollos de programación extrema.
- Más responsabilidad que en otros modos de desarrollo. Responsable sobre el código.
- Responsable sobre el diseño (refactorización, simplicidad).
- Responsable sobre la integridad del sistema (pruebas).
- Acepta críticas (código colectivo). (Fernández, 2013)

- **Cliente**

- Pieza básica en desarrollos de la metodología programación extrema.
- Define especificaciones.
- Confía en el grupo de desarrollo.
- Define pruebas funcionales. (Fernández, 2013)

- **Encargado de las Pruebas**

- Apoya al cliente en la preparación/realización de las pruebas funcionales.

- Ejecuta las pruebas funcionales y publica resultados. (Fernández, 2013)
- **Encargado de Seguimiento (Tracker)**
 - Recoge, analiza y publica información sobre la marcha del proyecto sin afectar demasiado el proceso.
 - Informa sobre la marcha de la iteración en curso.
 - Controla la marcha de las pruebas funcionales, de errores reportados, de las responsabilidades aceptadas y de pruebas añadidas por los errores encontrados. (Fernández, 2013)
- **Entrenador (Coach)**
 - Experto en la metodología.
 - Identifica las desviaciones y reclama atención sobre las mismas.
 - Capacidad para comprender rápidamente el problema.
 - Guía al grupo de forma indirecta (sin dañar su seguridad ni confianza). (Fernández, 2013)
- **Consultor**
 - Apoya al equipo en cuestiones puntuales. (Fernández, 2013)
- **Jefe de Proyecto**
 - Favorece la relación entre usuarios y desarrolladores.
 - Confía en el equipo.
 - Cubre las necesidades del equipo.
 - Asegura el alcance de objetivos. (Fernández, 2013)



Figura 14. Roles de la metodología XP

Elaboración: Los autores

b. Artefactos

- Historia de Usuario:** Representan una breve descripción del comportamiento del sistema, emplea terminología del cliente sin lenguaje técnico, se realiza una por cada característica principal del sistema (Ver figura 15). (Joskowicz , 2008)

Historia de usuario	
Número:	Usuario:
Nombre historia de usuario:	
Prioridad en negocio: (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Puntos estimados:	Iteración asignada:
Descripción:	
Observación:	

Figura 15. Modelo de historia de usuario

Elaboración: Los autores

- **Iteración:** Permiten realizar un análisis más exhaustivo antes de implementar una historia de usuario; de esta forma, el desarrollador, en conjunto con el cliente deben realizar las fichas de tareas para obtener la información necesaria para un mejor desarrollo (Ver figura 16). (Joskowicz , 2008)

Tarea
Nombre tarea:
Nombre historia:
Programador responsable:
Tipo de tarea:
Descripción:

Figura 16. Modelo de ficha para tareas

Elaboración: Los autores

c. Fases

Se menciona las fases de la metodología y se detalla. (Ver figura 17)

- **FASE I – Planificación del proyecto:** En la Fase I se realiza toda recopilación de los requerimientos del proyecto mediante las iteraciones con el usuario, se planifica el equipo de trabajo, lo que lleva a cumplir objetivos finales. (Joskowicz , 2008)
- **FASE II – Diseño:** “El diseño XP sigue rigurosamente de un diseño sencillo siempre se prefiere sobre una representación más compleja. Además, el diseño guía la implementación de una historia con forme se escribe: nada más ni nada menos.” (Joskowicz , 2008)

- FASE III – Codificación:** El Cliente es importante en el equipo de desarrollo e indispensable para llevar a cabo cada fase en lo referente a codificar una historia de usuario. El desarrollo debe ser basado en estándares ya creados, manteniendo el código consistente y fácil de comprender, este debe cumplir con la funcionalidad obteniendo una optimización del código. (Joskowicz , 2008)
- FASE IV-Pruebas:** Uno de los pilares de la metodología XP es el uso de test, que son útiles para comprobar el funcionamiento de códigos y que su implementación sea correcta, por ello se debe realizar las pruebas necesarias. Éste será implementado siempre y cuando haya superado las pruebas correspondientes. (Joskowicz , 2008)

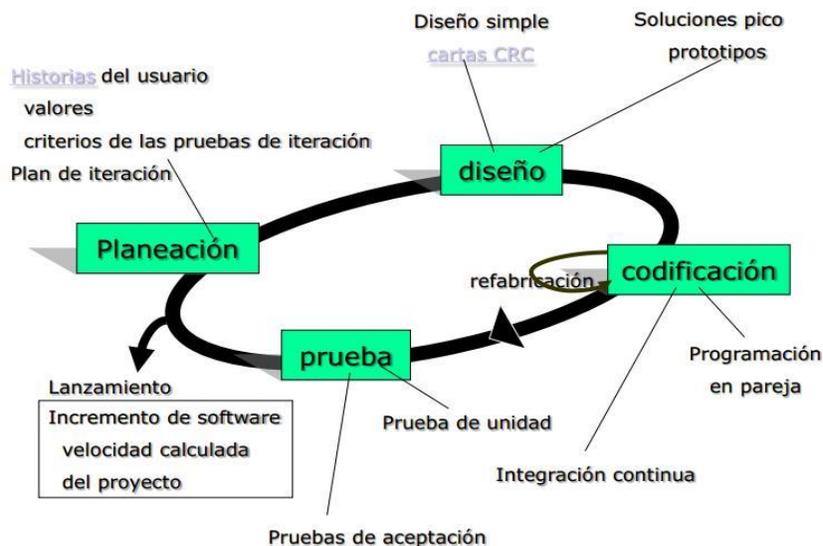


Figura 17. Fases de la Metodología

Fuente: (Joskowicz , 2008)

2.2.2. Relación con el tema de investigación

2.2.2.1. Importancia de la IA en decisiones clínicas

La IA en el sector salud ha permitido la mejora del sistema sanitario a nivel mundial, esto debido a que se han procesado una gran cantidad de datos y se han aprobado proyectos de salud con el fin de mejorar la gestión de la información. Gracias a la colaboración multidisciplinaria y al esfuerzo de técnicos, médicos y expertos se han utilizado distintos métodos y estudios a fin de aportar al bienestar de la población.

De esta forma, se logra un gran avance en diferentes campos de la medicina como: búsqueda y análisis de expedientes o historias clínicas, mejoras en la radiología, creación de medicamentos, avances en la neurología y oncología, predicción de enfermedades, diagnósticos por imágenes, etc.

Desde los proyectos más pequeños hasta los más complejos y costosos se ha optimizado el uso de los datos almacenados tanto en aplicaciones web o móviles como en el desarrollo de herramientas utilizadas en clínicas y hospitales. Gracias a esto, se han generado diversos sistemas de apoyo a la decisión clínica (CDSS), que puedan ayudar al médico a tomar una decisión, resaltando que ésta puede salvar una vida.

La evolución de la IA y del machine learning ha generado algoritmos complejos que llevan a la obtención de una información relevante a la hora de tomar una decisión clínica a base de patrones encontrados en datos almacenados. Es así, como en la actualidad se desarrollaron varios proyectos de diagnóstico y predicción de enfermedades, siendo estos en su mayoría exitosos.

No es complejo intuir que a medida que la tecnología avance, las decisiones clínicas serán más sencillas y acertadas gracias a que se

podrá manejar un amplio conocimiento de características relevantes de diversas enfermedades (Ver figura 18). (Benavent, Colomer, Quecedo, Gol-Monserrat, & Del Llano, 2020)

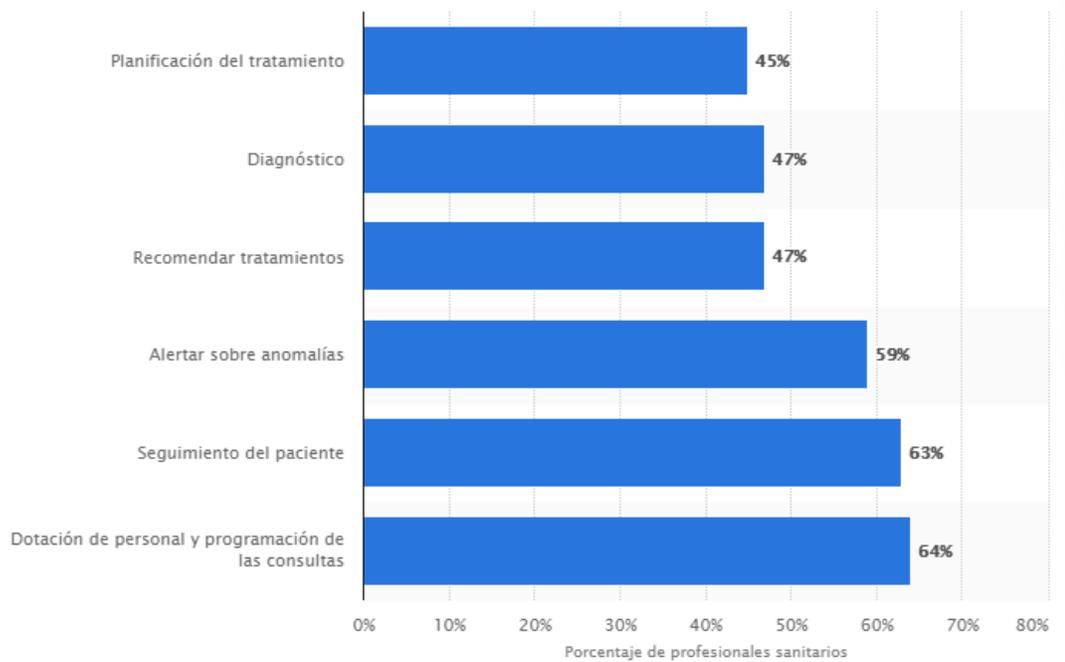


Figura 18. Profesionales sanitarios que utilizan IA en 2019

Fuente: (Statista, 2019)

2.2.2.2. La IA en la medicina veterinaria

Al igual que en la medicina humana, la IA se utiliza por el bienestar de los animales. Los desarrollos y mejoras en la IA son aprovechados para mejorar la eficiencia de los médicos veterinarios gracias a que se tiene una perspectiva adicional sobre alguna anomalía o patrón en los síntomas o imágenes. Es complicado analizar a cada especie y al tener una amplia cantidad de enfermedades y síntomas el médico veterinario utiliza el conocimiento y su criterio para poder realizar un diagnóstico. Al brindar una herramienta de apoyo para el diagnóstico de enfermedades reduce el tiempo en que el veterinario tome una decisión

correspondiente a la realización de exámenes, elegir el tratamiento adecuado y salvar la vida del animal. (Salas & Gonzáles, 2014)

Precisamente, un claro ejemplo es la insuficiencia renal crónica. Es una enfermedad complicada para la medicina veterinaria, puesto que se manifiesta al transcurrir meses o años. Esto, lo hace de difícil diagnóstico y suele manifestarse en gatos mayores a 5 años y perros, mayores a 8 años. En estos animales no se llega a detectar hasta que pierden el 67% de masa renal. (Leon, 2019)

El diagnóstico temprano de una enfermedad brinda la posibilidad de salvar la vida del animal gracias a una dieta especial, controlando la presión arterial y evitando una infección menor o generalizada. Es allí donde entra la IA, por medio de una base de datos de los síntomas presentados con anterioridad y con los resultados de diversos exámenes, puede apoyar al médico a ofrecer un diagnóstico más eficiente previniendo esta grave enfermedad. (Lugo-Reyes, Maldonado-Colín, & Murata, 2014)

2.2.2.3. Insuficiencia renal en gatos y perros

La insuficiencia renal es una enfermedad producida por fallas del riñón cuando no realiza sus funciones principales: filtrar la sangre, eliminación de toxinas por medio de la orina, regulación de la cantidad de líquidos en el cuerpo del animal y regulación de los minerales dentro del cuerpo. (Leon, 2019)

Este problema puede causar el daño de uno o de los dos riñones del animal. Puede ser reversible dependiendo el daño causado al sistema renal.

La insuficiencia renal se clasifica, según su intensidad y el tiempo de progresión en dos:

- **Insuficiencia renal aguda (IRA):** este problema se manifiesta repentinamente en un plazo de horas o días. Suele darse por algún problema renal anterior, por alguna infección urinaria (común en animales domésticos) e incluso por efectos secundarios de algún medicamento. Es detectado mediante la observación del volumen de orina disminuido y por exámenes auxiliares analizando la cantidad de creatinina y nitrógeno úrico en el animal. (Leon, 2019)
- **Insuficiencia renal crónica (IRC):** es un deterioro de manera progresiva del sistema renal que se manifiesta de manera notoria en meses o incluso años. Suele presentarse cuando el animal está en una edad medianamente avanzada, es decir, mayor a 8 años. La IRC genera daños irreversibles siendo una causa principal de muerte en animales domésticos. (Leon, 2019)

Se observa en la Figura 19 la tasa de mortalidad de la insuficiencia renal en perros y gatos en una edad avanzada.

TASA DE MORTALIDAD

	Caninos	Felinos
Edad	>10	>15
Porcentaje	15%	33%

Figura 19. Mortalidad de la IR en perros y gatos con edad avanzada

Elaboración: Los autores

2.2.2.4. Función renal

El riñón, posee tres funciones: excretora, reguladora y endocrina.

- **Función excretora:** el riñón se encarga de eliminar toxinas y sustancias innecesarias para el cuerpo. En esta función se retiran iones de la sangre como sustancias nitrogenadas, la creatinina y la

urea (por esta razón es que la presencia de estos compuestos en niveles altos son un reflejo de un problema renal, a esto se le llama **azotemia**), además de antibióticos, diuréticos, y demás sustancias externas. (Hafelin, 2008)

- **Función reguladora:** el riñón mantiene el equilibrio entre la cantidad de electrolitos y el volumen de líquido en el cuerpo. Los riñones se encargan de eliminar la carga de ácidos producidas en el metabolismo y la ingesta de nutrientes. (Hafelin, 2008)
- **Función endocrina:** el riñón forma sustancias reguladoras y hormonas para cumplir con sus funciones. (Hafelin, 2008)

2.2.2.5. Afección de la insuficiencia renal en perros y gatos

La insuficiencia renal es una enfermedad que causa el deterioro de la función renal hasta provocar daños irreversibles y la presencia de esta enfermedad en perros y gatos es alto, 1 de cada 10 perros lo sufren, mientras que en los felinos es 1 de cada 3. Así mismo, correspondiente a animales en edad avanzada, la mortalidad es alta con un 15% en perros mayores a 10 años y 33% en gatos mayores a 15 años. (Leon, 2019)

Esta enfermedad es una de las principales causas de mortalidad en perros y gatos debido a las lesiones renales que provoca, el daño causado a estos animales en edades avanzadas es principalmente crónicas, pero esta enfermedad no distingue en la edad, pues la presencia en animales jóvenes comienza el deterioro de la función renal de manera progresiva. Esta enfermedad se ha convertido en una de las principales causas de muerte y eutanasia veterinaria. (Leon, 2019)

2.2.2.6. Sintomatología de la insuficiencia renal

- **Gastrointestinal:** en la insuficiencia renal hay presencia de vómitos y pérdida de apetito por parte de la mascota, que provocan la delgadez del animal. La ingesta de desechos es un factor que desencadena, además, anorexia, diarrea, estreñimiento, intoxicación, gastritis y presencia de cuerpos extraños. Algunos síntomas que suelen ser guías para los médicos veterinarios sobre un problema renal es la halitosis (mal aliento) y problemas bucales como la necrosis de lengua, úlceras bucales y el sangrado de encías. Otro factor que se toma en cuenta es la alimentación y la posibilidad de alguna alergia, también correspondiente a los medicamentos que se le hayan suministrado, pues al provocar una reacción alérgica puede generar una alteración en su sistema renal. Se debe considerar, al momento de auscultar, si existe algún dolor abdominal y la dilatación de la zona pélvica. Por último, mediante la historia clínica, se determina si en un momento anterior la mascota sufrió de cálculos o problemas renal, debido a que puede surgir nuevamente estos síntomas. (Leon, 2019)
- **Neuromuscular:** el estado neurológico y muscular de la mascota son evidencias de la enfermedad, pues la presencia de incoordinación y convulsiones por parte del perro o gato, si bien son síntomas de un problema neuronal, están relacionados con la presencia de un fallo renal que provocó un fallo del sistema neurológico de la mascota. Es por esa razón que la ataxia es tanto un síntoma como una consecuencia de un fallo renal. Otros síntomas son temblores, fatiga, calambres, tumores y debilidad muscular. (Leon, 2019)
- **Parásitos:** las pulgas y garrapatas son un conducto rápido de enfermedades para las mascotas. La presencia de parásitos

conlleva a que el animal sufra de parvovirus, erlichia o piometra, que al no ser tratados provocan daños renales. (AVEPA, 2012)

- **Hidratación:** el aumento como la disminución de agua consumida por parte de la mascota son síntomas de la enfermedad pues la necesidad de la cantidad de hidratación de la mascota se ve alterado por la enfermedad, por la misma razón se considera la deshidratación como un síntoma de la enfermedad. Además, esto conlleva al aumento de la orina o en el peor de los casos la disminución o ausencia de orina y la orina con sangre o cargada, que son síntomas muy evidentes de un problema renal. (Martínez, Martínez, & Martínez, 2011)
- **Estado de ánimo:** el letargo es un síntoma con más presencia en la insuficiencia renal, la mascota presenta apatía, está sin ánimos y está con un estado de adormecimiento. (Leon, 2019)
- **Pelaje:** presencia de alopecia o el pelaje de la mascota se encuentra seco y sin brillo. (Leon, 2019)
- **Ocular:** un síntoma de la enfermedad es el inicio de una ceguera del animal. (Leon, 2019)
- **Cardiaca:** presencia de hemorragias y alteración de la presión arterial. (Leon, 2019)
- **Síntomas respiratorios:** la presencia de síntomas respiratorios en una insuficiencia renal llega a estar en un 52% tanto en perros como en gatos, pero son generalmente por otro tipo de malestares. No son directamente síntomas de la enfermedad. (Leon, 2019)

- **Traumatismos:** traumatismos, heridas, cortes o daños que sufrió la mascota, dependiendo la gravedad y la zona en la que sucedió, alteraría su sistema renal. (Leon, 2019)

2.2.2.7. Proceso de diagnóstico de insuficiencia renal

Al observar síntomas importantes como la ausencia de orina, letargo, dolor abdominal, y demás, genera una sospecha al médico veterinario que determina un diagnóstico preventivo de la enfermedad, posteriormente indica la realización de exámenes auxiliares para conocer con certeza si hay un daño o problema en la función renal de la mascota y cuánto es el nivel de daño. (Laporta & Bárcena, 2016)

Por la manera de manifestación de la enfermedad, los síntomas suelen confundirse con otras enfermedades o no hay indicios que determinen el origen de dichos síntomas. Por lo que antes de tener resultados específicos solo se mantiene en nivel de sospecha. (Pinilla, Florez, & Da Silva, 2018)

Es necesario un estudio ya que sin estos exámenes no es posible dar un diagnóstico definitivo, por lo tanto, no se podrá indicar un tratamiento adecuado. (Laporta & Bárcena, 2016)

2.2.2.8. Exámenes auxiliares correspondientes a la insuficiencia renal

Para realizar un diagnóstico definitivo de insuficiencia renal se necesitan exámenes auxiliares que corroboren la presencia de insuficiencia renal y del daño provocado a fin de indicar un tratamiento. (Laporta & Bárcena, 2016)

Existe diversas pruebas de laboratorios para detectar problemas en la función renal, que eventualmente requieren de implementos y conocimientos técnicos necesarios para su realización y costos en algunos casos elevados. Cabe resaltar que existe la posibilidad que un daño o lesión renal no sea detectado en alteraciones de los valores de laboratorio. (Cortadella & Fernández del Palacio, 2015)

- **Hematología y conteo de plaquetas:** se realiza exámenes para identificar enfermedades de la sangre y de órganos que lo generan o filtran (en el caso del estudio, el riñón), mediante el conteo y análisis de los componentes de la sangre y sus características. Este examen permite el conteo de los glóbulos rojos, blancos y plaquetas. En el caso de una anomalía indica la presencia de una enfermedad o infección asociada a la producción y filtro de la sangre. (Pinilla, Florez, & Da Silva, 2018)
- **Urocultivo:** examen de orina donde se busca analizar la presencia de bacterias y microorganismos, de tal manera, identificar una infección urinaria. (Pinilla, Florez, & Da Silva, 2018)
- **Radiografía:** se realiza radiografías a la cavidad abdominal que suele mostrar el contenido de gas en el estómago e intestinos, además de la presencia de masas o cuerpos extraños. (Pinilla, Florez, & Da Silva, 2018)
- **Ecografía:** se busca la presencia de líquidos, identificar depósitos de material proteínico, identificar el contenido de la vejiga, tamaño y forma de los órganos correspondientes al sistema renal, además de la forma y contenido del estómago. En caso se encuentre alguna anomalía o morfología no correspondiente a un estado de salud

normal, se evalúa el daño y se realiza el informe correspondiente. (Pinilla, Florez, & Da Silva, 2018)

- **Perfil hepático renal:** análisis de sangre que evalúa el correcto funcionamiento del hígado y de los riñones, donde se evalúa la presencia de sustancias nitrogenadas, la creatinina, urea, proteínas y bilirrubina en la sangre (presencia de azotemia). Si hay resultados anómalos, indican un problema en el funcionamiento del sistema renal. (Pinilla, Florez, & Da Silva, 2018)
- **Examen químico de orina:** busca detectar la anomalía de valores de orina correspondientes a su color, olor, aspecto, la presencia de bilirrubina, nitritos, proteínas, sangre, pH y densidad. (Pinilla, Florez, & Da Silva, 2018)
- **Examen microscópico de sedimento urinario:** busca la presencia de cristales en la orina, con lo que se identifica un problema renal. Además de la presencia de sedimentos (levaduras, espermatozoides) y algunas bacterias. (Pinilla, Florez, & Da Silva, 2018)

2.2.2.9. Tratamiento de la insuficiencia renal

- **Fluidoterapia:** si se muestra un desequilibrio en electrolitos se le administrará de manera intravenosa el fluido correspondiente. En casos de deshidratación se puede administrar hasta por 4 a 6 horas para restaurar la función renal. (Daza, García, & Fragio, 2020)
- **Uso de diuréticos:** la elección del diurético (sustancia que facilita la eliminación de la orina) depende de la preferencia y experiencia del médico veterinario y el estado de la mascota en caso de ausencia o disminución de orina. (Daza, García, & Fragio, 2020)

- **Control de vómitos:** en caso la mascota presente vómitos, se puede aplicar algún fluido por intravenosa o alguna ampolla con el medicamento correspondiente elegido por el médico veterinario para evitar el vómito. (Daza, García, & Fragio, 2020)

- **Uso de antibióticos:** dependiendo de las sospechas y resultados de laboratorio (urocultivo) se le indicarán los antibióticos correspondientes a fin de eliminar las bacterias o microorganismos que se encuentren. (Daza, García, & Fragio, 2020)

- **Monitorización del estado de salud:** cada cierto tiempo se le debe controlar el estado de salud de las mascotas con análisis de sangre y orina a fin de controlar los valores de urea, creatinina, densidad y sedimento de la orina. Además, se puede completar con estudios por imágenes en caso sea necesario y dependiendo el tiempo indicado por el médico veterinario. (Daza, García, & Fragio, 2020)

- **Control de la producción de orina:** cada cierto tiempo se debe monitorear la producción de orina de la mascota a fin de que no tenga problemas en la eliminación de orina. (Daza, García, & Fragio, 2020)

- **Control de agua consumida:** estar pendiente de la cantidad de agua que la mascota consume y consultar con el médico veterinario. (Daza, García, & Fragio, 2020)

- **Alimentación:** en caso de los gatos, se requiere un alimento con mayor aporte proteico, de esta manera, se controla y mantiene su peso corporal idóneo. La alimentación especial en los casos de insuficiencia renal es importante para poder suministrar la cantidad adecuada de proteínas tanto en perros como gatos. Mantener un

peso estable y su masa corporal es ideal a fin de evitar la anemia, problemas musculares y la progresión de la enfermedad. Existen múltiples alimentos balanceados especiales para la enfermedad, por lo que el dueño no tendrá dificultad de encontrar la variedad de galletas que hay en el mercado, resaltando que el precio es un poco más elevado que un alimento convencional. Además, se debe evitar en la dieta de la mascota el consumo de fósforo, así se evita la inflamación del sistema renal. (Laporta & Bárcena, 2016)

La dieta debe contener calorías que brinden energía a la mascota, por lo que en algunos casos es recomendable el uso de grasa dietética que provoca el buen sabor del alimento y la aceptación por parte de la mascota. Cabe resaltar que los alimentos con alto colesterol provocan un mayor daño al riñón. (Goich & Paz, 2003)

2.2.2.10. Consecuencias de la insuficiencia renal

En caso de no detectar o controlar a tiempo la enfermedad todos los casos llegan a una fase terminal, debido a que causa daños irreversibles en el sistema renal. Esto provoca un deterioro en total en la salud de la mascota a tal punto que llega el fallecimiento o eutanasia. (Del Ángel, 2016)

2.2.3. Reglas de negocio

- Regla 1. En la veterinaria solo los médicos utilizan el sistema para registrar a las mascotas, los dueños y las historias clínicas. Lo correspondiente a baños y cortes sí pueden hacerlo los asistentes.
- Regla 2. No se realizan atenciones médicas de manera telefónica, se realizan de manera presencial en la veterinaria y en ciertos casos el médico irá al domicilio.
- Regla 3. La veterinaria no realiza exámenes auxiliares ni análisis por su cuenta. En caso el médico veterinario determine que la mascota pueda tener algún problema hepático o renal, recomendará al cliente

para poder obtener la muestra necesaria y enviarlo a algún laboratorio para que lo analicen y obtener los resultados mediante correo, esto en caso el dueño de la mascota acepte.

En la Figura 20 se hizo un cuadro con las reglas de negocio, proceso y motivo.

Regla	Proceso	Motivo
Regla 1	Registro de datos	Solo los médicos pueden escribir las historias clínicas por ser los capacitados a realizar el diagnóstico y tener el conocimiento de las palabras técnicas escritas
Regla 2	Consulta	Los médicos prefieren auscultar a las mascotas, verlas y revisarlas personalmente para evitar información que se oculte o se pueda olvidar, además que pueden detectar ciertos problemas al ver o tocar a las mascotas como hinchazón o inflamación de ciertas zonas, algún síntoma visto en los ojos, en las mucosas, etc.
Regla 3	Diagnóstico y evaluación	La veterinaria es un establecimiento pequeño, no tiene las herramientas necesarias para poder realizar exámenes o análisis especializados, por lo que ellos se encargan de obtener las muestras y luego enviarlas a un laboratorio. Ya con los resultados se sabrá el verdadero diagnóstico y se dirá el tratamiento para la mascota que será controlado dependiendo lo que digan los médicos

Figura 20. Reglas de negocio

Elaboración: Los autores

2.3. Definición de términos básicos

- a. **Antibiótico:** Fármaco con actividad antimicrobiana que absorbe y elimina un determinado microorganismo o bacteria. (Liñares & Martín-Herrero, 2003)
- b. **Diagnóstico:** “Es un proceso inferencial, realizado a partir de un cuadro clínico, destinado a definir la enfermedad que afecta a un paciente.” (Capurro & Rada, 2007)

- c. **Emular:** Imitar las funciones de una cosa o persona. (Real Academia Española, 2014)
- d. **Entrenamiento (Machine Learning):** Proceso de realizar predicciones y correcciones mediante datos preclasificados para que el modelo pueda alcanzar la precisión deseada. (Russo, y otros, 2016)
- e. **Gastritis:** Presencia de una inflamación en la mucosa gástrica. (Cascales, 2020)
- f. **Gastroenteritis:** Es una alteración funcional e inflamatoria intestinal que altera la función gástrica provocado por un virus o bacteria. (Amorín, Schelotto, & Chiparelli, 2016)
- g. **Historia clínica:** Es un documento donde se guarda la información personal, servicios de salud y atenciones de un paciente. (Cascales, 2020)
- h. **Patrón:** Es un suceso o característica que aparece de manera recurrente en un conjunto de datos u objetos. (Real Academia Española, 2014)
- i. **Predicción:** Es una técnica para identificar de manera oportuna el comportamiento de síntomas y causas de una posible situación. (Gómez, 2019)
- j. **Síntoma:** Evidencia de la existencia de una enfermedad por la alteración del organismo. (Real Academia Española, 2014)
- k. **Sintomatología:** Es el conjunto de síntomas que presenta una enfermedad. (Real Academia Española, 2014)
- l. **Sistema renal:** “Grupo complejo de órganos que en conjunto se encargan de filtrar los productos residuales de la sangre y de fabricar, almacenar y eliminar la orina.” (Hemstreet, 2012)
- m. **Variables:** Característica que puede variar en un conjunto de individuos. (Real Academia Española, 2014)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Comparación entre metodologías de desarrollo

Hoy en día no existe una fórmula especial para determinar que metodología se debe utilizar en los proyectos, siendo la elección de la metodología la decisión más importante para determinar el éxito del proyecto.

Para la elección de una metodología se desarrollaron cuadros comparativos en la cual muestra determinadas características que describen los enfoques de cada metodología. (Ver figura 21)

Características	Metodología Tradicional	Metodología Ágil
Tamaño del proyecto	Proyectos de cualquier tamaño	Proyectos más pequeños
Tamaño de equipo	Equipos grandes	Equipos pequeños (<10)
Duración	Establecida para todo el proyecto	Corta por cada iteración
Arquitectura	Prefijada	Se redefine y mejora continuamente
Cambios	No se esperan cambios importantes	Se aceptan cambios para mejoras continuas

Figura 21. Benchmarking de metodología tradicional vs ágil

Elaboración: Los autores

Luego de comparar la metodología tradicional y ágil se determinó utilizar la metodología ágil ya que para el presente proyecto se requiere rapidez, reducción de costos y al mismo tiempo se valora muy positivamente la agilidad y flexibilidad en la toma de decisiones y las presentes características cumplieron para el proyecto que se desarrolló. (Ver figura 22)

Características	Scrum	XP
Comunicación con el cliente	El Scrum Master es el responsable de la comunicación con el cliente	El cliente está disponible para hablar con el equipo de trabajo
Cambios	No permite cambios en el sprint	Permite introducir cambios durante la iteración
Cumplimiento de tareas	Se establece un orden de prioridad de tareas	El cliente puede participar en el orden de prioridades
Tiempo	Iteraciones duran 1 a 2 meses	Iteraciones duran 1 a 3 semanas
Programación	Se trabaja de manera individual	Programación en parejas
Estructura	Más jerárquica	Más flexible

Figura 22. Benchmarking de metodologías ágiles

Fuente: (Salazar, 2018)

Elaboración: Los autores

Luego de comparar las metodologías ágiles más reconocidas y conocidas por los tesisistas, se determinó en utilizar la metodología XP debido a los beneficios que nos brinda la metodología ya que nos permitió la programación en parejas, ideal para los dos tesisistas, ya que consistente en trabajar en el mismo equipo dos programadores de forma conjunta, uno escribe el código mientras el otro lo supervisa. La flexibilidad para la elección de roles y la participación constante con el cliente para realizar los cambios y consultas correspondientes.

3.1.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo cuantitativa, “está dirigida a la recolección, procesamiento y análisis de los datos cuantitativos con respecto a variables anticipadamente establecidas. Asimismo, se emplean herramientas informáticas, estadísticas y

matemáticas con el objetivo de alcanzar resultados.” (Cadena-
Lñiguez, 2017)

En la presente investigación se recolecta la información de la base de datos y en la creación del dataset se utilizan valores numéricos. El análisis se realiza mediante estadísticas y datos numéricos con el fin de obtener las características y síntomas más relevantes dependiendo el comportamiento de los datos de las historias clínicas. Las variables utilizadas para conocer los resultados de la investigación son cuantitativas. (Ver figura 23)

Tipo	Objetivos	Variables	Indicadores	Requerimientos
General	Crear un módulo web de predicción para identificar los casos de perros y gatos de la Veterinaria Dueñas que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal mediante árbol de decisiones.	Cantidad de casos identificados	Cantidad y porcentaje de aciertos en la identificación de casos de insuficiencia renal en perros y gatos	R01, R04, R06, R07, R08, R10, R11, R12, RN01, RN02, RN03, RN04, RN05
		Interés de dueños de mascotas	Resultados y porcentajes de una encuesta	R01, R05, R08, R10, R11, R12, RN03, RN04
Específico	Determinar las variables relacionadas, y los síntomas principales que pueden ser indicio de una insuficiencia renal.	Características y síntomas	Datos encontrados en las Historias clínicas para la creación del dataset	R01, R02, R08, R10, R11
Específico	Desarrollar el árbol de decisiones mediante machine learning que permita identificar si un perro o gato está sufriendo de insuficiencia renal para mejorar el diagnóstico veterinario.	Precisión del entrenamiento y test	Resultado de la precisión del entranamiento, del test y resultados del plan de pruebas	R01, R02, R08, R10, R11
Específico	Integrar el módulo web de predicción al sistema actual de la veterinaria para visualizar los resultados y las historias clínicas de los casos con insuficiencia renal.	Satisfacción de los médicos veterinarios	Resultados y porcentajes de una encuesta	R01, R03, R04, R06, R07, R09, R10, R11, R12, RN02, RN03, RN04, RN06, RN07

Figura 23. Relación objetivos, variables y requerimientos

Elaboración: Los autores

3.1.3. Fases de la Metodología

- **FASE I – Planificación del proyecto**

En esta fase se determinó por medio de reuniones con el Dr. Luis Pedraza Franco los requerimientos, se realizaron las historias de usuario y el plan de iteraciones.

- **FASE II – Diseño**

En esta fase realizó un diseño simple, un prototipo de cada iteración.

- **FASE III – Codificación**

En esta fase se realizó la programación en pareja (ambos tesistas estarán presentes para realizar la programación) de cada iteración.

- **FASE IV-Pruebas**

En esta fase realizaron las pruebas correspondientes por cada iteración y se entregará un plan de pruebas.

Cabe precisar que la metodología con el que se logró el procesamiento, análisis e interpretación de la data proporcionada por la Veterinaria Dueñas es la metodología CRISP-DM y sus diferentes fases que se describirán a continuación:

La primera de fase, Compresión de Negocio, se hicieron diferentes entrevistas con el Dr. Luis Pedraza Franco para entender el modelo de negocio y plantear objetivos para la presente tesis que permita predecir la insuficiencia renal en perros y gatos utilizando la información de las historias clínicas de la veterinaria Dueñas.

La segunda fase, Compresión de Datos, se analizaron dos factores para predecir a tiempo la insuficiencia renal en perros y gatos: los datos de la mascota y la historia clínica. Se creará el dataset (conjunto de datos tabulados) y el diseño de modelo de datos.

La tercera fase, Preparación de Datos, se determinaron los datos o factores más relevantes que influyen en la insuficiencia renal en perros y gatos, se desarrollará el análisis estadístico mediante una limpieza preliminar de los mismos, para lo cual se utilizaron herramientas estadísticas.

La cuarta fase, Modelado, se realizó el modelado de los datos.

La quinta fase, Evaluación, fueron los resultados obtenidos a partir del test del prototipo desarrollado con el lenguaje de programación python.

La última fase, Despliegue, se enfocó en la entrega del prototipo a la Veterinaria Dueñas y al veterinario Luis Pedraza Franco.

3.1.4. Selección de roles

Se realizó la selección de roles de los tesistas. (Ver figura 24)

Nombre	Tipo	Rol	Funciones
Alexander Flores	Tesisista	Encargado de Pruebas	Ejecutar las pruebas funcionales
		Entrenador	Guiar al equipo según la metodología
		Encargado de seguimiento	Controlar las pruebas funcionales, errores y la información recogida durante el proyecto
Carlos Aranguren	Tesisista	Jefe de Proyecto	Encargado de la relación entre cliente y equipo, asegurar el cumplimiento de los objetivos
		Programador	Desarrollar la solución
Luis Pedraza	Médico Veterinario	Cliente	Brindar los requerimientos funcionales y no funcionales
		Consultor	Brindar apoyo en cuestiones médicas

Figura 24. Roles XP

Elaboración: Los autores

3.1.5. Herramientas

3.1.5.1. Técnicas

Para la realización de este proyecto, se utilizó el machine learning, eligiendo el aprendizaje supervisado, por medio de la técnica de árbol de decisión, pues es la técnica más utilizada para las predicciones de

diagnóstico médico por su similitud con el razonamiento médico como se indicó en el capítulo anterior.

Para la limpieza de datos, se realizó la construcción del dataset utilizando la información obtenida de todas las historias clínicas y analizándolas uno por uno para validar la información, luego se eliminarán las filas que no contenían ni un síntoma, es decir, vacías.

Para el análisis de datos se utilizó:

- Histogramas, a fin de visualizar la distribución de las características elegidas con la enfermedad.
- Matriz de correlación, para determinar si hay correlación entre alguna característica con otras, permitiendo eliminar las que tienen una relación directa y tenga un menor valor en los datos.
- Gráfico de bigotes, para visualizar valores atípicos.
- Matriz de confusión, para visualizar los casos acertados y errados en el test de predicción.

3.1.5.2. Hardware

El equipo de trabajo cuenta con una computadora que fue utilizado para el desarrollo y las pruebas funcionales que cuenta con las siguientes características:

- Procesador Intel Core i7 10ma
- 16 GB de memoria RAM
- 6 GB de tarjeta de video NVIDIA 1660TI
- 1 TB de disco duro

Estas características fueron suficientes para poder realizar el proyecto sin problemas.

En el caso de la veterinaria, cuentan con una computadora donde visualizan el sistema web (que ya se encuentra en hosting) y que la que utilizan para realizar los registros tanto de las mascotas como de las historias clínicas, esta cuenta con las siguientes características:

- Procesador Intel Core i3 5ta
- 8 GB de memoria RAM
- 500 GB de disco duro

3.1.5.3. Software

Los miembros del equipo de trabajo, los tesisistas, fueron quienes desarrollaron el sistema web de gestión para la veterinaria, por lo que tienen el conocimiento del desarrollo del sistema hecho en PHP y HTML como lenguajes de programación y MySQL como base de datos.

Para desarrollar la solución, luego de obtener la información necesaria de la base de datos del sistema web, se realizó en python el análisis de las columnas (características) y la verdadera relación que tiene con la enfermedad, descartando las que no sean relevantes, esto será hecho en la plataforma de Google Colab, que es un entorno virtual para el desarrollo en Python.

En esta misma plataforma se creó mediante machine learning el árbol de decisiones con las características esenciales para predecir la insuficiencia renal.

Se utilizó Spider para desarrollar en Python la lectura del modelo entrenado con los datos que se vayan ingresando para su predicción. Posterior a esto, se utilizó Sublime Text para desarrollar la integración entre PHP y Python mediante la función “exec”, y se le añadió HTML, es aquí donde se realizarán las vistas que requiera el Dr. Luis Pedraza.

Posteriormente en la computadora de desarrollo y pruebas, que tiene instalado XAMPP (esta herramienta permite levantar los servicios de Apache y MySQL convirtiendo la computadora en un servidor web y de base de datos local) se levantó el sistema web actual de la veterinaria y se realizó la integración del nuevo módulo creado.

Se procedió a subir los archivos desarrollados pertenecientes al módulo nuevo en Heroku, configurando la lectura de PHP como lenguaje principal y de Python, para que realice la predicción.

Para terminar, se subieron las modificaciones realizadas en el sistema actual al hosting que tiene la veterinaria, el cual tiene también su propio dominio.

3.1.5.4. Arquitectura

La arquitectura que se aprecia en la Figura 25, muestra el sistema que está alojado en Hostinger, con el dominio veterinariaduenas.com. Dentro del hosting se tiene el servicio web y la base de datos MySQL. El usuario realiza una petición (acción) en el sistema, se recepciona en el servidor web (Apache) que controla la presentación y donde están alojados los archivos del sistema.

El sistema actual de la veterinaria fue desarrollado en PHP, donde están las operaciones para el funcionamiento del sistema y permite la comunicación con el servidor de base de datos para obtener la información necesaria.

El modelo de predicción se desarrolló en Python y vinculado por la función `exec()` al formulario del módulo desarrollado en PHP. Los archivos necesarios para esta función están alojados en Heroku, configurado para la lectura de ambos lenguajes.

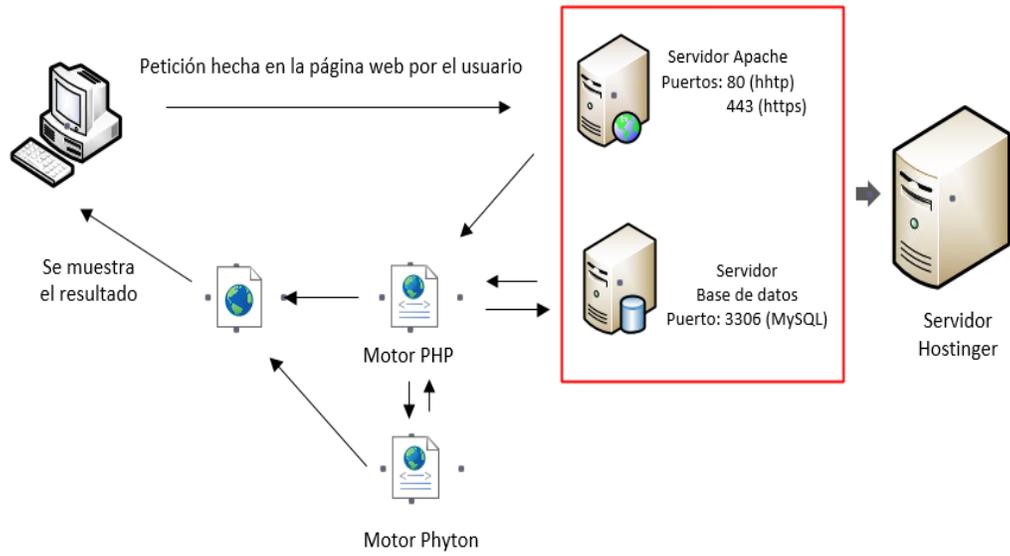


Figura 25. Arquitectura del proyecto

Elaboración: Los autores

Representando la arquitectura en capas, como se muestra en la Figura 26; la capa de presentación interpreta las peticiones del usuario corresponde al navegador web. En la capa de aplicación, donde está el control y la lógica del negocio, aloja a los archivos necesarios para el sistema (desarrollados en HTML, PHP y Python) en el servidor web Apache y se comunica mediante los protocolos HTTP (puerto 80) y HTTPS (puerto 443) con la capa de presentación. La capa de aplicación es la que interactúa con la capa de datos, que aloja al servidor MySQL, mediante el protocolo MySQL con el puerto 3306.

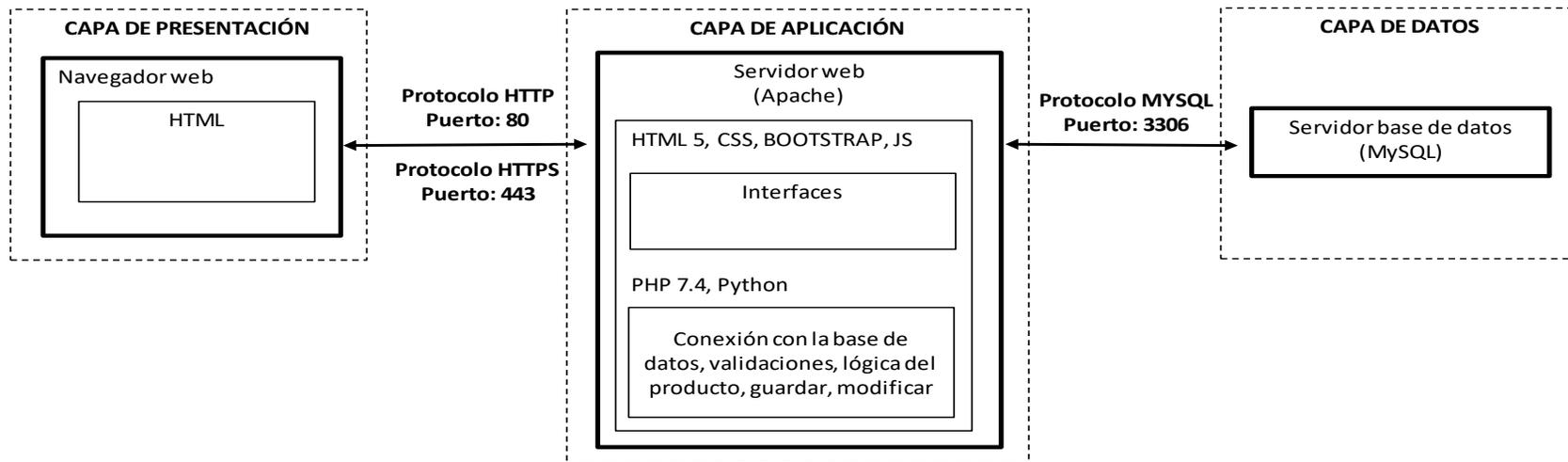


Figura 26. Arquitectura por capas

Elaboración: Los autores

En el diagrama de componentes, que se aprecia en la Figura 27, se indica cómo primero debe iniciar sesión el veterinario para acceder al sistema, este le permitirá generar la predicción correspondiente si la mascota tiene o no insuficiencia renal, registrar los resultados de la predicción, modificar las observaciones y registrar, modificar y visualizar las historias clínicas de la mascota.

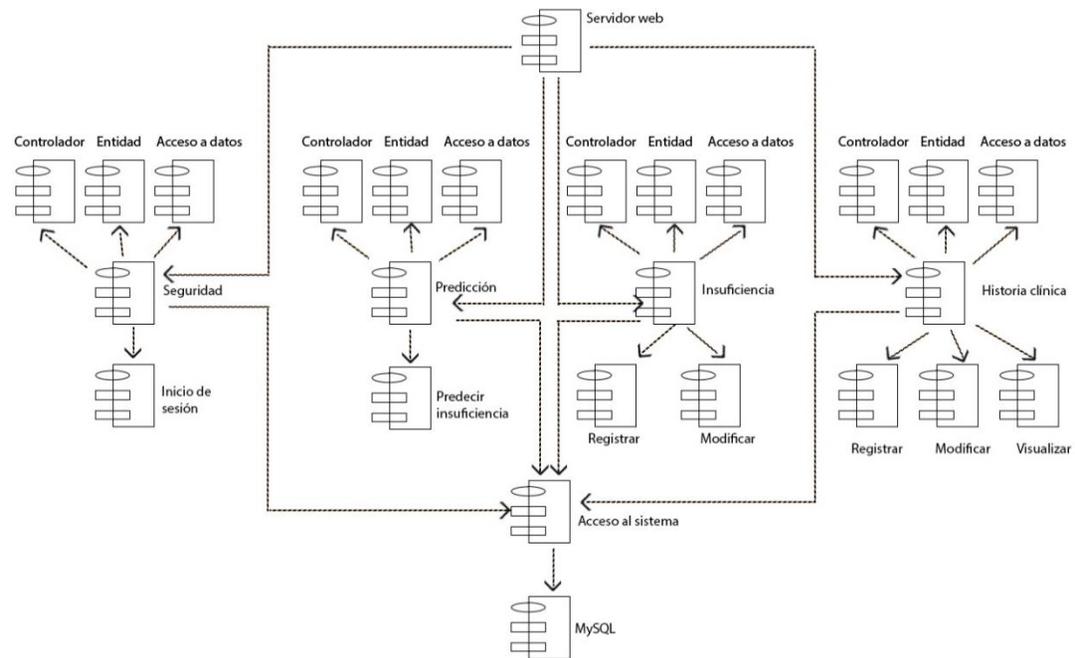


Figura 27. Diagrama de componentes

Elaboración: Los autores

En el diagrama de contexto, Figura 28, el veterinario es quien registra, modifica y visualiza las historias clínicas, además visualiza los resultados del módulo de predicción web. Para su desarrollo se extrajeron las historias clínicas de la base de datos para realizar el análisis donde se determinó que características y síntomas se tomaron en cuenta. El veterinario ingresa los síntomas que posee la mascota, en el módulo se realizará la predicción y registra los resultados.

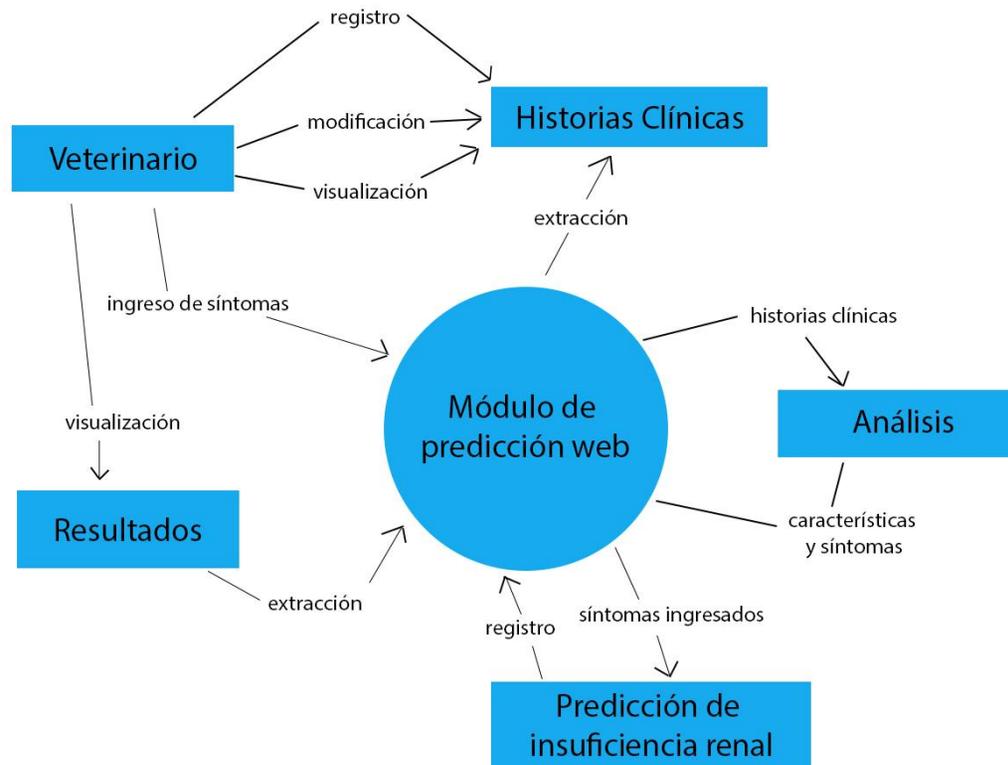


Figura 28. Diagrama de contexto

Elaboración: Los autores

En el diagrama de contenedor, en la Figura 29, muestra la interacción del usuario con el módulo de predicción web, donde se comunica por los puertos 80 y 443 al sistema almacenado en Hostinger, visualiza o ingresa los datos en las interfaces, se realizará las funciones y se conectará con la base de datos para mostrar o registrar información y al momento de realizar la predicción se comunica con los archivos de predicción en Heroku y devolverá la respuesta para su registro.

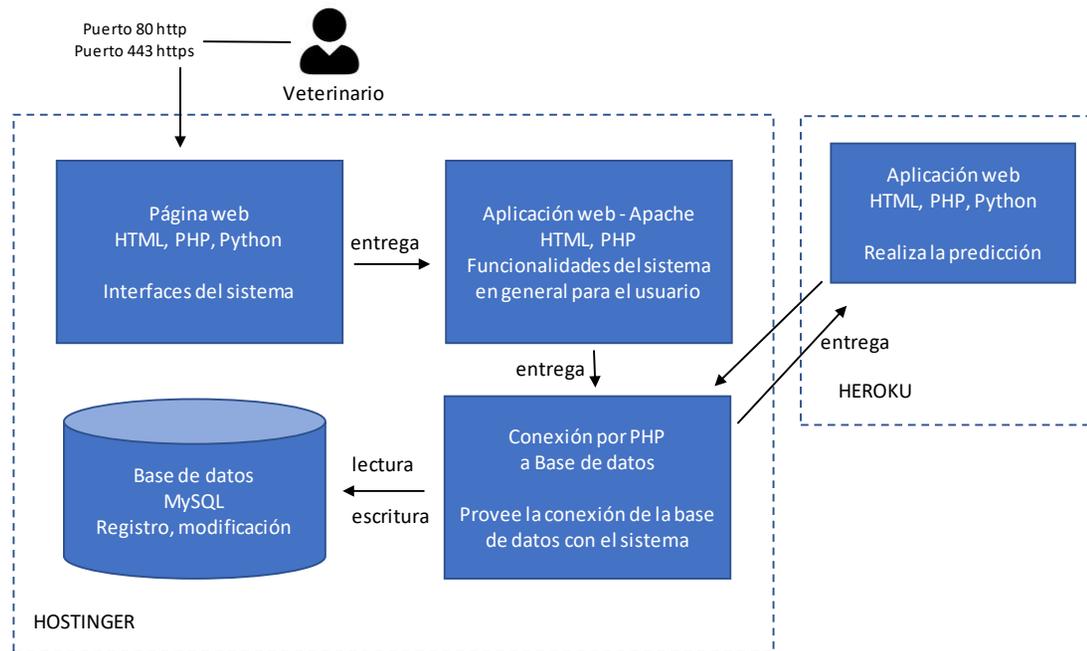


Figura 29. Diagrama de contenedor

Elaboración: Los autores

3.2. Unidad de Análisis

3.2.1. Stakeholders

Se realizó el cuadro de los involucrados con su problemática, interés, recursos y mandatos. (Ver figura 30)

INVOLUCRADOS	PROBLEMÁTICA	INTERÉS	RECURSOS	MANDATOS
CLIENTES	Puede llegar su mascota a tener complicaciones graves debido a un tardío diagnóstico de insuficiencia renal	Un método de prevención para evitar la insuficiencia renal	Monetario	Recetas médicas y órdenes de análisis
VETERINARIO	Al haber una sintomatología variada en caso de la insuficiencia renal puede llegar a confundirse al momento de diagnosticar la enfermedad Si bien tiene un sistema web para gestionar su información, no tiene el conocimiento técnico para explotar la información almacenada y poder identificar la enfermedad de manera más rápida	Identificar las variables y síntomas de la insuficiencia renal de manera más rápida Desean contar con algún método que les permita visualizar los resultados de los síntomas encontrados	Computadora principal, laptops y un sistema web	Directivas internas del establecimiento y buenas prácticas.

Figura 30. Stakeholders

Elaboración: Los autores

3.2.2. Árbol de problemas

Se realizó un árbol de problemas según el análisis hecho en la veterinaria. Ver anexo 5.

3.2.3. Árbol de objetivos

Se realizó un árbol de objetivos según el análisis hecho en la veterinaria. Ver anexo 6.

3.2.4. Marco lógico

Se realizó un marco lógico según el análisis hecho en la veterinaria. Ver anexo 7.

3.2.5. Diagrama AS-IS – Proceso Consulta

Se diseñó el proceso actual de consulta en la veterinaria. (Ver figura 31)

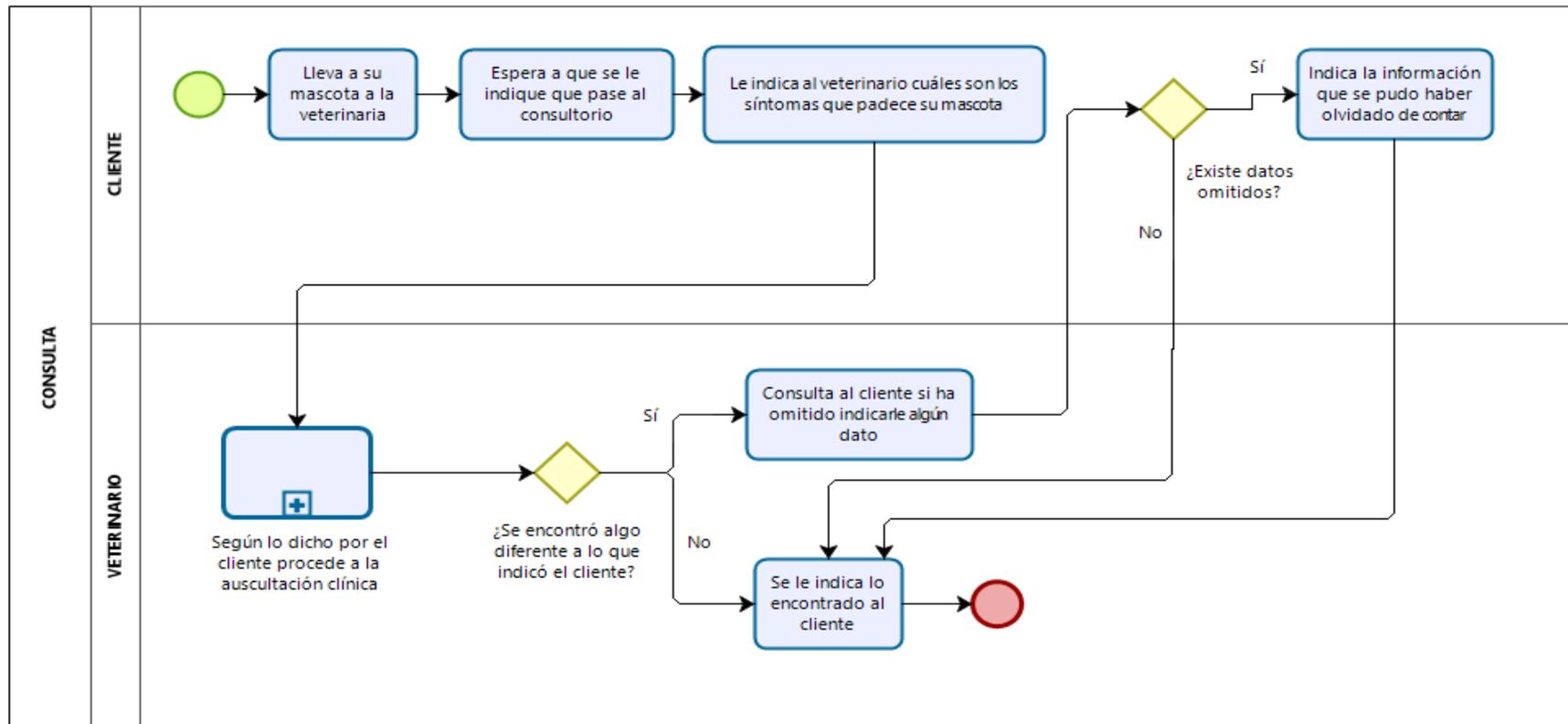


Figura 31. Diagrama AS-IS Proceso Consulta

Elaboración: Los autores

3.2.6. Diagrama TO BE – Proceso Consulta

Se diseñó como quedo el proceso de consulta luego de implementar el sistema. (Ver figura 32)

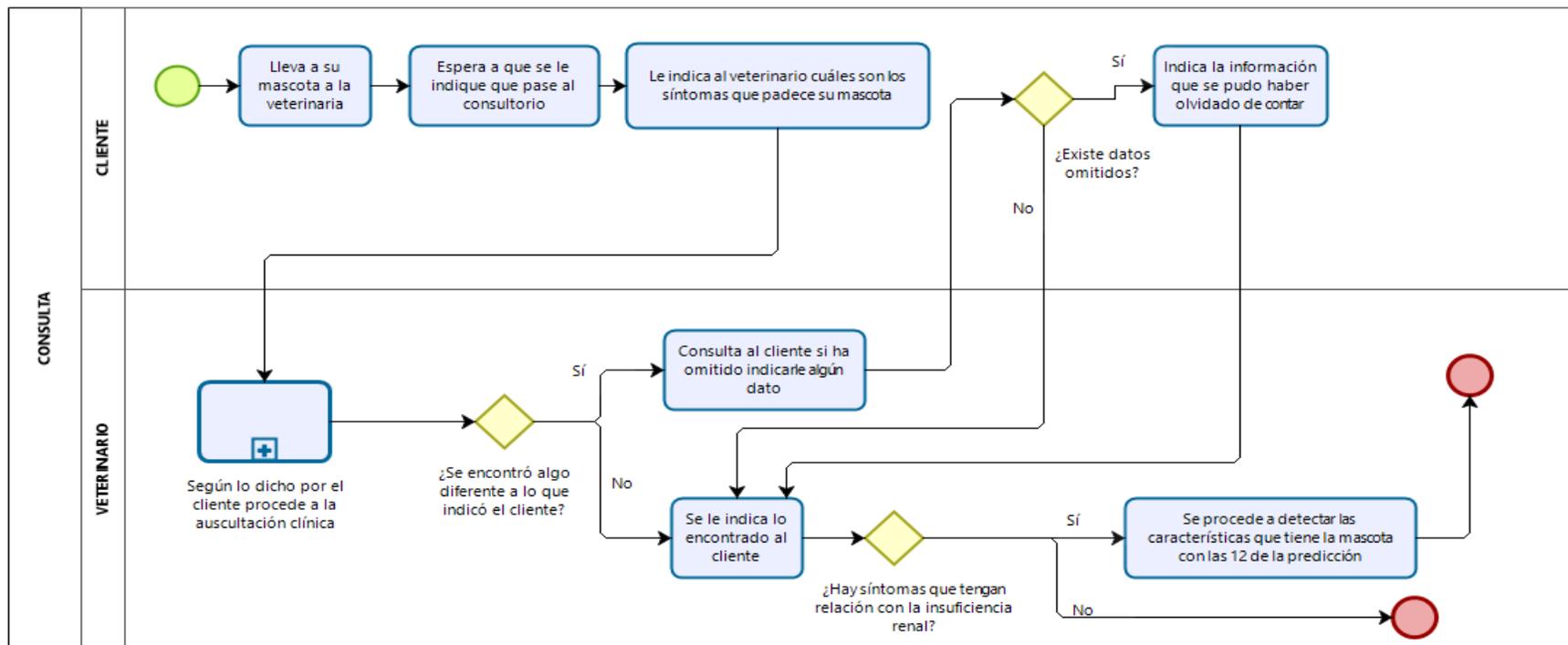


Figura 32. Diagrama TO BE - Proceso Consulta

Elaboración: Los autores

3.2.7. Diagrama AS-IS – Proceso Diagnóstico y evaluación

Se diseñó el proceso actual de diagnóstico y evaluación en la veterinaria. (Ver figura 33)

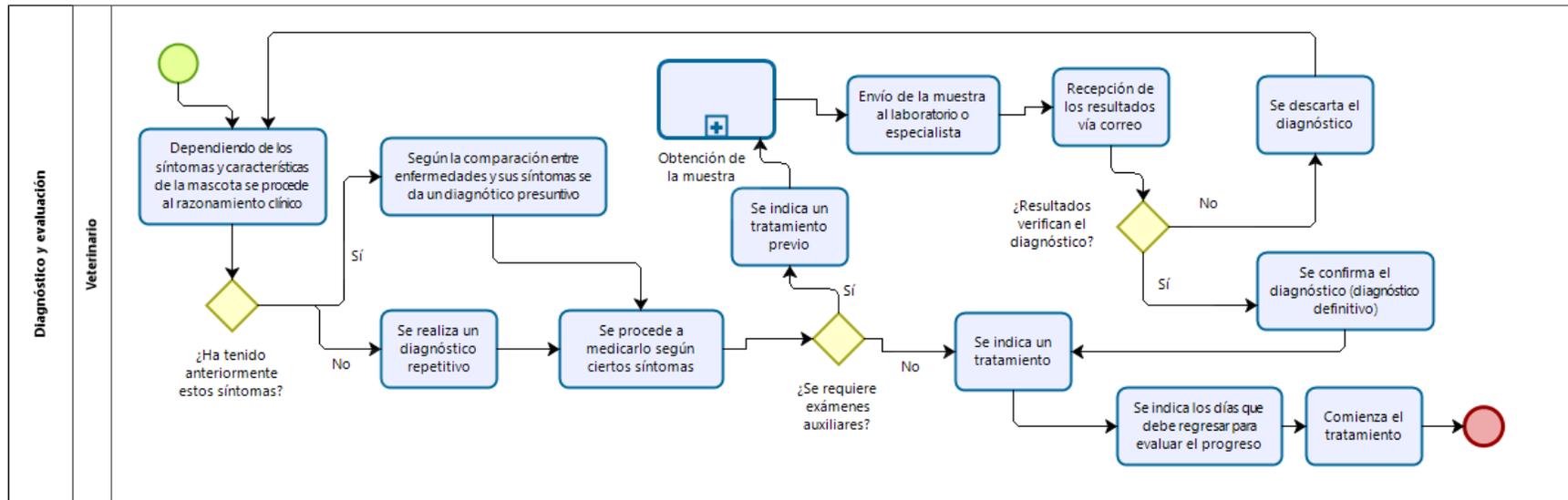


Figura 33. Diagrama AS-IS Proceso Diagnóstico y evaluación

Elaboración: Los autores

3.2.8. Diagrama TO BE – Proceso Diagnóstico y evaluación

Se diseñó cómo el proceso de diagnóstico y evaluación se hace actualmente luego de implementar el módulo de insuficiencia renal en la veterinaria. (Ver figura 34)

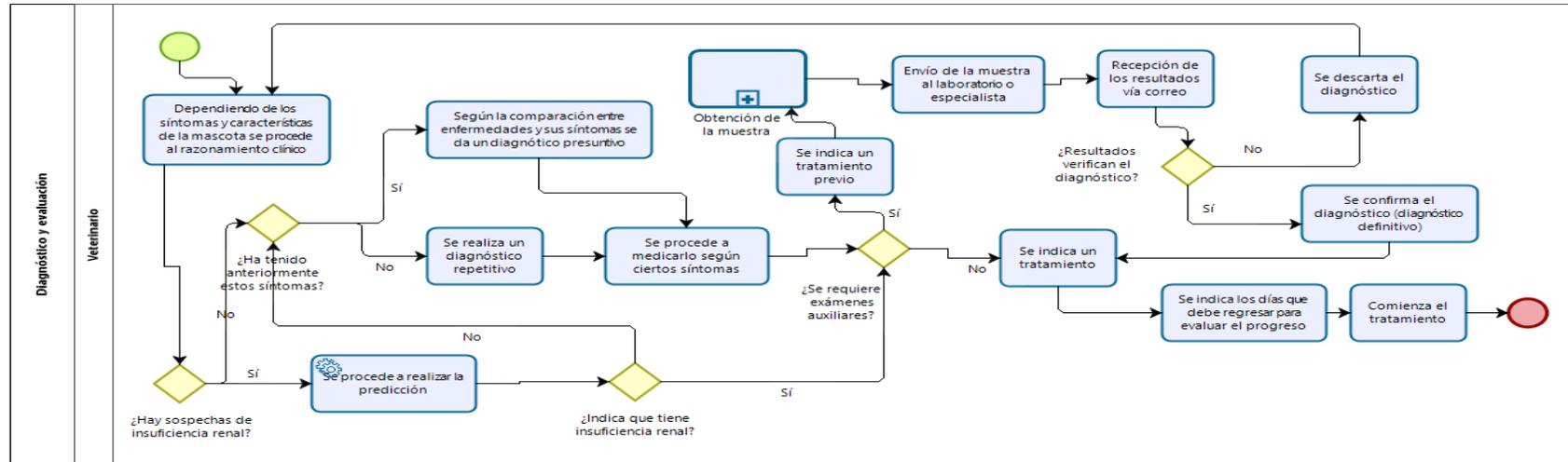


Figura 34. Diagrama TO BE - Proceso diagnóstico y evaluación

Elaboración: Los autores

3.2.9. Diagrama AS-IS – Proceso Registro de datos

Se diseñó el proceso actual de registro de datos en la veterinaria. (Ver figura 35)

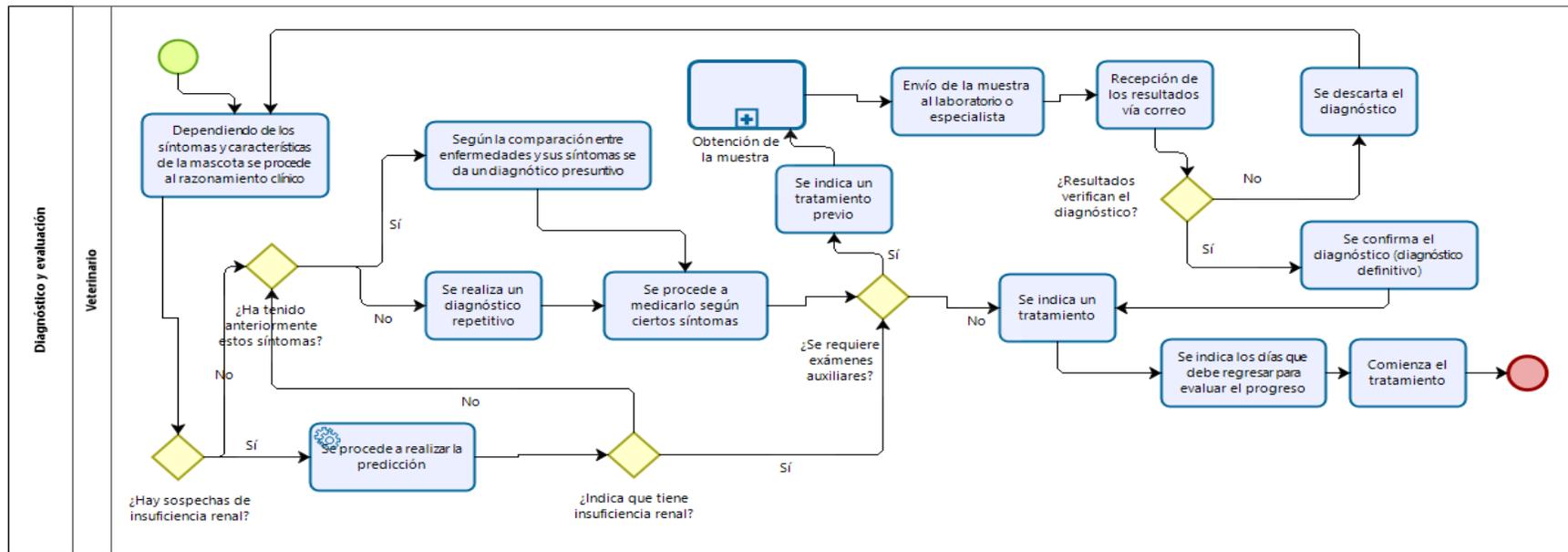


Figura 35. Diagrama AS-IS Proceso Registro de datos

Elaboración: Los autores

3.2.10. Diagrama TO-BE – Proceso Registro de datos

Se diseñó cómo el proceso de registro de datos se hace actualmente luego de implementar el módulo el módulo de insuficiencia renal en la veterinaria. (Ver figura 36)

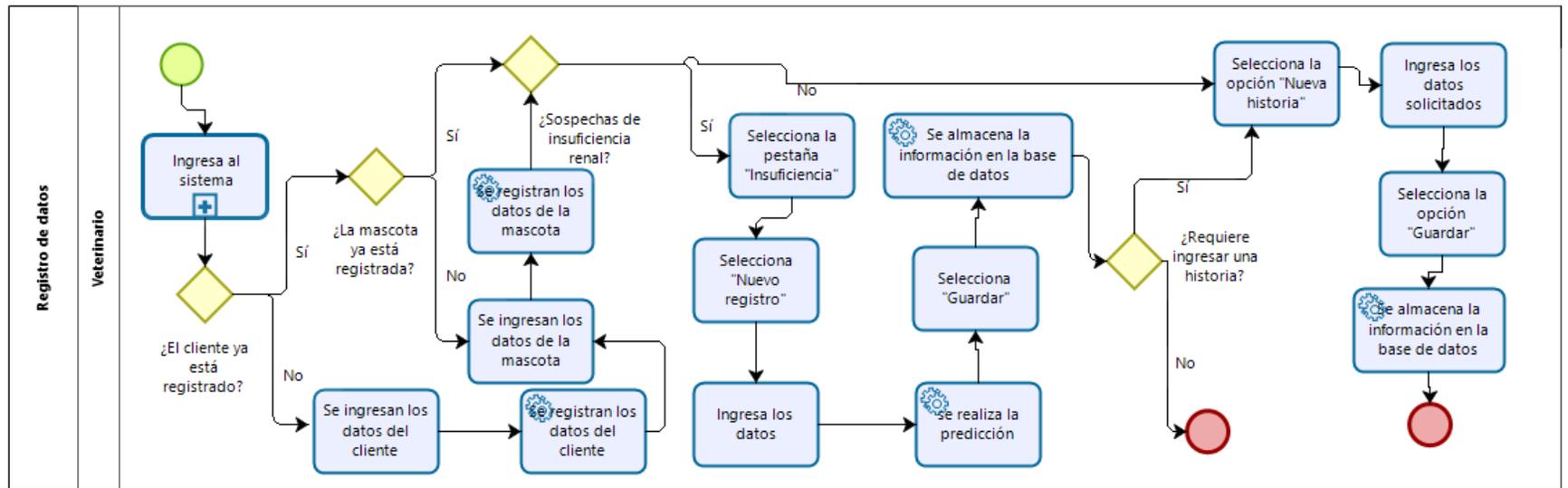


Figura 36. Diagrama TO BE - Proceso Registro de datos

Elaboración: Los autores

3.3. EDT del proyecto

Se realizó el EDT del proyecto con las fases de desarrollo de la Metodología XP. (Ver figura 37)

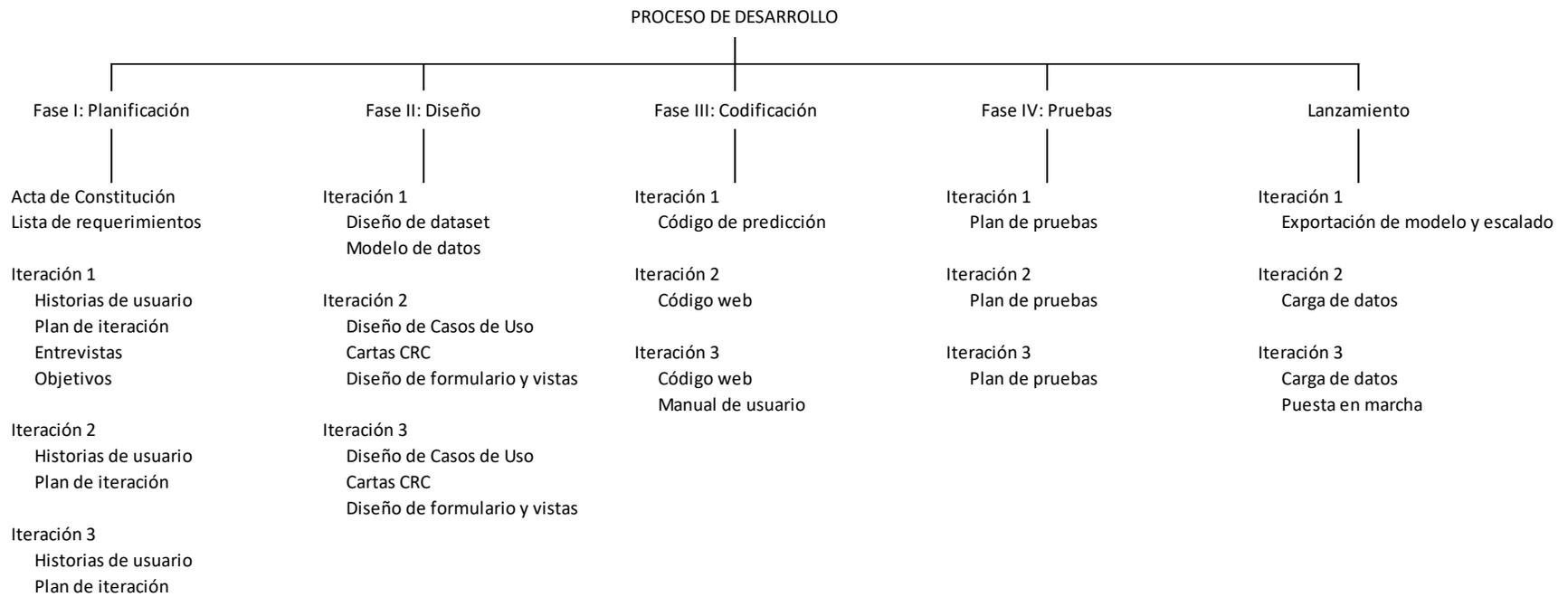


Figura 37. EDT del proyecto

Elaboración: Los autores

3.4. Desarrollo técnico de la solución

Se relacionó las actividades con los objetivos y reglas de negocio. (Ver figura 38)

Descripción	Objetivo	Regla de negocio		
Inicio del proyecto				
Reunión con el Dr. Luis Pedraza	Todos los objetivos	Todas las reglas		
Determinar lo que se desarrollará				
Desarrollo del Acta de Constitución				
Desarrollo de la lista de requerimientos				
Iteración I				
Fase I - Planificación				
Fase I - Comprensión del Negocio Crisp-DM				
Entrevista con el Dr. Luis Pedraza	Determinar las variables relacionadas, y los síntomas principales que pueden ser indicio de una insuficiencia renal.	Regla 2 (Proceso Consulta)		
Revisión de la lista de requerimientos				
Creación de las historias de usuario				
Fase II - Diseño				
Fase II - Comprensión de datos Crisp-DM				
Obtener la data				
Ordenar la data				
Analizar las características				
Crear dataset				
Diseño preliminar del modelo de datos				
Fase III - Codificación				
Fase III - Preparación de datos Crisp-DM				
Determinar las características relevantes	Desarrollar el árbol de decisiones mediante machine learning que permita identificar si un perro o gato está sufriendo de insuficiencia renal para mejorar el diagnóstico veterinario.	Regla 2 (Proceso Consulta)		
Eliminar las características irrelevantes				
Crear el árbol de decisiones				
Fase IV - Modelado Crisp-DM				
Diseño del modelo de datos final				
Fase IV - Pruebas				
Fase IV - Evaluación Crisp-DM				
Crear el plan de pruebas				
Lanzamiento				
Exportación de los archivos de modelo y escalado				
Iteración II				
Fase I - Planificación				
Crear historias de usuario	Integrar el módulo web de predicción al sistema actual de la veterinaria para visualizar los resultados y las historias clínicas de los casos con insuficiencia renal.	Regla 1 (Proceso de registro de datos) y Regla 3 (Proceso de diagnóstico y evaluación)		
Fase II - Diseño				
Diseñar el formulario				
Fase III - Codificación				
Desarrollar el formulario				
Fase IV - Pruebas				
Crear el plan de pruebas				
Lanzamiento				
Carga de datos				
Iteración III				
Fase I - Planificación				
Crear historias de usuario	Integrar el módulo web de predicción al sistema actual de la veterinaria para visualizar los resultados y las historias clínicas de los casos con insuficiencia renal.	Regla 1 (Proceso de registro de datos) y Regla 3 (Proceso de diagnóstico y evaluación)		
Fase II - Diseño				
Diseñar la pantalla de visualización				
Fase III - Codificación				
Desarrollar la pantalla de visualización				
Desarrollar la integración				
Fase IV - Pruebas				
Crear el plan de pruebas				
Lanzamiento				
Carga de datos				
Puesta en marcha				

Figura 38. Relación actividades, objetivos y reglas de negocio

Elaboración: Los autores

3.5. Cronograma

Se realizó el cronograma del proyecto en el software MS Project. (Ver figura 39)

Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
✦	Inicio del proyecto	4 días	mié 3/03/21	dom 7/03/21
✦	Reunión con el Dr. Luis Pedraza	1 día	mié 3/03/21	mié 3/03/21
✦	Determinar lo que se desarrollará	1 día	mié 3/03/21	mié 3/03/21
✦	Desarrollo del Acta de Constitución	1 día	dom 7/03/21	dom 7/03/21
✦	Desarrollo de la lista de requerimientos	1 día	dom 7/03/21	dom 7/03/21
✦	Iteración I	37 días	dom 7/03/21	dom 25/04/21
✦	Fase I - Planificación	7 días	dom 7/03/21	sáb 13/03/21
✦	Fase I - Comprensión del Negocio Crisp-DM	7 días	dom 7/03/21	sáb 13/03/21
✦	Entrevista con el Dr. Luis Pedraza	1 día	dom 7/03/21	dom 7/03/21
✦	Revisión de la lista de requerimientos	1 día	dom 7/03/21	dom 7/03/21
✦	Creación de las historias de usuario	1 día	sáb 13/03/21	sáb 13/03/21
✦	Fase II - Diseño	7 días	sáb 20/03/21	dom 28/03/21
✦	Fase II - Comprensión de datos Crisp-DM	7 días	sáb 20/03/21	dom 28/03/21
✦	Obtener la data	1 día	sáb 20/03/21	sáb 20/03/21
✦	Ordenar la data	1 día	dom 21/03/21	dom 21/03/21
✦	Analizar las características	1 día	dom 21/03/21	dom 21/03/21
✦	Crear dataset	2 días	sáb 27/03/21	dom 28/03/21
✦	Diseño preliminar del modelo de datos	1 día	dom 28/03/21	dom 28/03/21
✦	Fase III - Codificación	17 días	vie 2/04/21	sáb 24/04/21
✦	Fase III - Preparación de datos Crisp-DM	12 días	vie 2/04/21	dom 18/04/21
✦	Determinar las características relevantes	2 días	vie 2/04/21	dom 4/04/21
✦	Eliminar las características irrelevantes	1 día	dom 4/04/21	dom 4/04/21
✦	Crear el árbol de decisiones	1 día	dom 18/04/21	dom 18/04/21
✦	Fase IV - Modelado Crisp-DM	1 día	sáb 24/04/21	sáb 24/04/21
✦	Diseño del modelo de datos final	1 día	sáb 24/04/21	sáb 24/04/21
✦	Fase IV - Pruebas	2 días	vie 23/04/21	dom 25/04/21
✦	Fase IV - Evaluación Crisp-DM	2 días	vie 23/04/21	dom 25/04/21
✦	Crear el plan de pruebas	2 días	vie 23/04/21	dom 25/04/21
✦	Lanzamiento	1 día	dom 25/04/21	dom 25/04/21
✦	Exportación de los archivos de modelo y escal	1 día	dom 25/04/21	dom 25/04/21
✦	Iteración II	72 días	vie 30/04/21	dom 8/08/21
✦	Fase I - Planificación	1 día	vie 30/04/21	vie 30/04/21
✦	Crear historias de usuario	1 día	vie 30/04/21	vie 30/04/21
✦	Fase II - Diseño	1 día	sáb 1/05/21	sáb 1/05/21
✦	Diseñar el formulario	1 día	sáb 1/05/21	sáb 1/05/21
✦	Fase III - Codificación	5 días	dom 2/05/21	jue 6/05/21
✦	Desarrollar el formulario	5 días	dom 2/05/21	jue 6/05/21
✦	Fase IV - Pruebas	1 día	sáb 7/08/21	sáb 7/08/21
✦	Crear el plan de pruebas	1 día	sáb 7/08/21	sáb 7/08/21
✦	Lanzamiento	1 día	dom 8/08/21	dom 8/08/21
✦	Carga de datos	1 día	dom 8/08/21	dom 8/08/21
✦	Iteración III	32 días	vie 30/04/21	dom 13/06/21
✦	Fase I - Planificación	1 día	lun 10/05/21	lun 10/05/21
✦	Crear historias de usuario	1 día	lun 10/05/21	lun 10/05/21
✦	Fase II - Diseño	1 día	lun 10/05/21	lun 10/05/21
✦	Diseñar la pantalla de visualización	1 día	lun 10/05/21	lun 10/05/21
✦	Fase III - Codificación	3 días	mié 12/05/21	vie 14/05/21
✦	Desarrollar la pantalla de visualización	2 días	mié 12/05/21	jue 13/05/21
✦	Desarrollar la integración	2 días	jue 13/05/21	vie 14/05/21
✦	Fase IV - Pruebas	12 días	sáb 15/05/21	dom 30/05/21
✦	Crear el plan de pruebas	12 días	sáb 15/05/21	dom 30/05/21
✦	Lanzamiento	7 días	sáb 5/06/21	dom 13/06/21
✦	Carga de datos	2 días	sáb 5/06/21	dom 6/06/21
✦	Puesta en marcha	2 días	sáb 12/06/21	dom 13/06/21

Figura 39. Cronograma

Elaboración: Los autores

3.6. Ética

El proyecto busca el bienestar de los miembros de otra especie de la familia, es por eso por lo que se toma en cuenta la importancia de la ley 30407, Ley de Protección y Bienestar Animal, donde se contempla como delito el maltrato o abandono de una mascota, permitiendo al médico veterinario informar en caso encuentre daños de crueldad en una mascota, a fin de salvaguardar su vida. Cabe resaltar que se considera el abandono y la mala o nula atención de las necesidades básicas de la mascota incluyendo su asistencia médica.

Correspondiente al proyecto mismo, el sistema actual de la veterinaria permite ingresar los datos personales de los dueños. Es por ello, que se considera la información de la ley 29733, Ley de protección de datos personales, en su artículo 14, inciso 6, que indica que no se requiere el consentimiento del titular de los datos personales para su uso y tratamiento en temas de salud, donde se recalca la prevención, diagnóstico y el tratamiento médico siempre y cuando sea realizado dentro del establecimiento de salud o realizado por un profesional de salud, así mismo si hay razones de interés para la salud pública.

Si bien se entiende que como profesional de salud también incluye al médico veterinario, se puede constatar en la ley 23536, Ley de normas generales de regulación del trabajo y la carrera de los profesionales de la salud, en su artículo 6, donde aparece el médico veterinario.

3.7. Seguridad

Para mantener buenas prácticas con la información que se está almacenando y utilizando, correspondiente a los requerimientos de los veterinarios, se tiene las siguientes características reflejadas en la ISO 27002 y sus dominios:

Para el dominio 7, “Seguridad ligada a los Recursos Humanos”, al momento de que hay un nuevo médico veterinario, se le crea un usuario y contraseña para que pueda ingresar al sistema actual de la veterinaria. Aquí podrá visualizar todos los datos de los dueños, mascotas y las historias clínicas. Él es responsable de la información que se está visualizando. Además, cuenta con los permisos de registrar y modificar. Al momento de que se retira un veterinario, su usuario es deshabilitado.

Para el dominio 8, “Gestión de activos”, correspondiente a la clasificación de la información, se relaciona con lo explicado en el punto 3.6 de la presente tesis, donde se indica que la información almacenada contiene datos personales de los dueños (nombre, DNI, correo, etc.) que es información sensible y no debe ser pública, pero puede ser administrado por los médicos veterinarios para sus funciones como profesionales de la salud.

Para el dominio 9, “Control de accesos”, solo los médicos veterinarios tienen el permiso de ingresar al sistema para poder registrar, visualizar y modificar la información. Cada persona es responsable de su usuario y contraseña. El acceso al hosting solo lo conoce el gerente general de Hatun Uywa, además de los tesisistas encargados del soporte y mantenimiento del sistema. El

gerente general informa a los tesistas sobre un nuevo usuario o deshabilitar alguno específico para su ejecución.

Para el dominio 10, "Cifrado", se tiene en consideración que las contraseñas están encriptadas en MD5.

Para el dominio 16, "Gestión de incidentes en la seguridad de la información", los responsables de los registros y modificaciones son los médicos veterinarios; mientras que los responsables para poder brindar el soporte, respaldo y mejoras de seguridad son los tesistas.

Los aspectos de seguridad se encuentran en el manual de instalación. Ver anexo 17.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

4.1. Inicio del proyecto

4.1.1. Acta de constitución del proyecto

Se desarrolló un acta de constitución para formalizar el inicio y desarrollo del proyecto. Ver anexo 4.

4.1.2. Lista de requerimientos

Se realizó la lista de los requerimientos del Dr. Luis Pedraza para el desarrollo del proyecto. (Ver figura 40)

Requerimiento	Descripción	Tipo
Requerimientos Funcionales		
R01	Debe permitir ver el resultado si un perro o gato puede estar sufriendo de insuficiencia renal y los síntomas registrados	Funcional
R02	Ingresar si la mascota tiene o no los síntomas relacionados con la enfermedad	Funcional
R03	Debe estar integrado al sistema actual	Funcional
R04	El uso del sistema actual y del nuevo módulo solo será para los veterinarios.	Funcional
R05	La visualización de resultados sí puede darse al cliente.	Funcional
R06	No se almacenará directamente en las historias clínicas, los resultados tendrán su vista propia y luego se creará una historia clínica en base al resultado de cada predicción	Funcional
R07	Debe relacionarse el resultado de la predicción con la información de la mascota para hacerle seguimiento	Funcional
R08	Predecir si un perro o gato puede estar sufriendo de insuficiencia renal (sin distinguir si es crónica o aguda)	Funcional
R09	Debe permitir relacionar el resultado con una nueva historia clínica	Funcional
R10	Debe registrar los síntomas relacionados con la predicción que presenta la mascota	Funcional
R11	Debe registrar el resultado	Funcional
R12	Debe permitir ingresar el resultado oficial luego de tener los resultados del examen auxiliar	Funcional
Requerimientos No Funcionales		
RN01	Debe ser simple y fácil de utilizar	Usabilidad
RN02	Debe ser de fondo blanco y letras negras (Mismo estilo del sistema actual)	Diseño
RN03	Debe ingresarse de manera online	Usabilidad
RN04	El sistema permite sesiones concurrentes	Usabilidad
RN05	El ingreso de los síntomas debe ser práctico	Usabilidad
RN06	Se tendrán los resultados desde la instalación del módulo, no de antes	Tiempo
RN07	Se debe acceder desde el menú interno de las mascota	Usabilidad

Figura 40. Lista de requerimientos

Elaboración: Los Autores

4.1.3. Plan de iteraciones

Se realizó el plan de iteraciones relacionando con las historias de usuario y actividades. (Ver figura 41)

Iteración	Historias de Usuario	Actividades
#1 Predecir Insuficiencia Renal		Obtener la data
		Ordenar la data
		Analizar las características
		Crear dataset
		Determinar las características relevantes
		Eliminar las características irrelevantes
		Crear el árbol de decisiones
		Crear los archivos de modelo y escalado
		Pruebas de predicción
		Creación de modelo de datos
#2 Ingresar datos	Historia de usuario 1	Diseñar el formulario
		Desarrollar el formulario
		Obtener los valores ingresados
		Registrar los valores ingresados
#3 Integración	Historia de usuario 2	Pruebas
		Diseñar la pantalla de visualización
		Desarrollar la pantalla de visualización
	Historia de usuario 3	Obtener los valores que han sido registrados
		Pruebas
		Integración en el sistema actual
		Pruebas

Figura 41. Plan de iteraciones

Elaboración: Los autores

4.2. Iteración I – Predecir insuficiencia renal

4.2.1. Fase I – Planificación

4.2.1.1. Fase I – Comprensión del negocio CRISP-DM

4.2.1.1.1. Entrevista

Se realizó una entrevista al Dr. Luis Pedraza Franco el día 7 de marzo del 2021 para obtener la información necesaria con el cuál se pueda listar los requerimientos y los objetivos del proyecto. En esta entrevista, el doctor plantea la creación de un módulo web para el sistema actual que se la había creado anteriormente, en donde

pueda ingresar si una mascota (perros o gatos) tiene o no algún síntoma relevante de la insuficiencia renal y pueda visualizar el resultado, a fin de que sea una ayuda en el diagnóstico y tomar la decisión de realizar los análisis correspondientes para corroborar si tiene o no la enfermedad. Ver anexo 8.

4.2.1.1.2. Planificación del modelo de machine learning

La creación del modelo de machine learning, como se aprecia en la figura 42, inició con el entendimiento del problema, gracias a la entrevista y comunicaciones con el gerente general de Hatun Uywa SAC, el Dr. Luis Pedraza Franco. Se utilizó una sentencia para exportar los datos de las mascotas y las historias clínicas en formato CSV. Se procedió a ordenar la información obtenida y, por medio de las características y síntomas que se enlistaron, se creó el dataset en un Excel (formato xlsx). Se tenían 1471 filas (el total de las historias registradas), al eliminar las filas vacías quedaron 679 filas.

Posterior a esto, se realizó el análisis de los datos, luego se procedió a la creación del árbol de decisiones con las características y síntomas que se seleccionaron. Se creó el modelo final de datos y se realizaron las pruebas correspondientes al modelo de predicción.

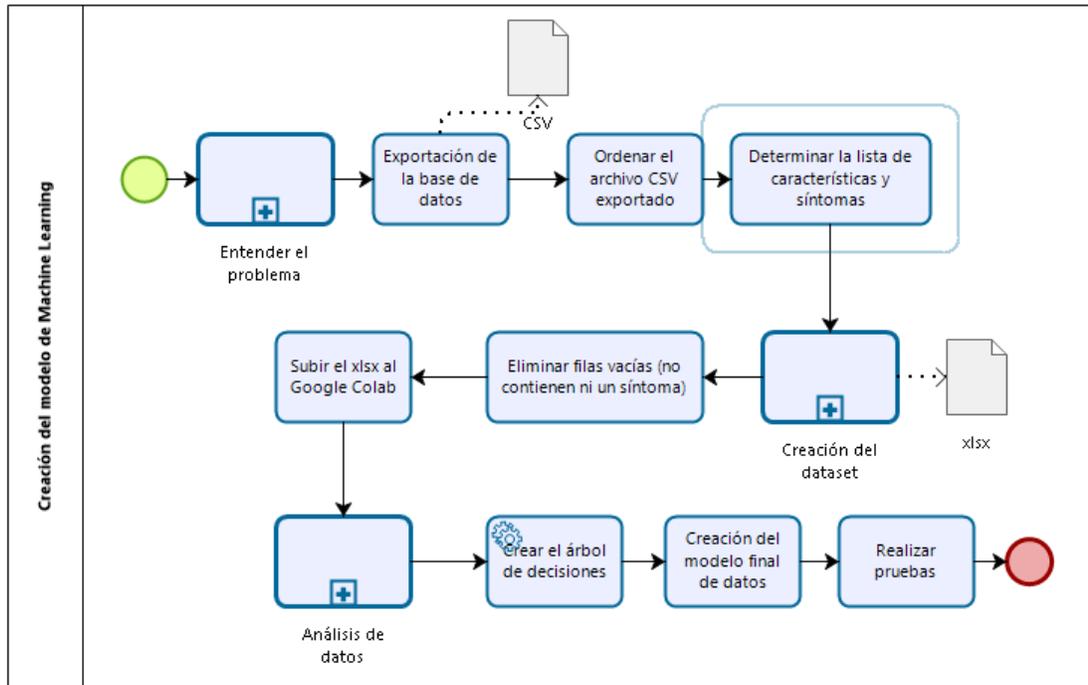


Figura 42. Creación del modelo de ML

Elaboración: Los autores

4.2.2. Fase II – Diseño

4.2.2.1. Fase II - Comprensión de datos CRISP-DM

Una vez comprendido el negocio, sus requerimientos y en qué se va a enfocar el proyecto, se procedió a obtener la información de directamente de la base de datos. Para ello se exportó solo lo necesario para la evaluación de la data. Se utiliza la siguiente sentencia (Ver figura 43):

```
SELECT mascota.nombre as nombre, persona.apellido1 as apellido, especie.nombre as especie, mascota.sexo as sexo,
mascota.raza as raza, YEAR(CURDATE())-YEAR(mascota.fec_nac) + IF( DATE_FORMAT(CURDATE(), '%m-%d') >
DATE_FORMAT(mascota.fec_nac, '%m-%d'), 0, -1 ) as edad, historia.id_historia as idhistoria,
servicio_mascota.fecha as fecha, historia.historia as historia, historia.diagnostico as diagnostico,
historia.examen_auxiliar as examen_auxiliar, historia.tratamiento as tratamiento from historia left join
servicio_mascota on servicio_mascota.id_sermas = historia.id_sermas left join mascota on mascota.id_mascota =
servicio_mascota.id_mascota left join persona on persona.id_persona = mascota.id_persona left join especie on
especie.id_especie = mascota.id_especie order by nombre, apellido, idhistoria ASC
```

Figura 43. Sentencia para exportar datos

Elaboración: Los autores

Con esto, se obtuvo el nombre de la mascota, el apellido del dueño, especie, sexo, raza, edad, el número de historia, fecha de creación de la historia, historia clínica, diagnóstico, examen auxiliar y tratamiento. La información se exportó en formato csv ordenada en columnas (Ver figura 44).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	nombre	apellido	especie	sexo	raza	edad	idhistoria	fecha	historia clínica	diagnostico	examen_aux	tratamiento
2	Oso	Neyra	Canino	Macho	Cruce	13	82	4/12/2007	se diaggnost	dermatitis atopica		triancinolona
3	Pinta	CONTRERAS	Felino	Hembra	Cx	11	5	1/11/2009	La gata se ra:	Dermatitis atopica		Se sedo al pa
4	Tobby	Arias	Canino	Macho	Cx	4	235	4/2/2012	vino por control,	esta bien su venda		meloxivet
5	Manchis	Paredes	Canino	Macho	Poodel	4	10	16/7/2016	ayer se le hizo limpieza de oido,	se sac	Limpieza y aq	
6	Sacha	Merino	Canino	Hembra	Cruce	1	11	24/4/2019	viene por su vacuna			Vacuna quint
7	Canela	Quispe	Canino	Hembra	SHIT ZU	1	8	9/5/2019	viene por	desparasitacion y antipulgas		
8	Aquiles	Trujillo	Canino	Macho	schanauzer	1	7	15/6/2019	hace mas de	Gatritis	se recomien	hepatin
9	Speedy	Andrade	Canino	Macho	Cx	1	9	2/9/2019	Desparacitacion			
10	Dobby	Navarro	Canino	Macho	Cruce	1	6	18/9/2019	vienen por desparasiacion	esta botar	pracanex	
11	Canela	Quispe	Canino	Hembra	SHIT ZU	1	463	20/9/2019				vacuna Sextu
12	Timoteo	Cardenas	Felino	Macho	Cx	10	99	9/10/2019	Costipado no	Gingivitis		Clidamicina
13	Timoteo	Cardenas	Felino	Macho	Cx	10	100	10/10/2019	Muchio mejor ya come			Clindamicin
14	Timoteo	Cardenas	Felino	Macho	Cx	10	101	11/10/2019	ya come tod	gingivitis		Clindamicin
15	Patroclo	Milla	Felino	Macho	Cx	3	28	5/11/2019	Se escapo hace un me	de Hemograma		Solucion

Figura 44. Recorte de la data exportada

Elaboración: Los autores

4.2.2.1.1. Diseño del dataset

Para realizar el dataset se investigó cuáles eran los síntomas asociados a la insuficiencia renal, sea crónica o aguda, según lo leído en las diversas fuentes de se determinó la lista de características y síntomas a tomar en cuenta para detectar la insuficiencia renal. Se debe mencionar que en la lista también se colocaron síntomas generales más comunes aparecidas en las historias clínicas cuyo riesgo a causar insuficiencia renal es muy bajo (heridas, cortes o daños, síntomas respiratorios, pulgas o garrapatas), pero se analizaron su comportamiento con la enfermedad en los registros (Ver figura 45):

Características y síntomas

edad
Vómitos
Pérdida de apetito
Letargo
Apatía
Diarrea o Heces sueltas
Halitosis
Disminución o ausencia de orina
Incoordinación
Convulsiones
Aumento de orina
Aumento de agua consumida
Disminución de agua consumida
Delgadez
Estreñimiento
Alopecia
Pelaje seco
Pelaje sin brillo
Dolor abdominal
Debilidad muscular
Cálculos o problemas renales
Intoxicación
Traumatismos
Deshidratación
Presencia de tumores
Ceguera
Orina con sangre / cargada
Hemorragias
Síntoma cardíaco
Dilatación de la pelvis
Anorexia
Sangrado de encías
Úlceras bucales
Gastritis
Necrosis de lengua
Temblores
Fatiga
Calambres
Ataxia
Alergia a medicamentos / alimentos
Cuerpos extraños
Parvovirus
Erlichia
Piometra
Heridas, cortes o daños
Síntomas respiratorios
Ingesta de desechos o cosas raras
Pulgas o garrapatas
días síntomas

Figura 45. Lista de características y síntomas

Fuente: (León, M. 2019; Martínez, P., Martínez, I., & Martínez, P. 2011)

Elaboración: Los autores

En un archivo Excel (xlsx), la lista se convirtió en columnas y se llenó conforme a la información que se obtiene de las historias clínicas anteriormente exportadas en csv colocando los valores directos correspondientes a la edad y los días de síntomas, mientras que para la sintomatología si la mascota tiene el síntoma se le colocará el valor de 1, si no lo tiene el valor será de 0 (Ver figura 46).

edad	Vómitos	Pérdida de apetito	Letargo	Apatía	Diarrea o Heces sueltas	Halitosis
8	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	1	0

Figura 46. Construcción del dataset

Elaboración: Los autores

Al tener listo el dataset, se tenían 1471 filas (que corresponden a las 1471 historias clínicas extraídas de la base de datos), pero se visualizó que había filas que no contaban con ningún síntoma (todos los valores eran 0), por lo que se procedió a su eliminación. De esta manera, el dataset terminó con 679 filas (118 con insuficiencia renal), esta es la cantidad final con la que se trabajó para el desarrollo del árbol de decisiones.

4.2.2.1.2. Diseño de modelo de datos

Se creó un diseño preliminar donde solo se muestran las tablas que posiblemente serían adecuadas a añadir a la base de datos ya existente como se muestra en la Figura 47.

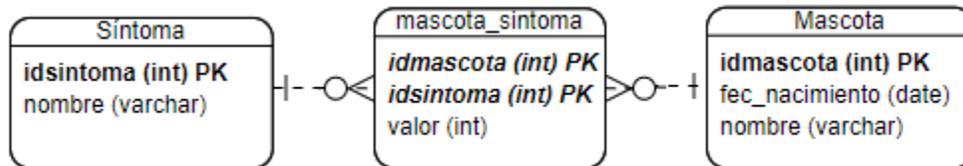


Figura 47. Diseño preliminar de modelo de datos

Elaboración: Los autores

4.2.3. Fase III – Codificación

4.2.3.1. Fase III – Preparación de datos CRISP-DM

El proceso del análisis de los datos, como se detalla en la Figura 48, inició con la carga del dataset al código. Se realizó la visualización de las estadísticas y del comportamiento de la data y tener en cuenta cuáles son las características más importantes según lo visualizado. A esto se le sumó que por medio de la variación que hubo, se pudo determinar qué características y síntomas se debían seleccionar y cuáles no. Además, se tomó en cuenta síntomas que son fundamentales para identificar la enfermedad. Se realizó una matriz de correlación para verificar si hay alguna variable que se deba eliminar.

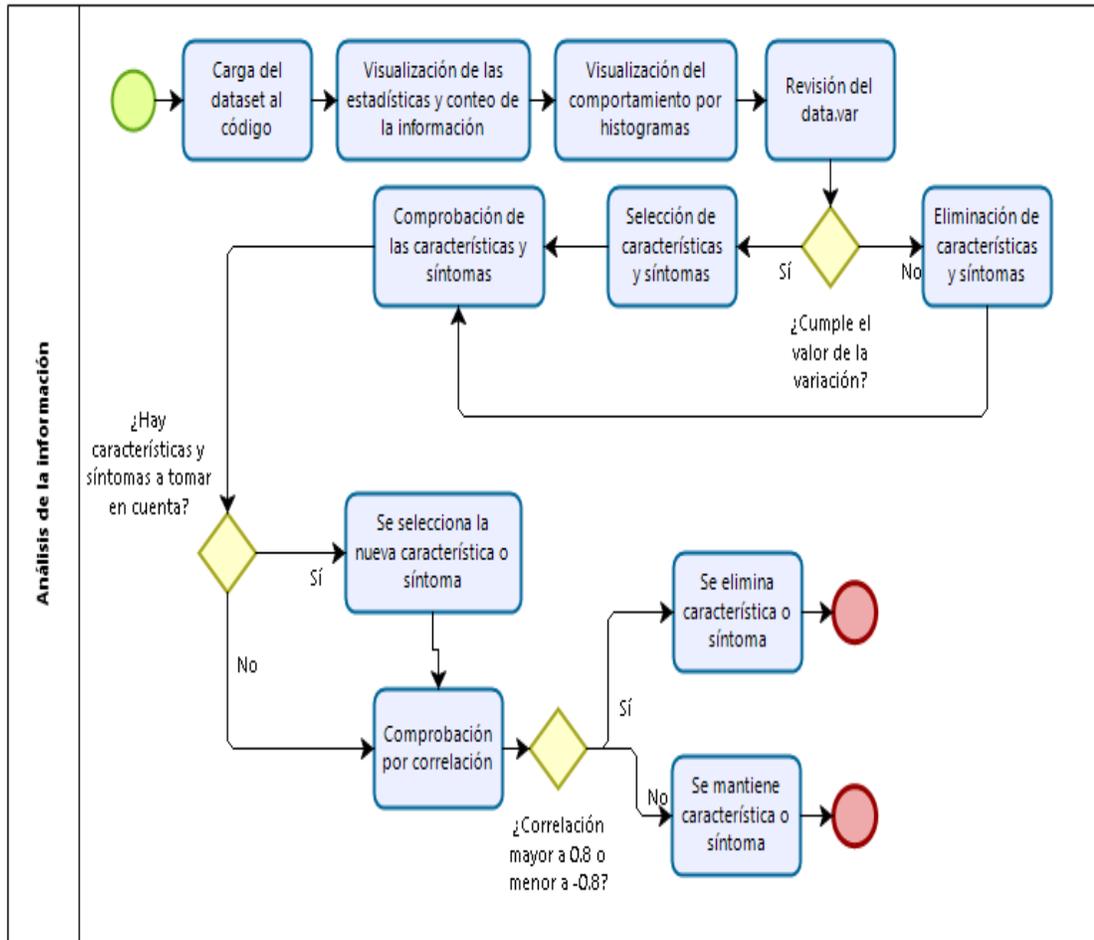


Figura 48. Análisis de la información

Elaboración: Los autores

Para iniciar con el desarrollo del código del proyecto se importaron las librerías necesarias para el análisis, manipulación, visualización y modelado de los datos (Ver figura 49).

```

#escalacion datos
from sklearn.preprocessing import StandardScaler

#crear pliegues de misma distribucion
from sklearn.model_selection import StratifiedKFold

#oversampling (aumentar numero de muestras de una clase débil)
from imblearn.over_sampling import SMOTE

#separar datos en un % elegido por el usuario
from sklearn.model_selection import train_test_split

#metrica de desempeño
from sklearn.metrics import recall_score

#metrica de desempeño
from sklearn.metrics import precision_score

#manipulacion, visualizacion, estadísticas y preprocesamiento de datos
import pandas as pd

#libreria de algebra lineal
import numpy as np

#visualizacion de datos
import matplotlib.pyplot as plt

visualizacion de datos avanzado
import seaborn as sns

#buscador de los mejores parámetros de un modelo con CV
from sklearn.model_selection import GridSearchCV

#modelador de arboles de desiciones para clasificacion
from sklearn.tree import DecisionTreeClassifier

```

Figura 49. Importación de librerías

Elaboración: Los autores

Luego se procedió a la lectura del dataset que se encuentra en una hoja Excel con formato xlsx. (Ver figura 50)

```
[ ] dt = pd.read_excel('/dataset3.xlsx')  
  
    data = pd.DataFrame(dt)  
  
    y = data.INSUFICIENCIA  
  
    data = data.drop(679,axis=0)  
  
    y = data.INSUFICIENCIA
```

Figura 50. Lectura del dataset

Elaboración: Los autores

Se mostraron las columnas con data.info() como se muestra en las Figuras 51 y 52.

#	Column	Non-Null Count	Dtype
0	edad	679 non-null	int64
1	Vómitos	679 non-null	float64
2	Pérdida de apetito	679 non-null	float64
3	Letargo	679 non-null	float64
4	Apatía	679 non-null	float64
5	Diarrea o Heces sueltas	679 non-null	float64
6	Halitosis	679 non-null	float64
7	Disminución o ausencia de orina	679 non-null	float64
8	Incoordinación	679 non-null	float64
9	Convulsiones	679 non-null	float64
10	Aumento de orina	679 non-null	float64
11	Aumento de agua consumida	679 non-null	float64
12	Disminución de agua consumida	679 non-null	float64
13	Delgadez	679 non-null	float64
14	Estreñimiento	679 non-null	float64
15	Alopecia	679 non-null	float64
16	Pelaje seco	679 non-null	float64
17	Pelaje sin brillo	679 non-null	float64
18	Dolor abdominal	679 non-null	float64
19	Debilidad muscular	679 non-null	float64
20	Cálculos o problemas renales	679 non-null	float64
21	Intoxicación	679 non-null	float64
22	Traumatismos	679 non-null	float64
23	Deshidratación	679 non-null	float64
24	Presencia de tumores	679 non-null	float64

Figura 51. Primeras columnas del dataset

Elaboración: Los autores

25	Ceguera	679 non-null	float64
26	Orina con sangre / cargada	679 non-null	float64
27	Hemorragias	679 non-null	float64
28	Síntoma cardíaco	679 non-null	float64
29	Dilatación de la pelvis	679 non-null	float64
30	Anorexia	679 non-null	float64
31	Sangrado de encías	679 non-null	float64
32	Úlceras bucales	679 non-null	float64
33	Gastritis	679 non-null	float64
34	Necrosis de lengua	679 non-null	float64
35	Temblores	679 non-null	float64
36	Fatiga	679 non-null	float64
37	Calambres	679 non-null	float64
38	Ataxia	679 non-null	float64
39	Alergia a medicamentos / alimentos	679 non-null	float64
40	Cuerpos extraños	679 non-null	float64
41	Parvovirus	679 non-null	float64
42	Erlichia	679 non-null	float64
43	Piometra	679 non-null	float64
44	Heridas, cortes o daños	679 non-null	float64
45	Síntomas respiratorios	679 non-null	float64
46	Ingesta de desechos o cosas raras	679 non-null	float64
47	Pulgas o garrapatas	679 non-null	float64
48	días síntomas	679 non-null	float64
49	INSUFICIENCIA	679 non-null	float64

Figura 52. Últimas columnas del dataset

Elaboración: Los autores

Con `data.describe(include='all')` se muestra las estadísticas del dataset: los percentiles 0 (valor mínimo), 25, 50 (la media), 75 y 100 (valor máximo). Std (desviación estándar), muestra la información sobre la dispersión media de una variable. Mean, muestra el valor promedio y Count, que muestra la cantidad de datos. (Ver figura 53)

```
data.describe(include='all')
```

	edad	Vómitos	Pérdida de apetito	Letargo	Apatía	Diarrea o Heces sueltas	Halitosis	Disminución o ausencia de orina	Incoordinación	Convulsiones	Aumento de orina	Color
count	679.000000	679.000000	679.000000	679.000000	679.000000	679.000000	679.000000	679.000000	679.000000	679.000000	679.000000	679
mean	4.088365	0.254786	0.350515	0.226804	0.318115	0.207658	0.044183	0.088365	0.013255	0.005891	0.013255	0
std	3.958244	0.436062	0.477483	0.419074	0.466088	0.405930	0.205652	0.284035	0.114448	0.076583	0.114448	0
min	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
25%	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
50%	3.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
75%	7.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0
max	18.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1

Figura 53. Estadísticas del dataset

Elaboración: Los autores

Se realizó `data.hist(figsize=(15,15))` para la visualización de los histograma de cada característica para comprender mejor los datos y determinar visualmente su comportamiento. (Ver figura 54)

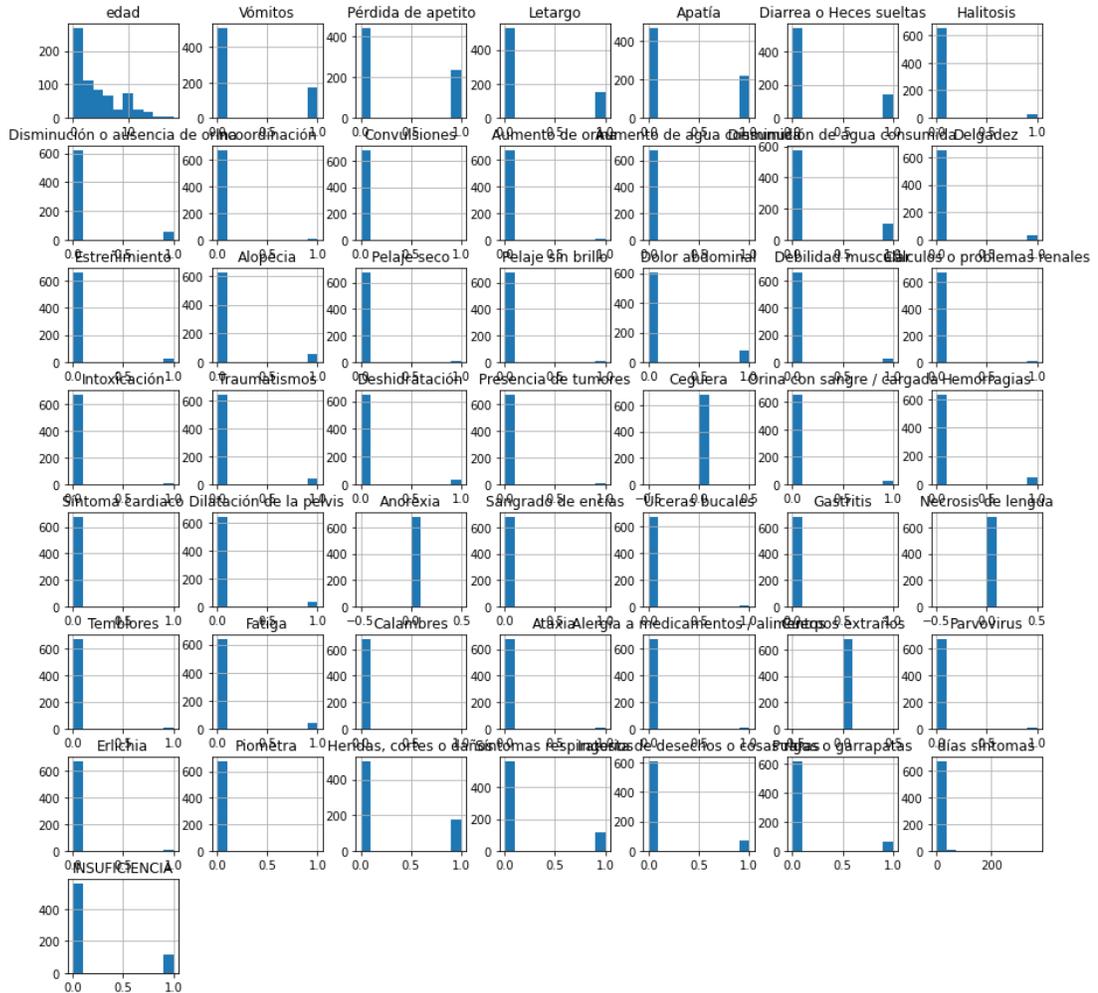


Figura 54. Histogramas

Elaboración: Los autores

Se visualizó que hay demasiado desbalance y que las mejores características según los histogramas eran: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, apatía, diarrea o heces sueltas, dolor abdominal, heridas o daños, síntomas respiratorios, ingesta de desechos y presencia de pulgas o garrapatas.

Para comprobar lo que se visualizó en los histogramas, se realizó `data.var()`, esta sentencia mide la variación de cada una de las características como se aprecia en la Figura 55.

edad	15.667696
Vómitos	0.190150
Pérdida de apetito	0.227990
Letargo	0.175623
Apatía	0.217238
Diarrea o Heces sueltas	0.164779
Halitosis	0.042293
Disminución o ausencia de orina	0.080676
Incoordinación	0.013098
Convulsiones	0.005865
Aumento de orina	0.013098
Aumento de agua consumida	0.007320
Disminución de agua consumida	0.131935
Delgadez	0.043635
Estreñimiento	0.031397
Alopecia	0.077013
Pelaje seco	0.007320
Pelaje sin brillo	0.007320
Dolor abdominal	0.099548
Debilidad muscular	0.031397
Cálculos o problemas renales	0.015961
Intoxicación	0.014532
Traumatismos	0.054218
Deshidratación	0.044973
Presencia de tumores	0.011660
Ceguera	0.000000
Orina con sangre / cargada	0.035516
Hemorragias	0.064523
Síntoma cardíaco	0.004405
Dilatación de la pelvis	0.048961
Anorexia	0.000000
Sangrado de encías	0.001473
Úlceras bucales	0.008771
Gastritis	0.002941
Necrosis de lengua	0.000000
Temblores	0.008771
Fatiga	0.055522
Calambres	0.002941
Ataxia	0.005865
Alergia a medicamentos / alimentos	0.013098
Cuerpos extraños	0.000000
Parvovirus	0.013098
Ehrlichia	0.015961
Piometra	0.004405
Heridas, cortes o daños	0.193009
Síntomas respiratorios	0.141862
Ingesta de desechos o cosas raras	0.092601
Pulgas o garrapatas	0.084299
días síntomas	427.840234
INSUFICIENCIA	0.143796
.	
..	

Figura 55. Variación de las características

Elaboración: Los autores

Al tener ya las variaciones de cada característica, se utilizó la fórmula para hallar el umbral que indicará que características son las más importantes según la fórmula de la Figura 56.

$$\begin{aligned}Var &= p(1 - p) \\Var &= \text{variación} \\p &= \text{umbral}\end{aligned}$$

Figura 56. Fórmula de la variación

Elaboración: Los autores

Para eliminar las características que por lo menos tienen un 90% de desbalance o más, la fórmula sería $Var = 0.9 (1 - 0.9)$, cuyo resultado es 0.09. Es decir, se eliminarían todas las variables que sean menor a 0.09. Con esto solo quedaron las siguientes doce (12) características y síntomas: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, apatía, diarrea o heces sueltas, disminución de agua consumida, dolor abdominal, heridas o daños, síntomas respiratorios, ingesta de desechos y días con síntomas.

Si bien en las historias clínicas aparecen las heridas, cortes o daños no tienen una relación directa con la enfermedad pues es muy poco probable la presencia de estos síntomas en casos de insuficiencia renal, en la base de datos se aprecia esto, pues solo 2 casos con insuficiencia presentaban heridas, cortes o daños, pero que su presencia es por otros motivos (Ver figura 57); de igual manera con los síntomas respiratorios. Mientras que la presencia de orina con sangre o cargada, la halitosis y la disminución o ausencia de orina sí son síntomas muy importantes para identificar la enfermedad. Además, el Dr. Luis Pedraza, explicó la relación que, si un animal presenta letargo, va a estar apático, fastidiado y decaído.

Heridas, cortes o daño	Síntomas respiratorios	Ingesta de desechos o cosas raras	Pulgas o garrapatas	días síntomas	INSUFICIENCIA
1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	3	1

Figura 57. Casos con heridas e insuficiencia renal

Elaboración: Los autores

Es por esta razón que se eliminaron: heridas, cortes o daños, síntomas respiratorios y apatía; y se añadieron: orina con sangre o cargada, disminución o ausencia de orina y halitosis.

Posterior a eso, se realizó una matriz de correlación, para comprobar si existía alguna correlación entre las características y síntomas seleccionadas. Si en algún caso existe un valor menor a -0.8 o mayor a 0.8, entonces se podrá eliminar una de las dos características dependiendo cuál es la que aporta más información. Pero como se aprecia en la Figura 58, no hubo dichos valores.

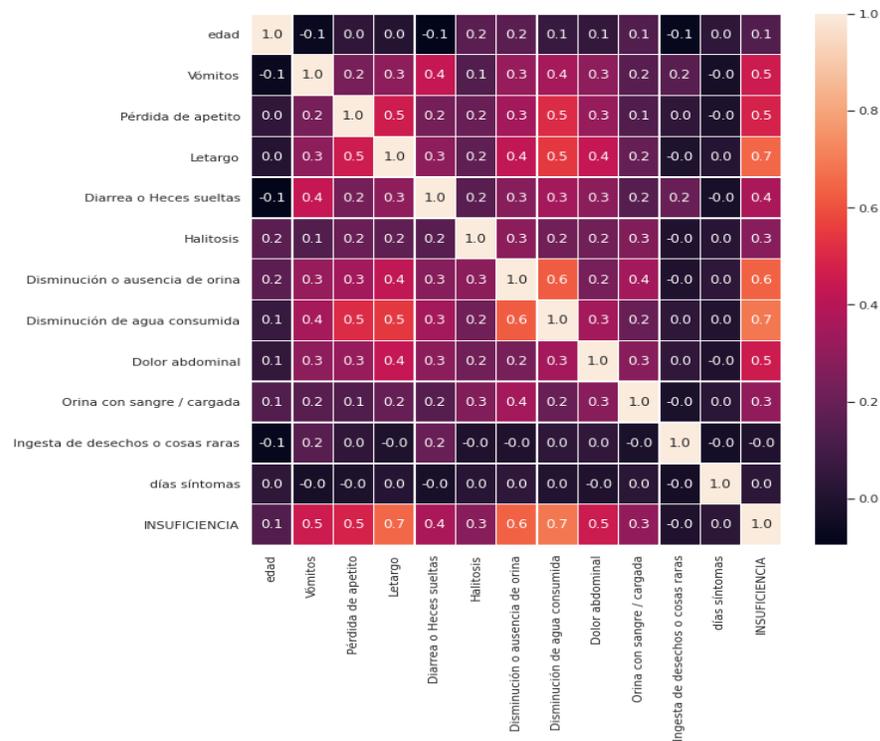


Figura 58. Matriz de correlación

Elaboración: Los autores

Con este análisis se determinaron las 12 características aprobadas: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre o cargada, ingesta de desechos y días síntomas.

Se realizó un análisis para ver qué edad es más propensa a sufrir la insuficiencia renal, pero el resultado confirma lo leído en los documentos indicados para determinar las características y síntomas, el las cuales explican que la insuficiencia renal en perros y gatos puede darse a cualquier edad, no hay una variación importante como se verá en el gráfico. (Ver figura 59)

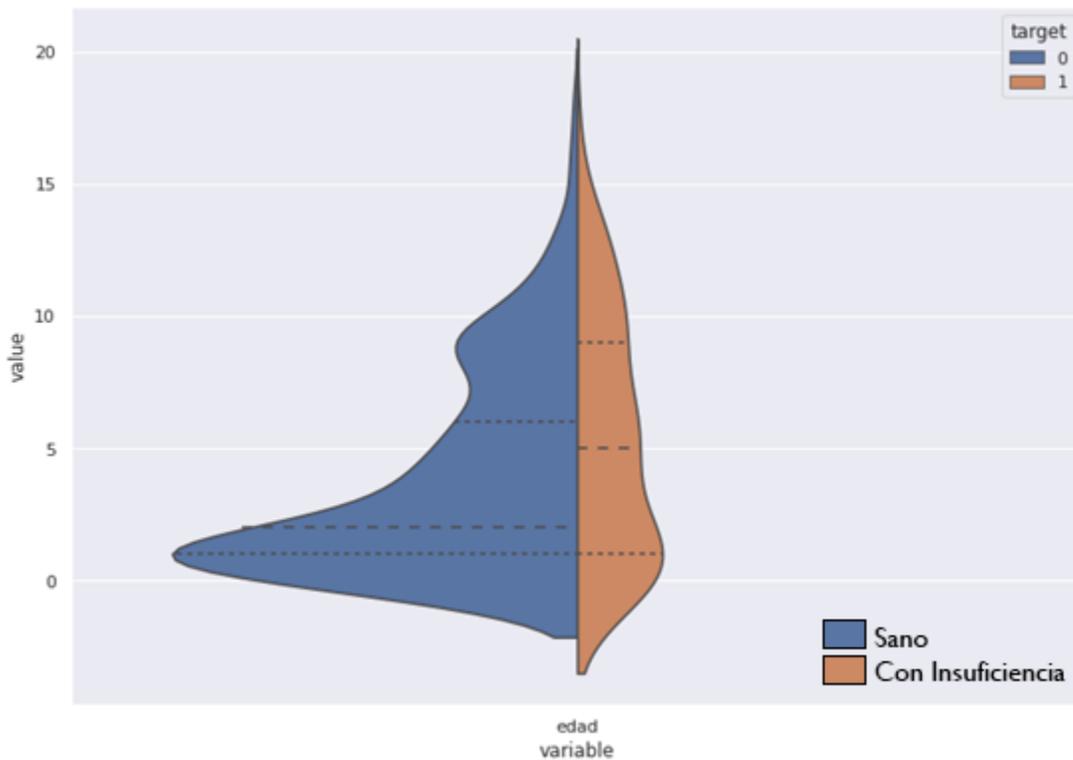


Figura 59. Análisis de los datos por edad

Elaboración: Los autores

El lado izquierdo, de la imagen anterior indica la distribución de la edad de las mascotas sanas, el lado derecho de las mascotas con insuficiencia renal. El gráfico del lado derecho es más constante, casi uniforme, pero el lado izquierdo mientras más se acerca al cero es mayor, es decir, mientras más joven sea la mascota los casos de insuficiencia renal en proporción son menores según los datos de la veterinaria.

Se utilizó la caja de bigotes para ver valores atípicos, de los cuales se detecta que hay mascotas que llegan a tener 18 años y se encuentran sanos, valor que es posible. (Ver figura 60)

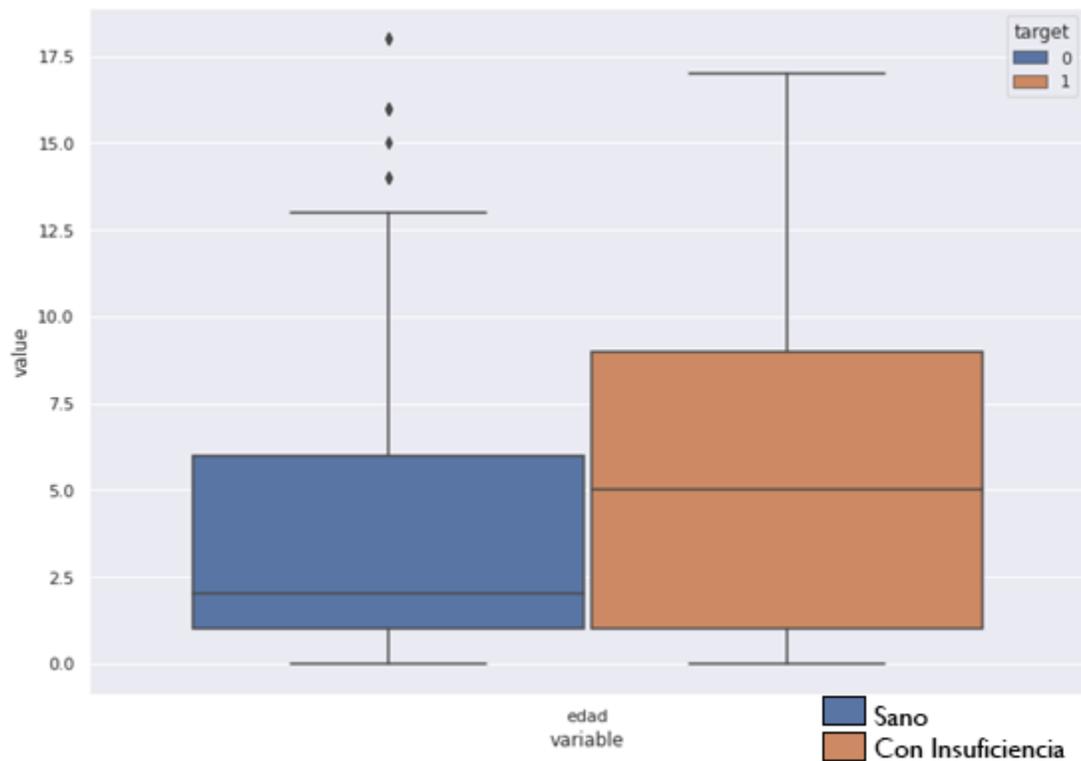


Figura 60. Caja de bigotes

Elaboración: Los autores

Se utilizó el 80% de datos para entrenar (543) y el 20% para testear (136).

Se aplicó las secuencias de Smote, StandardScaler y DecisionTreeClassifier como se muestra en la Figura 61.

```
from imblearn.pipeline import Pipeline

tree_para = {'classification__criterion':['gini','entropy'],'classification__max_depth':range(1,100),
             'classification__min_samples_split':range(1,10), "classification__min_samples_leaf":range(1,5)}

x = data.drop(['INSUFICIENCIA'], axis=1)
y = data.INSUFICIENCIA
X_train1, X_test1, y_train1, y_test1 = train_test_split(x, y, test_size=0.2, stratify=data['INSUFICIENCIA'])

model = Pipeline([
    ('sampling', SMOTE()),
    ('scale', StandardScaler()),
    ('classification', DecisionTreeClassifier())
])

grid = GridSearchCV(model, tree_para, cv=10)

grid.fit(X_train1, y_train1)
```

Figura 61. Aplicación de secuencias y creación de árbol de decisiones

Elaboración: Los autores

Se colocó “best_estimator_”, como se aprecia en la Figura 62, para que indique cuál es la mejor estimación para la construcción final del árbol de decisiones.

```
[3] clf.best_estimator_

[ ] trees = DecisionTreeClassifier(ccp_alpha=0.0, class_weight=None, criterion='gini',
                                max_depth=17, max_features=None, max_leaf_nodes=None,
                                min_impurity_decrease=0.0, min_impurity_split=None,
                                min_samples_leaf=2, min_samples_split=5,
                                min_weight_fraction_leaf=0.0, presort='deprecated',
                                random_state=None, splitter='best')

escalar = StandardScaler()
X_train = escalar.fit_transform(X_train1)
X_test = escalar.transform(X_test1)

trees.fit(X_train, y_train1)

print('presicion train: ', precision_score(y_train1, trees.predict(X_train)))
print('recall train: ', recall_score(y_train1, trees.predict(X_train)))

print('')

print('presicion test: ', precision_score(y_test1, trees.predict(X_test)))
print('recall test: ', recall_score(y_test1, trees.predict(X_test)))
```

Figura 62. Mejor estimación para el árbol de decisiones

Elaboración: Los autores

Luego del entrenamiento se logró un desempeño alto tanto en la precisión del entrenamiento como en la del test. (Ver figura 63)

```
presicion train: 0.9661016949152542
recall train: 0.9661016949152542

presicion test: 0.7142857142857143
recall test: 0.7142857142857143
```

Figura 63. Resultado de entrenamiento y test

Elaboración: Los autores

Mediante matriz de confusión se comprobó los falsos positivos y negativos tanto del entrenamiento, en la Figura 64, como del test, en la Figura 65.

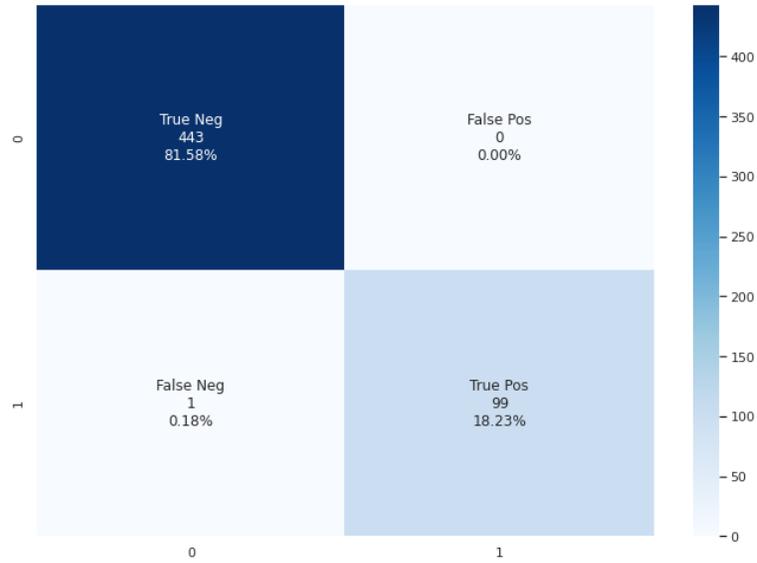


Figura 64. Matriz de confusión – Entrenamiento

Elaboración: Los autores

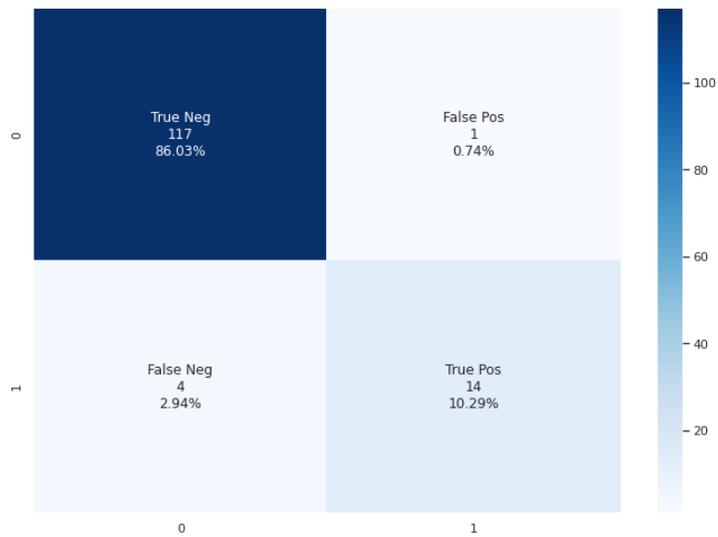


Figura 65. Matriz de confusión – Test

Elaboración: Los autores

Para finalizar se mostró el árbol de decisiones final, que se aprecia en la Figura 66, entrenado con el 80% de datos (el 80% de 679 es 543).

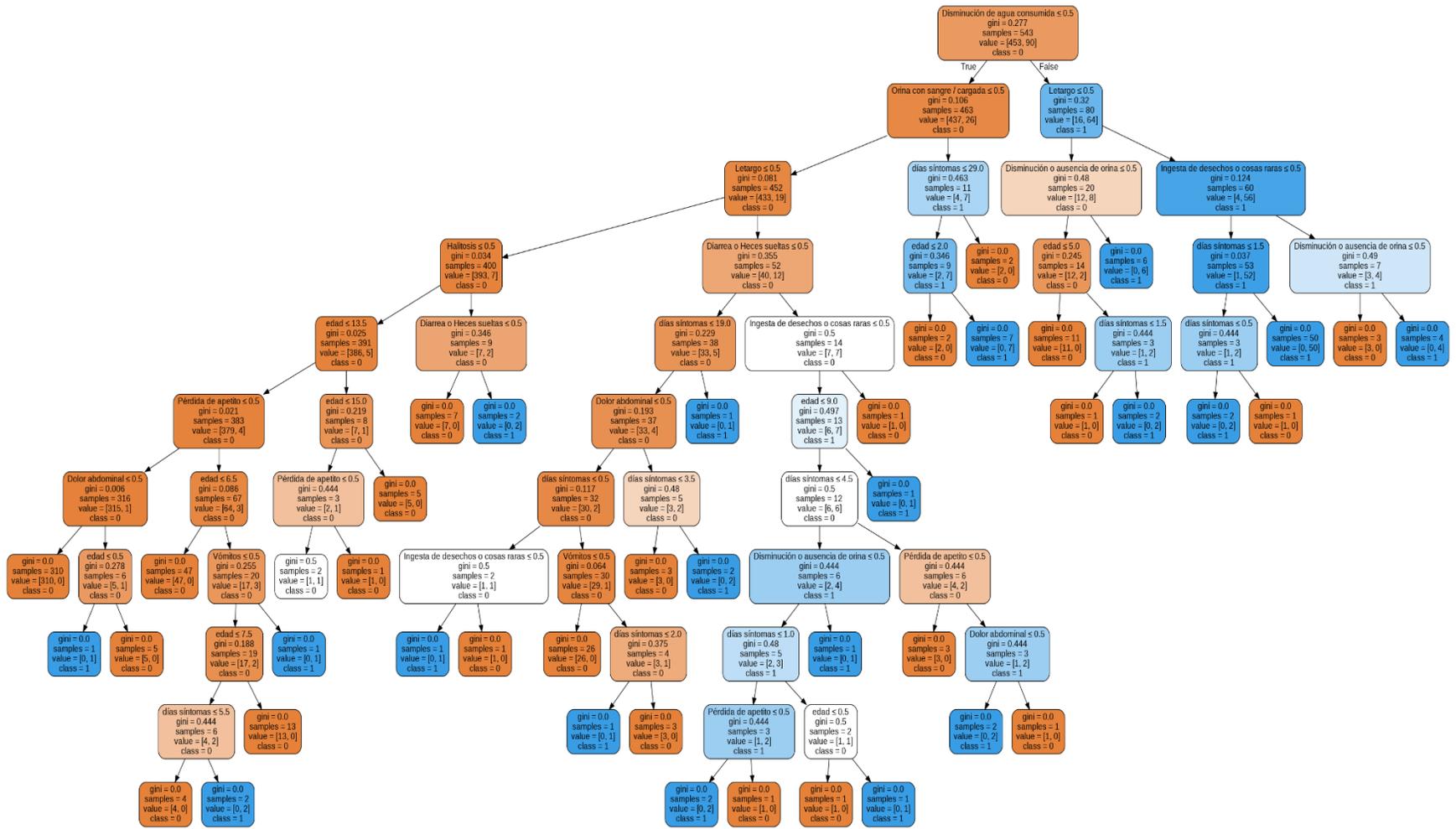


Figura 66. Árbol de decisiones

Elaboración: Los autores

4.2.3.2. Fase IV – Modelado CRISP-DM

Se obtuvo el modelo final de base de datos. (Ver figura 67)

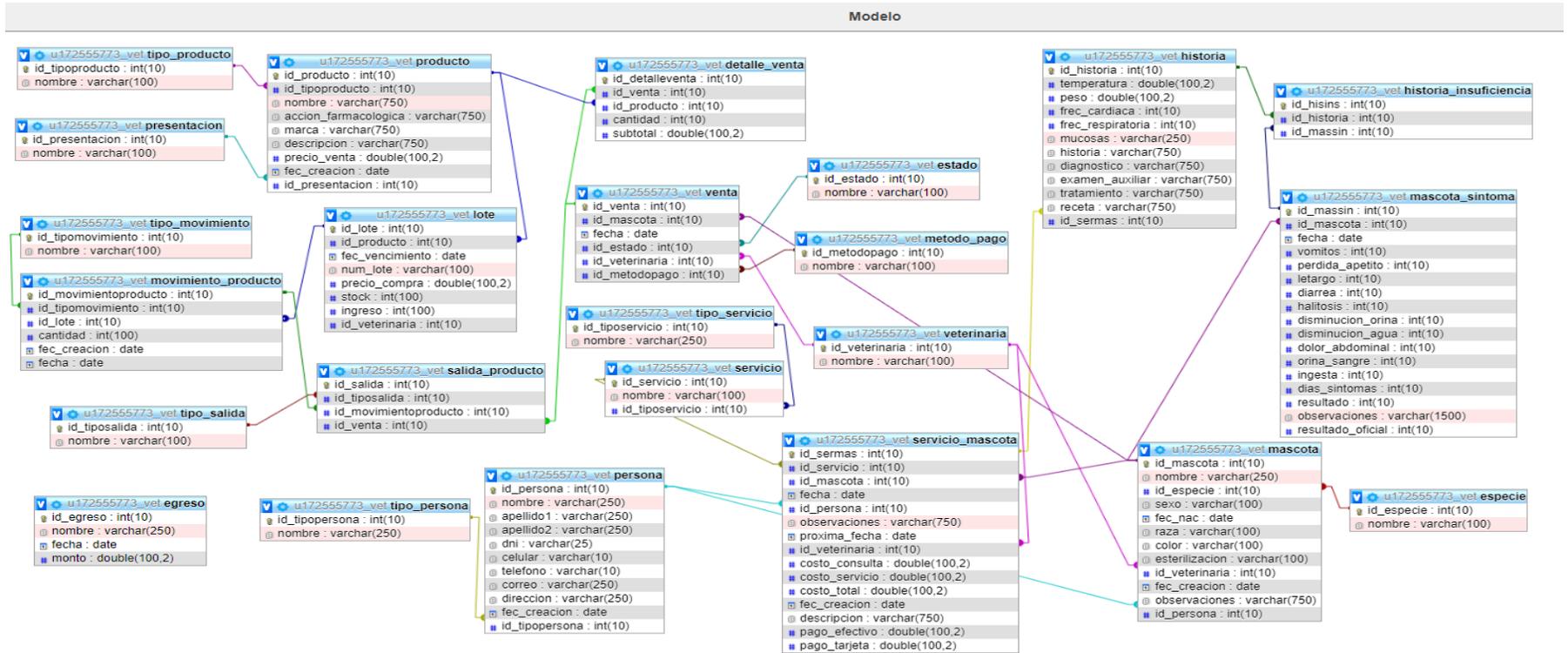


Figura 67. Modelo de base de datos final

Elaboración: Los autores

Diccionario de datos. Ver anexo 9

Fase IV – Pruebas

Se realizó un plan de pruebas para la primera iteración. Ver anexo 10.

4.2.4. Lanzamiento

Se exportaron dos archivos, el modelo entrenado y el archivo de escalado, a fin de continuar con la siguiente iteración. (Ver figura 68)



 smosc2	15/4/2021 20:45	Archivo	1 KB
 smo2	15/4/2021 20:45	Archivo	13 KB

Figura 68. Exportación de archivos

Elaboración: Los autores

4.3. Iteración II – Ingresar datos

4.3.1. Fase I – Planificación

4.3.1.1. Historia de usuario

Se realizó la historia de usuario de la iteración II. (Ver figura 69)

Historia de usuario	
Número: 1	Usuario: Veterinario
Nombre historia de usuario: Crear formulario	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Alta
Iteración asignada: Ingresar datos	
Descripción: Se creará un formulario el cuál permitirá ingresar de manera sencilla si el animal presenta o no algún síntoma relevante de la insuficiencia renal, luego se visualizará si el resultado es si tiene o no la enfermedad.	
Observación: Cumple con los requerimientos: R02, R04, R08, R10, R11, RN01, RN02, RN03, RN04, RN05, RN07	

Figura 69. Historia de usuario 1

Elaboración: Los autores

4.3.2. Fase II – Diseño

4.3.2.1. Diseño de casos de uso

Se diseñó el caso de uso de la iteración II. (Ver figura 70).

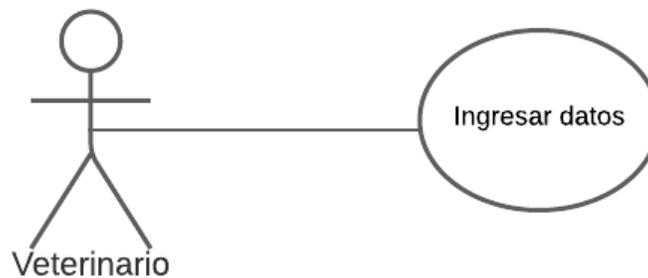


Figura 70. Caso de uso - Ingresar datos

Elaboración: Los autores

4.3.2.2. Cartas CRC

Se realizó la carta CRC de la iteración II. (Ver figura 71)

Tarea
Nombre tarea:
Desarrollar el formulario
Nombre historia:
Crear formulario
Programador responsable:
Aranguren, Carlos
Tipo de tarea:
Desarrollo
Descripción:
Desarrollar el formulario donde se ingresará si tiene o no uno de los síntomas que se han determinado para la predicción. Debe ser fácil de utilizar. Mantener el fondo blanco, la tipografía y los colores del sistema actual.

Figura 71. CRC 1

Elaboración: Los autores

4.3.2.3. Diseño de vistas

Se realizó el formulario de predicción de insuficiencia renal de perros y gatos. (Ver figura 72)

Nombre:

Dueño:

Edad:

Vómitos:

Pérdida de apetito:

Letargo:

Diarrea o Heces sueltas:

Halitosis:

Disminución o ausencia de orina:

Disminución de agua consumida:

Dolor abdominal:

Orina con sangre / cargada:

Ingesta de desechos o cosas raras:

Días síntomas:

Predecir

Figura 72. Vista de formulario de predicción

Elaboración: Los autores

4.3.3. Fase III – Codificación

Con los archivos exportados en la iteración anterior se desarrolló en el lenguaje Python, con la herramienta Spyder, la lectura del modelo de predicción exportado, para esto se inició con la obtención de los valores de cada variable mediante la librería “sys” la cual permite obtener el valor enviado mediante un formulario. (Ver figura 73)

```
import pandas as pd
from joblib import load
import sys

value_edad = sys.argv[1]
value_vomitos = sys.argv[2]
value_apetito = sys.argv[3]
value_letargo = sys.argv[4]
value_diarrea = sys.argv[5]
value_halitosis = sys.argv[6]
value_orina = sys.argv[7]
value_agua = sys.argv[8]
value_dolorabdominal = sys.argv[9]
value_orinasangre = sys.argv[10]
value_ingestaalimentosraros = sys.argv[11]
value_dias = sys.argv[12]
```

Figura 73. Obtención de valores

Elaboración: Los autores

Se procedió a cargar el modelo que será el encargado de predecir mediante los valores que se le brindan. (Ver figura 74)

```
clf = load('smo2')
```

Figura 74. Cargar modelo

Elaboración: Los autores

Se generó el arreglo correspondiente para ingresar los datos hacia el modelo y la visualización del resultado final. (Ver figura 75)

```
d = {'Edad': [value_edad],
     'Vomitos': [value_vomitos],
     'Perdidapetito':[value_apetito],
     'Letargo': [value_letargo],
     'Diarrea': [value_diarrea],
     'Halitosis': [value_halitosis],
     'Orina': [value_orina],
     'Agua': [value_agua],
     'Dolorabdominal': [value_dolorabdominal],
     'Orinaconsandre': [value_orinasangre],
     'Ingestaalimentosraros': [value_ingestaalimentosraros],
     'dias': [value_dias]}

df = pd.DataFrame(data=d)

prediccion = clf.predict(df)

print(str(int(prediccion)))
```

Figura 75. Arreglo de datos

Elaboración: Los autores

Una vez acabado con el desarrollo en Python, se procedió al desarrollo en PHP y HTML del formulario. Para esto, se obtuvo los valores brindados por url y que sean definidos en su respectiva variable. (Ver figura 76)

```
<?php
$id_recibido = $_REQUEST['id'];
$nombre_recibido = $_REQUEST['nombre'];
$dueno_recibido = $_REQUEST['dueno'];
$edad_recibido = $_REQUEST['edad'];
?>
```

Figura 76. Función Request

Elaboración: Los autores

La combinación de HTML y PHP permitió generar el formulario, en caso el veterinario le diera clic a un checkbox, es decir, que la mascota tuviera esos síntomas, el valor que tendría sería de 1, y en caso no lo tenga, por default será 0. Es así como los valores de cada input y checkbox fueron enviados por el método POST. (Ver figura 77)

```

<div id="formulario-prediccion" class="container-fluid">
<span id="dato-mascota">Nombre: <?php echo $nombre_recibido ?></span><br>
<span id="dato-mascota">Dueño: <?php echo $dueno_recibido ?></span><br><br>
<form action="index.php" method="post">
  <input type="hidden" name="id_recibido" value="<?php echo $id_recibido ?>" />
  <p>Edad: <input type="text" name="edad" value="<?php echo $edad_recibido ?>" /></p>
  <p>Vómitos: <input type="checkbox" name="vomitos" value=1 /></p>
  <p>Pérdida de apetito: <input type="checkbox" name="perdidapetito" value=1 /></p>
  <p>Letargo: <input type="checkbox" name="letargo" value=1 /></p>
  <p>Diarrea o Heces sueltas:</b> <input type="checkbox" name="diarrea" value=1 /></p>
  <p>Halitosis: <input type="checkbox" name="halitosis" value=1 /></p>
  <p>Disminución o ausencia de orina: <input type="checkbox" name="orina" value=1 /></p>
  <p>Disminución de agua consumida: <input type="checkbox" name="agua" value=1 /></p>
  <p>Dolor abdominal: <input type="checkbox" name="dolorabdominal" value=1 /></p>
  <p>Orina con sangre / cargada: <input type="checkbox" name="orinaconsandre" value=1 /></p>
  <p>Ingesta de desechos o cosas raras: <input type="checkbox" name="ingestaalimentosraros" value=1 /></p>
  <p>Días síntomas: <input type="text" name="dias" /></p>
  <p><input type="submit" name="predecir" class="btn btn-md btn-primary" value="Predecir" /></p>
</form>
<br>
</div>

<?php
$vomitosSet = 0;
$perdidapetitoSet = 0;
$letargoSet = 0;
$diarreaSet = 0;
$halitosisSet = 0;
$orinaSet = 0;
$aguaSet = 0;
$dolorabdominalSet = 0;
$orinaconsandreSet = 0;
$ingestaalimentosrarosSet = 0;
$output = 0;

```

Figura 77. Codificación de los checkbox

Elaboración: Los autores

Se realizó la validación de cada input y checkbox. (Ver figura 78)

```
if (isset($_POST['predecir'])) {
    $edad = $_POST['edad'];
    $dias = $_POST['dias'];
    $id_recibido2 = $_POST['id_recibido'];

    if (isset($_POST['vomitos']))
        $vomitosSet = 1;

    if (isset($_POST['perdidapetito']))
        $perdidapetitoSet = 1;

    if (isset($_POST['letargo']))
        $letargoSet = 1;

    if (isset($_POST['diarrea']))
        $diarreaSet = 1;

    if (isset($_POST['halitosis']))
        $halitosisSet = 1;

    if (isset($_POST['orina']))
        $orinaSet = 1;

    if (isset($_POST['agua']))
        $aguaSet = 1;

    if (isset($_POST['dolorabdominal']))
        $dolorabdominalSet = 1;

    if (isset($_POST['orinaconsandre']))
        $orinaconsandreSet = 1;

    if (isset($_POST['ingestaalimentosraros']))
        $ingestaalimentosrarosSet = 1;
}
```

Figura 78. Validación de inputs

Elaboración: Los autores

Por medio de la función “exec” el código permitió enviar y llamar al código hecho en Python para la lectura del modelo. (Ver figura 79)

```
$output = exec("python app.py $edad $vomitosSet $perdidapetitoSet $letargoSet $diarreaSet $halitosisSet $orinaSet $aguaSet $dolorabdominalSet $orinaconsandreSet $ingestaalimentosrarosSet $dias");
```

Figura 79. Función Exec

Elaboración: Los autores

Para finalizar con el desarrollo de esta parte se valida el resultado final del modelo y se insertó el botón que enviaría los datos del formulario para su almacenamiento en la base de datos y posterior visualización. (Ver figura 80)

```
if ($output == "1"){ ?>
  <div class="container-fluid">
    <span id="resultado"><?php print("Tiene insuficiencia"); ?></span>
    <br><br><a href="https://veterinariaduenas.com/insuficienciaguadar.php?id=<?php echo $id_recibido?>&edad=<?php echo $edad ?>
    &vomitosSet=<?php echo $vomitosSet ?>&perdidapetitoSet=<?php echo $perdidapetitoSet ?>&letargoSet=<?php echo $letargoSet ?>&diarreaSet=
    <?php echo $diarreaSet ?>&halitosisSet=<?php echo $halitosisSet ?>&orinaSet=<?php echo $orinaSet ?>&aguaSet=<?php echo $aguaSet ?>
    &dolorabdominalSet=<?php echo $dolorabdominalSet ?>&orinaconsandreSet=<?php echo $orinaconsandreSet ?>&ingestaalimentosrarosSet=<?php
    echo $ingestaalimentosrarosSet ?>&dias=<?php echo $dias ?>&resultado=1"><button type="button" class="btn btn-success">Guardar</button>
  </a></div>
<?php
}else {?>
  <div class="container-fluid">
    <span id="resultado"><?php print("No tiene insuficiencia"); ?></span>
    <br><br><a href="https://veterinariaduenas.com/insuficienciaguadar.php?id=<?php echo $id_recibido?>&edad=<?php echo $edad ?>
    &vomitosSet=<?php echo $vomitosSet ?>&perdidapetitoSet=<?php echo $perdidapetitoSet ?>&letargoSet=<?php echo $letargoSet ?>&diarreaSet=
    <?php echo $diarreaSet ?>&halitosisSet=<?php echo $halitosisSet ?>&orinaSet=<?php echo $orinaSet ?>&aguaSet=<?php echo $aguaSet ?>
    &dolorabdominalSet=<?php echo $dolorabdominalSet ?>&orinaconsandreSet=<?php echo $orinaconsandreSet ?>&ingestaalimentosrarosSet=<?php
    echo $ingestaalimentosrarosSet ?>&dias=<?php echo $dias ?>&resultado=0"><button type="button" class="btn btn-success">Guardar</button>
  </a></div>
<?php
}
?>
```

Figura 80. Botones con los datos

Elaboración: Los autores

4.3.4. Fase IV – Pruebas

Se realizó un plan de pruebas para la segunda iteración. Ver anexo 11.

4.3.5. Lanzamiento

Luego de terminar el desarrollo se subió al servicio de Heroku todos los archivos, ya que en esta plataforma se permite utilizar al mismo tiempo php y Python. (Ver figura 81)



PHP, Python · heroku-20 · United States

Figura 81. Heroku en PHP y Python

Elaboración: Los autores

4.4. Iteración III – Visualizar datos

4.4.1. Fase I – Planificación

4.4.1.1. Historias de usuario

Se realizó las historias de usuarios de la iteración III. (Ver figuras 82 y 83)

Historia de usuario	
Número: 2	Usuario: Veterinario
Nombre historia de usuario: Visualizar resultados	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Iteración asignada: Integración	
Descripción: Se creará una pantalla donde se visualizarán los resultados (los síntomas ingresados anteriormente y el resultado si tiene o no la enfermedad). Además, de la relación en las historias clínicas para que pueda seleccionar si corresponde a la atención de la insuficiencia renal que se predijo.	
Observación: Cumple con los requerimientos: R01, R03, R04, R06, R07, R09, R10, R11, R12, RN01, RN02, RN03, RN04, RN06, RN07	

Figura 82. Historia de usuario 2

Elaboración: Los autores

Historia de usuario	
Número: 3	Usuario: Cliente
Nombre historia de usuario: Visualizar resultados - Cliente	
Prioridad en negocio: Media	Riesgo en desarrollo: Baja
Iteración asignada: Integración	
Descripción: Se creará una pantalla donde se visualizarán los resultados (los síntomas ingresados anteriormente y el resultado si tiene o no la enfermedad) y sus tratamientos realizados.	
Observación: Cumple con los requerimientos: R01, R03, R05, R06, R07, R10, R11, RN01, RN02, RN03, RN04, RN06	

Figura 83. Historia de usuario 3

Elaboración: Los autores

4.4.2. Fase II – Diseño

4.4.2.1. Diseño de casos de uso

Se realizó el diseño de caso de uso de la iteración III. (Ver figura 84)

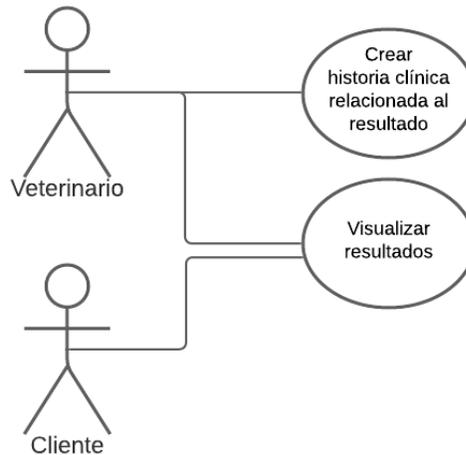


Figura 84. Casos de uso - Visualización de resultados

Elaboración: Los autores

4.4.2.2. Cartas CRC

Se realizó la carta CRC de la iteración III. (Ver figura 85)

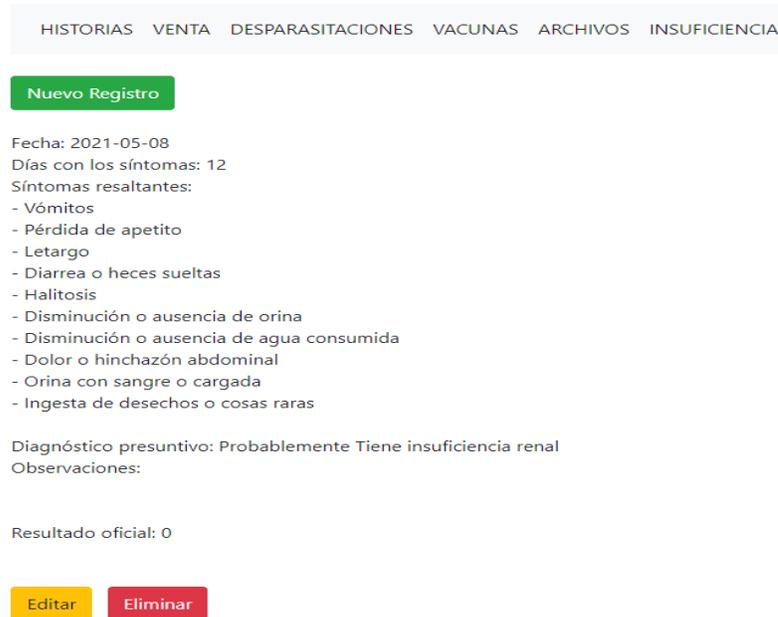
Tarea
Nombre tarea:
Desarrollar pantalla de visualización e integración
Nombre historia:
Visualizar resultados y Visualizar resultados - Cliente
Programador responsable:
Aranguren, Carlos
Tipo de tarea:
Desarrollo
Descripción:
Permitir visualizar los resultados e integrar el módulo con las historias clínicas mediante un "select" en caso se le haya realizado una predicción a una mascota.

Figura 85. CRC 2

Elaboración: Los autores

4.4.2.3. Diseño de vistas

Se realizó las vistas con la interacción al sistema. (Ver figura 86, 87 y 88)



HISTORIAS VENTA DESPARASITACIONES VACUNAS ARCHIVOS INSUFICIENCIA

Nuevo Registro

Fecha: 2021-05-08
Días con los síntomas: 12
Síntomas resaltantes:
- Vomitos
- Pérdida de apetito
- Letargo
- Diarrea o heces sueltas
- Halitosis
- Disminución o ausencia de orina
- Disminución o ausencia de agua consumida
- Dolor o hinchazón abdominal
- Orina con sangre o cargada
- Ingesta de desechos o cosas raras

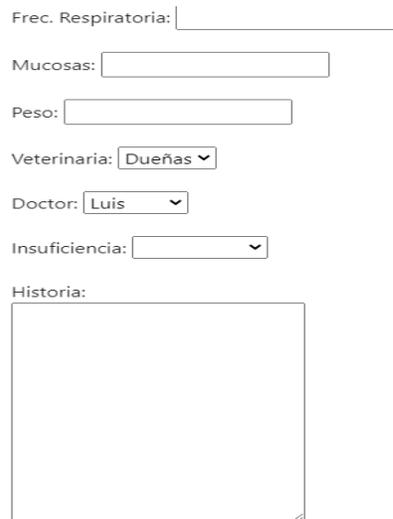
Diagnóstico presuntivo: Probablemente Tiene insuficiencia renal
Observaciones:

Resultado oficial: 0

Editar **Eliminar**

Figura 86. Vista de resultados para los veterinarios

Elaboración: Los autores



Frec. Respiratoria:

Mucosas:

Peso:

Veterinaria:

Doctor:

Insuficiencia:

Historia:

Figura 87. Vista del registro de las historias clínicas

Elaboración: Los autores

Abby Felino - Macho 08 años 6 meses 3 días Raza: Cx Color: Rubio Esterilización: No Veterinaria: Dueñas	Nro de historia: 98 Fecha: 2019-12-13 Veterinaria: Dueñas Doctor: David Diagnóstico: proceso viral Exámenes Auxiliares: Tratamiento: Clna 70 ml dexametasona 0.5 ml ranitidina 0.3ml hepatin 1 ml vitapro 1 ml enrobiot 0.4 ml biotoss 0.8 ml Costo de Consulta: S/ 0.00 Costo Total: S/ 80.00 Costo de Tratamiento: S/ 80.00 Próxima cita: 0000-00-00 Archivos: Recordatorio
---	--

Figura 88. Vista de resultados para los clientes

Elaboración: Los autores

4.4.3. Fase III – Codificación

Las características y el resultado obtenidos por el formulario se guardan en la base de datos por medio del archivo desarrollado “insuficienciaguardar.php”, donde se guardan en variables por el método “Request” los datos enviados en el url del botón guardar que aparece al finalizar el proceso del formulario. (Ver figura 89)

```

$id_recibido = $_REQUEST['id'];
$edad = $_REQUEST['edad'];
$vomitosSet = $_REQUEST['vomitosSet'];
$perdidapetitoSet = $_REQUEST['perdidapetitoSet'];
$letargoSet = $_REQUEST['letargoSet'];
$diarreaSet = $_REQUEST['diarreaSet'];
$halitosisSet = $_REQUEST['halitosisSet'];
$orinaSet = $_REQUEST['orinaSet'];
$aguaSet = $_REQUEST['aguaSet'];
$dolorabdominalSet = $_REQUEST['dolorabdominalSet'];
$orinaconsandreSet = $_REQUEST['orinaconsandreSet'];
$ingestaalimentosrarosSet = $_REQUEST['ingestaalimentosrarosSet'];
];
$dias = $_REQUEST['dias'];
$resultado = $_REQUEST['resultado'];

$fecha = date('Y-m-d');

$sql="INSERT INTO mascota_sintoma(id_massin, id_mascota, fecha,
vomitos, perdida_apetito, letargo, diarrea, halitosis,
disminucion_orina, disminucion_agua, dolor_abdominal,
orina_sangre, ingesta, dias_sintomas, resultado,
observaciones, resultado_oficial) VALUES ('','$id_recibido',
'$fecha','$vomitosSet','$perdidapetitoSet','$letargoSet','$
diarreaSet','$halitosisSet','$orinaSet', '$aguaSet', '$
dolorabdominalSet', '$orinaconsandreSet', '$
ingestaalimentosrarosSet', '$dias', '$resultado', '', '')";
$result = mysqli_query($conexion, $sql);

header("location: insuficiencia.php?id=".$id_recibido);
?>

```

Figura 89. Guardar datos de insuficiencia

Elaboración: Los autores

Se reutilizó el código de una de las vistas que se hicieron para el sistema actual, creando el archivo “insuficiencia.php” agregándole la pestaña “Insuficiencia” y el botón “Nuevo registro” que lo dirigirá al formulario. (Ver figura 90)

```

<a href="https://prediccionphp.herokuapp.com/index.php?id=
<?php echo $id_recibido?>&nombre=<?php echo $mostrar['
nombre'] ?>&dueno=<?php echo $mostrar['nombrepersona'] ?>
&edad=<?php echo $mostraredad2['edad'] ?>"><button type="
button" class="btn btn-success">Nuevo Registro</button></a>
<br><br>

```

Figura 90. Botón de nuevo registro

Elaboración: Los autores

Mediante una sentencia se obtuvo la información necesaria que está almacenada en la base de datos sobre las características y el resultado de la predicción realizada. (Ver figura 91)

```
$sql = "SELECT mascota_sintoma.id_massin as id_massin,
mascota_sintoma.fecha as fecha, mascota_sintoma.vomitos
as vomitos, mascota_sintoma.perdida_apetito as
perdida_apetito, mascota_sintoma.letargo as letargo,
mascota_sintoma.diarrea as diarrea, mascota_sintoma.
halitosis as halitosis, mascota_sintoma.
disminucion_orina as disminucion_orina, mascota_sintoma.
disminucion_agua as disminucion_agua, mascota_sintoma.
dolor_abdominal as dolor_abdominal, mascota_sintoma.
orina_sangre as orina_sangre, mascota_sintoma.ingesta
as ingesta, mascota_sintoma.dias_sintomas as
dias_sintomas, mascota_sintoma.resultado as resultado,
mascota_sintoma.observaciones as observaciones,
mascota_sintoma.resultado_oficial as resultado_oficial
from mascota_sintoma
where mascota_sintoma.id_mascota='$id_recibido'
Order BY mascota_sintoma.fecha desc";
$result = mysqli_query($conexion, $sql);

while ($mostrar=mysqli_fetch_assoc($result)) {
    $id=$mostrar['id_massin'];
```

Figura 91. Sentencia para obtener los resultados

Elaboración: Los autores

Se muestra la información obtenida en el HTML validando que solo aparezcan los síntomas cuyo valor sea 1, es decir, que hayan sido seleccionados por el veterinario. (Ver figura 92)

```

<div class="row">
  <div class="col-lg-12 col-md-12 col-sm-12 col-xs-12">
    Fecha: <?php echo $mostrar['fecha'] ?>
    <br>
    Días con los síntomas: <?php echo $mostrar['
    dias_sintomas'] ?> <br>
    Síntomas resaltantes: <br>
    <?php if ($mostrar['vomitos']=='1') {
      ?>
      - Vómitos <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['perdida_apetito']=='1') {
      ?>
      - Pérdida de apetito <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['letargo']=='1') {
      ?>
      - Letargo <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['diarrea']=='1') {
      ?>
      - Diarrea o heces sueltas <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['halitosis']=='1') {
      ?>
      - Halitosis <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['disminucion_orina']=='1') {
      ?>
      - Disminución o ausencia de orina <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['disminucion_agua']=='1') {
      ?>
      - Disminución o ausencia de agua consumida <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['dolor_abdominal']=='1') {
      ?>
      - Dolor o hinchazón abdominal <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['orina_sangre']=='1') {
      ?>
      - Orina con sangre o cargada <br>
    <?php } ?>
    <?php if ($mostrar['ingesta']=='1') {
      ?>
      - Ingesta de desechos o cosas raras <br>
    <?php } ?>
    <br>
    Resultado: <?php if ($mostrar['resultado']=='1') {
      ?>
      Tiene insuficiencia renal <br>
    <?php } else{ ?>
      No tiene insuficiencia renal <br>
    <?php } ?>
    Observaciones: <br>
    <?php echo $mostrar['observaciones']; ?>
    <br><br>
    Resultado oficial: <?php echo $mostrar['
    resultado_oficial'] ?>
  </div>
</div>

```

Figura 92. Mostrar los síntomas

Elaboración: Los autores

Se aumentó un “select” en el archivo “historias.php”, en el caso de que a la mascota se le haya hecho alguna predicción y esté guardada en el sistema. De esta manera, se puede relacionar el

resultado si probablemente tiene insuficiencia renal con el tratamiento y las siguientes consultas relacionadas con la enfermedad en las historias clínicas. (Ver figura 93)

```
<?php
$SqlInsuficiencia = "SELECT count(mascota_sintoma.fecha) as contado from mascota_sintoma where mascota_sintoma.resultado
    = '1' and mascota_sintoma.id_mascota=' $id_recibido' order by mascota_sintoma.fecha asc" ;
$resultInsuficiencia = mysqli_query($conexion, $SqlInsuficiencia);
$mostrarInsuficiencia=mysqli_fetch_array($resultInsuficiencia);
if($mostrarInsuficiencia['contado']>0){

$SqlInsuficiencia2 = "SELECT mascota_sintoma.fecha as fecha from mascota_sintoma where mascota_sintoma.resultado='1' and
    mascota_sintoma.id_mascota=' $id_recibido' order by mascota_sintoma.fecha asc" ;
$resultInsuficiencia2 = mysqli_query($conexion, $SqlInsuficiencia2);
?>

<span>Insuficiencia: </span>
<select name="insuficiencia" id="insuficiencia">
    <option value=""></option>
    <?php
$SqlInsuficiencia2 = "SELECT mascota_sintoma.id_massin as id_massin, mascota_sintoma.fecha as fecha from mascota_sintoma
    where mascota_sintoma.resultado='1' and mascota_sintoma.id_mascota=' $id_recibido' order by mascota_sintoma.fecha
    asc" ;
$resultInsuficiencia2 = mysqli_query($conexion, $SqlInsuficiencia2);

while ($mostrarInsuficiencia2=mysqli_fetch_array($resultInsuficiencia2)) {
?>
    <option value="<?php echo $mostrarInsuficiencia2['id_massin']; ?>" ><?php echo $mostrarInsuficiencia2['fecha'];
    ?></option>
?>
<?php
```

Figura 93. Select para insuficiencia

Elaboración: Los autores

Cuando se guarda la historia clínica se envía una constancia al correo del dueño del diagnóstico y del tratamiento que se le hizo y/o tendrá la mascota. Para eso se utilizar el método “mail” en php. (Ver figura 94)

```

$para = 'prueba@gmail.com';

// título
$título = 'Atención en Hatun Vet';

// mensaje
$mensaje = '
<html>
<head>
  <title>Gracias por atenderte con nosotros</title>
</head>
<body>
  <br><br>
  <p>El diagnóstico y el tratamiento puedes verlo en el siguiente link: <br>
  <a href="https://veterinariaduenas.com/historiapdf.php?id='.$sid_historia.'"
  </p>
  <p>Cualquier consulta llámanos al: 940623040</p>
</body>
</html>
';

// Para enviar un correo HTML, debe establecerse la cabecera Content-type
$cabeceras = 'MIME-Version: 1.0' . "\r\n";
$cabeceras .= 'Content-type: text/html; charset=iso-8859-1' . "\r\n";

// Cabeceras adicionales
$cabeceras .= 'To: Cliente <'.$para.>' . "\r\n";
$cabeceras .= 'From: Hatun Vet <atencioncliente@veterinariaduenas.com>' . "\r\n";

// Enviarlo
mail($para, $título, $mensaje, $cabeceras);

```

Figura 94. Correo para los clientes

Elaboración: Los autores

4.4.4. Fase IV – Pruebas

Se realizó un plan de pruebas para la tercera iteración. Ver anexo 12.

4.4.5. Lanzamiento

Se levantó el servicio y se añadieron en el hosting el código desarrollado. Posterior a eso se entregó el Manual de Usuario, Ver anexo 13.

CAPÍTULO V

PRUEBAS Y RESULTADOS

5.1. Pruebas

Se realizó un plan de pruebas general (funcionales y no funcionales) junto con los doctores de la veterinaria, posteriormente al tiempo y su uso se les hizo una encuesta para conocer la satisfacción de ellos con respecto al nuevo módulo realizado. Ver anexo 14.

5.2. Resultados

5.2.1. Resultado - Cantidad de casos identificados

En el lapso de nueve días, desde el martes 25 de mayo hasta el viernes 11 de junio del 2021, se tienen cinco registros en el módulo. Hubo cuatro aciertos, dos indicando que probablemente no tenían insuficiencia renal y dos que probablemente sí, pero hay un registro que la predicción indicó que probablemente sí tenía la enfermedad por los síntomas, posteriormente el resultado oficial de los análisis descartó esta posibilidad siendo una fuerte infección.

La cantidad de casos registrados se obtuvo que se acertó 4 de 5, es decir, el 80%. Esta cifra es importante para poder ayudar a la identificación de los casos de insuficiencia renal. (Ver figura 95)

	Probablemente no tenga la enfermedad	Probablemente tiene la enfermedad	Total
Registros	2	3	5
Acertados	2	2	4
Porcentaje acertados	100%	66.67%	80.00%
Porcentaje errados	0%	33.33%	20.00%

Figura 95. Cantidad de casos identificados

Elaboración: Los autores

Se fue a la veterinaria para ver como utilizan actualmente el nuevo módulo de predicción con el equipo actual de veterinaria. (Ver figura 96 y 97)

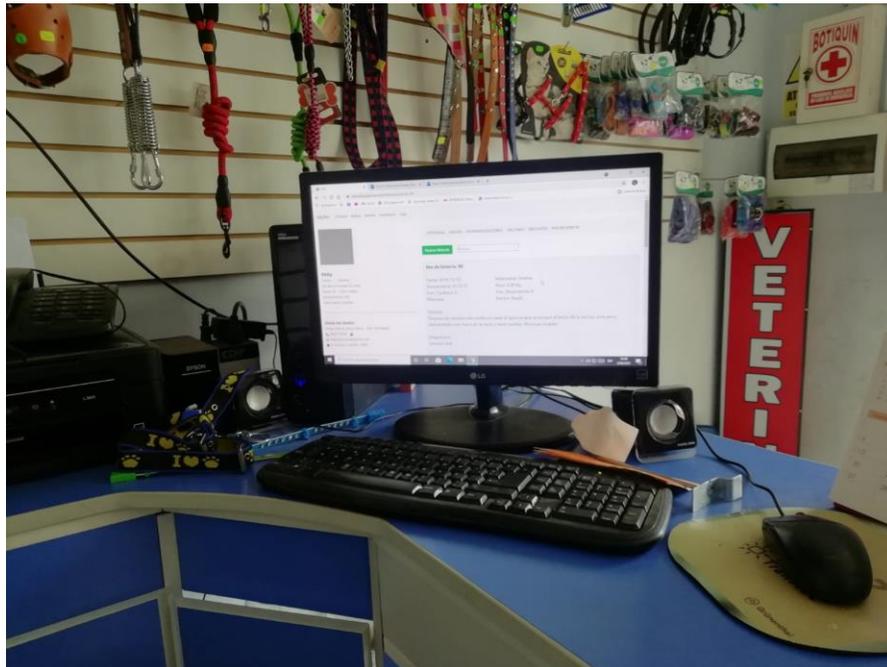


Figura 96. Uso del sistema en la veterinaria

Fuente: Los autores



Figura 97. Equipo de la Veterinaria Dueñas

Fuente: Los autores

5.2.2. Resultado - Interés de dueños de mascotas

Se realizó una encuesta a dueños de mascotas para determinar el interés que tienen sobre la insuficiencia renal en perros y gatos y sobre el uso de un módulo de predicción de la enfermedad. Fueron 106 personas encuestadas.

En la pregunta de la Figura 98, sobre la importancia de que una veterinaria local pueda contar con un módulo de predicción que permita diagnosticar si un perro o gato pueda estar sufriendo de insuficiencia renal mostró un resultado claro en la que 94 personas consideran que es de suma importancia, 9 señalaron que tiene una importancia media, pero hubo 3 personas que consideraron que no era para nada importante. Este dato se relaciona con la pregunta de la Figura 99.

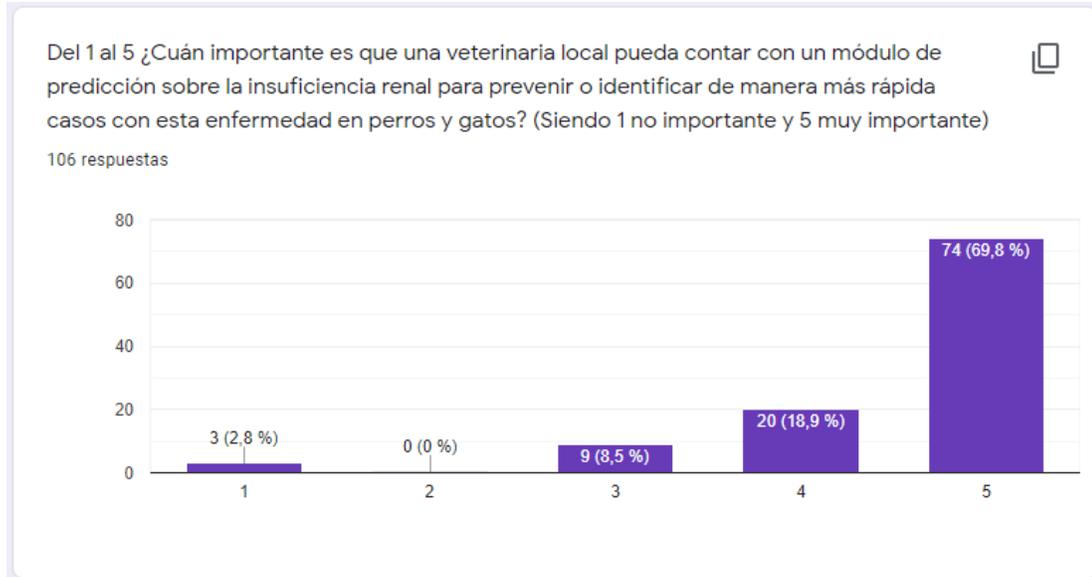


Figura 98. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 1

Elaboración: Los autores

En la Figura 99 se muestra la relación explicada en el primer capítulo, en donde se explica que hay un aumento en el interés de la salud de las mascotas, a tal punto que se considera asumir un gasto considerable por el bienestar de los miembros más pequeños de la familia. El resultado confirma lo explicado con 54 personas que no escatimarían en gastos y 49 personas que realizarían un gasto considerable, pero la realidad del país muestra la cantidad de mascotas que, aunque tengan una familia, parecieran no ser tomados en cuenta y es una razón por la que hay muchos animales callejeros en suelo peruano. Esto puede ser reflejo de las 3 personas que colocaron que no realizarían algún gasto considerable para sus mascotas. Pues es la misma cifra de la pregunta anterior, quienes consideraron que no es importante que una veterinaria cuente con una herramienta de ayuda de diagnóstico.

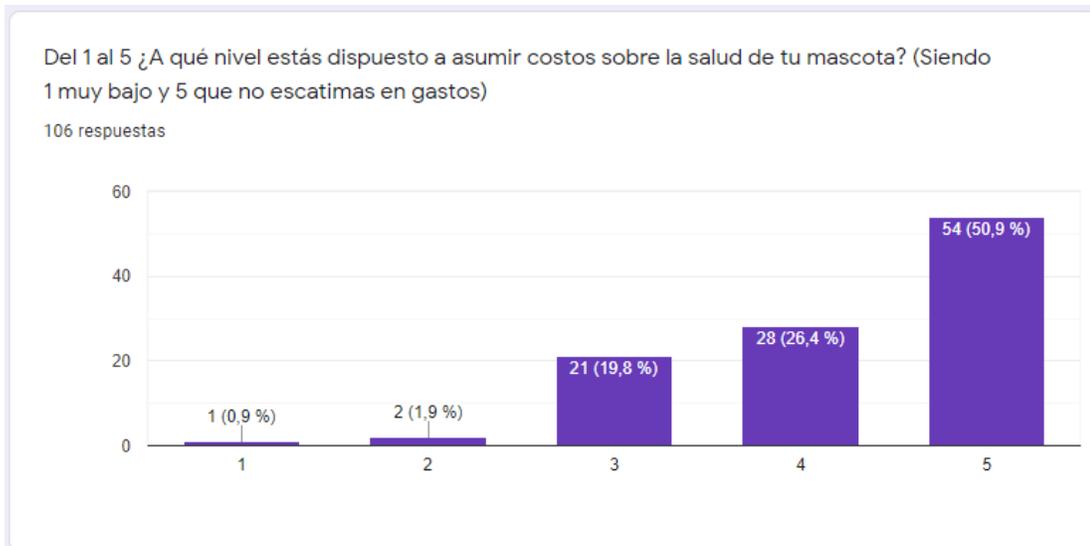


Figura 99. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 2

Elaboración: Los autores

En la Figura 100, se muestra que el 81,1% (86 personas) de encuestados indican que las veterinarias de su zona no cuentan con alguna herramienta parecida a la que se desarrolló, mientras que el 18.9% (20 personas) indican que sus veterinarias sí las tienen, eso se puede ver reflejado en las características de la veterinaria (si es local o es una clínica) como se aprecia en la figura 101.



Figura 100. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 3

Elaboración: Los autores

En la Figura 101, el 75.5% (80 personas) asisten a una veterinaria local, no cuenta con especialidades ni herramientas de laboratorio, es de asistencia general, tal como la Veterinaria Dueñas. El 24.5% restante (26 personas) asisten a clínicas veterinarias, lo que sería un indicio del porqué 20 personas en la pregunta anterior indican que su veterinaria cuenta con alguna herramienta parecida a la desarrollada, pues cuentan con herramientas modernas, especialidades, laboratorio y sistema de gestión.

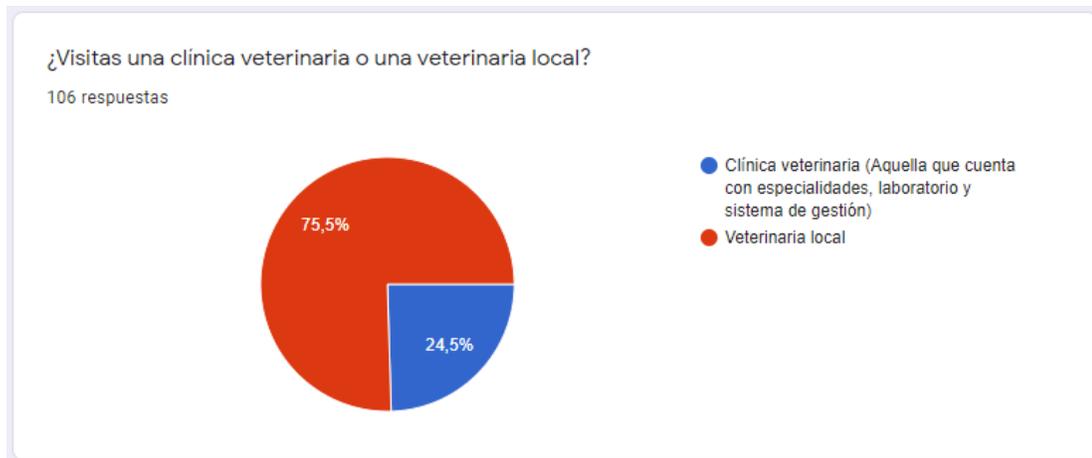


Figura 101. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 4

Elaboración: Los autores

La siguiente pregunta, en la Figura 102, se aprecia que 68 personas consideran muy importante tomar en cuenta la insuficiencia renal en sus mascotas, 36 consideran que es importante, pero se muestra 1 persona que considera que es de importancia baja y 1 no importante. Estas 2 personas están relacionadas con el resultado de interés bajo de la primera pregunta.

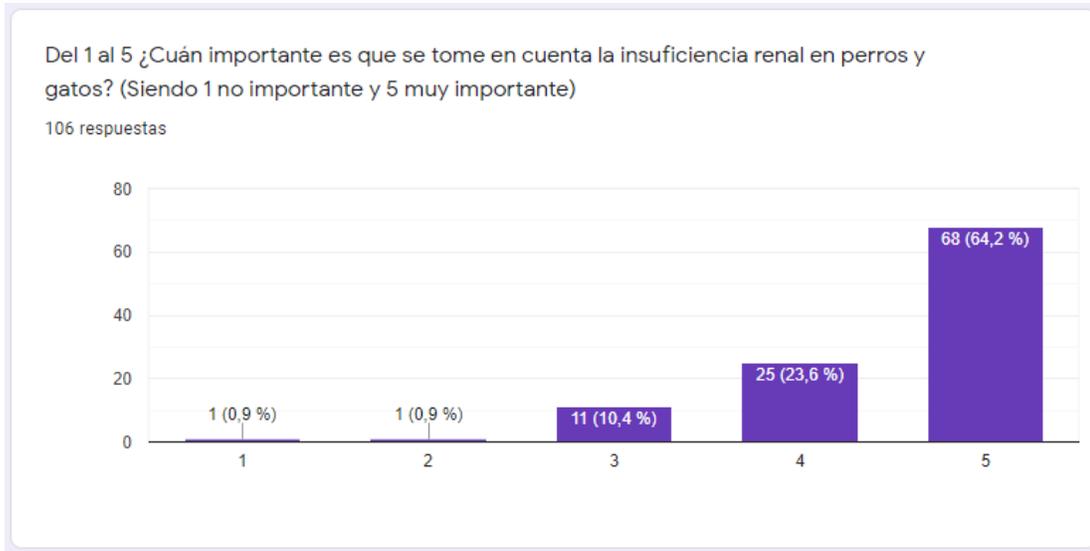


Figura 102. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 5

Elaboración: Los autores

En la pregunta de la Figura 103, se muestra que el 72.6% (77 personas) indican que sus mascotas no han sufrido de algún tipo de insuficiencia renal, mientras que el 27.4% (29 personas) indican que sí han tenido alguna mascota con esta enfermedad.

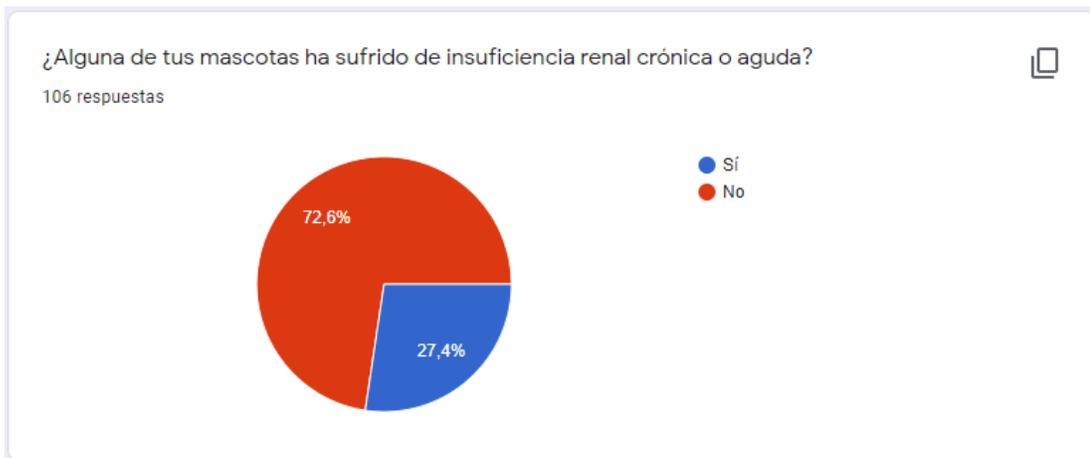


Figura 103. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 6

Elaboración: Los autores

En la Figura 104, 40.6% (43 personas) cerca de la mitad de los encuestados indicaron que a sus mascotas le hicieron algún descarte de insuficiencia renal.

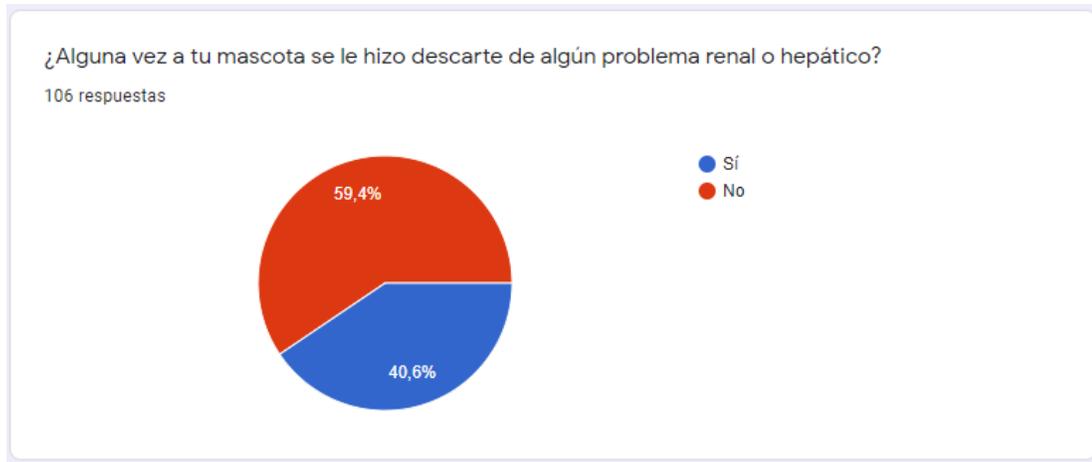


Figura 104. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 7

Elaboración: Los autores

En la Figura 105, se muestra que el 95.3% (101 personas) desean que su veterinaria habitual cuente con un módulo de predicción de insuficiencia renal, mientras que solo el 4.7% (5 personas) indican que no.



Figura 105. Encuesta a dueños de mascotas - Pregunta 8

Elaboración: Los autores

5.2.3. Resultado - Características y síntomas

En la Figura 45 se encuentra la lista de las 49 características y síntomas que se tomaron como base para poder iniciar la creación del dataset, mientras que en el punto 4.2.3.1. de la presente tesis, se determinó que solo 12 de las características y síntomas fueron los tomados en cuenta luego del análisis de datos, estos fueron: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre o cargada, ingesta de desechos y días síntomas.

5.2.4. Resultado - Precisión del entrenamiento y test

En la Figura 63, resultado del entrenamiento y test, muestra los siguientes resultados:

Para el entrenamiento, la precisión fue de aproximadamente el 96.61%.

Para el test, la precisión fue de aproximadamente el 71.43%.

5.2.5. Resultado - Satisfacción de los médicos veterinarios

En el plan de pruebas del anexo 14, se encuentra la encuesta realizada a los 3 veterinarios del establecimiento para conocer el nivel de satisfacción sobre el módulo de predicción implementado e integrado al sistema actual que tienen en la veterinaria. (Ver figura 106)

Valor mínimo 1 / Valor máximo 5	
Característica	Valor promedio
Simplicidad de uso	4.66
Rapidez del módulo	3.66
Cumplimiento con requerimientos	5
Satisfacción con el módulo	4.66
Interfaz de usuario	4.66
Importancia	4.66
Valor en porcentaje	
Aceptación de características y síntomas	100%

Figura 106. Satisfacción de los médicos veterinarios

Elaboración: Los autores

Estos valores nos indican que el módulo de predicción ha sido aprobado por los veterinarios indicando que es sencillo de utilizar, que se ha cumplido con sus requerimientos a cabalidad, están satisfechos con el módulo y con el interfaz de usuario, pues querían continuar con el mismo estilo que ellos tenían. Este módulo les resulta de gran importancia para poder cumplir con su misión de médicos veterinarios que es salvaguardar la salud de las mascotas y aceptando las características y síntomas que fueron tomados en cuenta para realizar la predicción, ya que son los más relevantes en sus historias clínicas, además que son factores importantes para determinar una insuficiencia renal.

Si bien hay oportunidades de mejora como en la rapidez de abrir el formulario de la primera predicción, que demora en cargar 30 segundos, y las posteriores mejoras tanto de visualización, optimización de la información y el uso de otros módulos, se ha podido cumplir con lo que requería la veterinaria. (Ver figura 107)

Objetivos	Variables	Indicadores	Resultados
Crear un módulo web de predicción para identificar los casos de perros y gatos de la Veterinaria Dueñas que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal mediante árbol de decisiones.	Cantidad de casos identificados	Cantidad y porcentaje de aciertos en la identificación de casos de insuficiencia renal en perros y gatos	80% de casos acertados
	Interés de dueños de mascotas	Resultados y porcentajes de una encuesta	95.3 % está interesado en que su veterinaria cuente con una herramienta como la desarrollada
Determinar las variables relacionadas, y los síntomas principales que pueden ser indicio de una insuficiencia renal.	Características y síntomas	Datos encontrados en las Historias clínicas para la creación del dataset	12 variables (2 características y 10 síntomas): edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre / cargada, ingesta de desechos o cosas raras y días síntomas.
Desarrollar el árbol de decisiones mediante machine learning que permita identificar si un perro o gato está sufriendo de insuficiencia renal para mejorar el diagnóstico veterinario.	Precisión del entrenamiento y test	Resultado de la precisión del entrenamiento, del test y resultados del plan de pruebas	Precisión del entrenamiento: 96.61 % y precisión del test: 71.43%
Integrar el módulo web de predicción al sistema actual de la veterinaria para visualizar los resultados y las historias clínicas de los casos con insuficiencia renal.	Satisfacción de los médicos veterinarios	Resultados y porcentajes de una encuesta	Promedio de 4.66 de 5 en la satisfacción del módulo

Figura 107. Relación Objetivos – Resultados

Elaboración: Los autores

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN

El objetivo general del proyecto era crear un módulo web de predicción para identificar los casos de perros y gatos de la Veterinaria Dueñas que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal mediante un árbol de decisiones; la ayuda de la inteligencia artificial en el diagnóstico médico veterinario, como se indica en Barrientos (2019) “Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico”, podrá ayudarlo a interpretar mejor los datos y extraer conclusiones de forma más rápida, a fin que el diagnóstico dado sea más preciso. Mientras el diagnóstico de una insuficiencia renal sea lo más pronto posible se evita una infección mayor o que llegue a ser mortal. Es por eso por lo que el uso de una base de datos de los síntomas presentados anteriormente por medio de las historias clínicas apoya a la decisión del diagnóstico médico.

Se estableció que era fundamental identificar cuáles eran las características y síntomas más relevantes que puedan ser indicio de la enfermedad, se comenzó creando una lista de 48 características y síntomas con las que se armaría el dataset, para esto se utilizaron las historias clínicas registradas en el sistema actual de la veterinaria. Como se indicó en el capítulo IV, en el desarrollo del producto, la lista de características y síntomas están basados en las fuentes: León, M (2019) “Insuficiencia renal su concepto, clasificación, síntomas y repercusiones en el cuerpo de los animales domésticos”; en la investigación de Martínez, P, Martínez, I, & Martínez, P (2011) “Caracterización de la función renal en perros”; y AVEPA (2012) “Evaluación del daño renal en perras con piometra en base a la proteinuria, histomorfología renal y biomarcadores urinarios”. Si en caso tuviera dicha característica o síntoma se le colocaría 1 o el valor correspondiente (como la edad o días de síntomas), sino sería 0. Este proceso fue importante, para posteriormente ir limpiando los datos, eliminando las filas vacías y con el análisis realizado a la información se pudo determinar cuáles eran las 12 características o síntomas finales que ayudarían a crear el árbol de decisiones. Una vez que el árbol de decisiones fue creado, se inició con el desarrollo web para integrarlo al sistema

de gestión veterinaria, permitiendo a los veterinarios ingresar la edad, los días con los síntomas y seleccionar, entre los 10 síntomas, cuáles presentaba la mascota y al final tener el resultado si posiblemente está sufriendo una insuficiencia renal o no.

Si bien inicialmente tiene aún muy pocos registros para esclarecer un impacto real, esto puede ser el puntapié de un impacto social pues es un inicio de una mejora del proceso de diagnóstico en una veterinaria local, esto permitirá identificar los casos de perros y gatos que estén padeciendo una insuficiencia renal que suele confundirse con otras enfermedades por su sintomatología, mientras más rápido pueda detectarse, mayores serán las posibilidades de mejorar la salud de la mascota y evitar algún daño irreversible que pueda ser mortal para los miembros más pequeños de las familias.

Mediante las encuestas realizadas para conocer el interés de los dueños de mascotas, se pudo conocer que la mayoría de las personas llevan a sus mascotas a una veterinaria local que no cuenta con laboratorios o especialidades e indicaron que era de gran importancia e interés que estos establecimientos contaran con alguna herramienta similar a la desarrollada. Esto refleja con los resultados de CPI en el 2018 que se encuentra en el capítulo I, donde aproximadamente el 60% de familias tienen mascotas y el costo de los cuidados y salud animal ha aumentado a aproximadamente 114 soles y en casos de emergencia de 178 soles, es un reflejo del aumento del interés por el cuidado animal. (Ver figura 105)

Sería fundamental que se cuente con una base de datos mayor con el fin de que se pueda obtener más características o síntomas que posiblemente se estén dejando de lado y que estén presentes en otras veterinarias, mientras más datos puedan ser utilizados, mejor será el resultado y el análisis puede ser más profundo. Esto ayudaría a que el árbol de decisiones pueda ser mucho más certero con las variables que se sigan encontrando, dado que la decisión de utilizar este método es por su semejanza al razonamiento médico como lo

indica Pérez, G., Grau, R., & Pérez, Á. (2011). “Árbol de decisión o razonamiento clínico en la toma de decisiones médicas: ¿Una dicotomía? “.

Tanto el sistema web de gestión que se encuentra en la Veterinaria Dueñas como el nuevo módulo creado pueden seguir mejorando, hay muchas oportunidades de mejora a fin de que pueda llegar a ser una herramienta completa para las veterinarias locales sin que realicen un costo elevado en la implementación, en el mantenimiento y en el soporte técnico. Como se explicó en el capítulo I, en la importancia de la investigación, basado en Benavent, D., Colomer, J., Quecedo, L., Gol-Monserrat, J., & Del Llano, J. (2020) “Inteligencia artificial y decisiones clínicas: Cómo está cambiando el comportamiento del médico”, el machine learning es importante para la ayuda en las decisiones médicas y está cambiando el comportamiento médico.

Tipo	Objetivos	Discusión	Fuentes	Indicadores	Resultados
General	Crear un módulo web de predicción para identificar los casos de perros y gatos de la Veterinaria Dueñas que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal mediante árbol de decisiones.	El objetivo general del proyecto era crear un módulo web de predicción para identificar los casos de perros y gatos de la Veterinaria Dueñas que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal mediante un árbol de decisiones	Barrientos (2019) "Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico"	Cantidad y porcentaje de aciertos en la identificación de casos de insuficiencia renal en perros y gatos	80% de casos acertados
	Veterinaria Dueñas que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal mediante árbol de decisiones.	La mayoría de las personas llevan a sus mascotas a una veterinaria local que no cuenta con laboratorios o especialidades e indicaron que era de gran importancia e interés que estos establecimientos contaran con alguna herramienta similar a la desarrollada.	CPI (2018) "Porcentajes de tenencia de mascotas en el Perú a octubre del 2018"	Resultados y porcentajes de una encuesta	95.3 % está interesado en que su veterinaria cuente con una herramienta como la desarrollada
Específico	Determinar las variables relacionadas, y los síntomas principales que pueden ser indicio de una insuficiencia renal.	Se estableció que era fundamental identificar cuáles eran las características y síntomas más relevantes que puedan ser indicio de la enfermedad, se comenzó creando una lista de 48 características y síntomas con las que se armaría el dataset	León, M (2019) "Insuficiencia renal su concepto, clasificación, síntomas y repercusiones en el cuerpo de los animales domésticos"; Martínez, P, Martínez, I, & Martínez, P (2011) "Caracterización de la función renal en perros"; y AVEPA (2012) "Evaluación del daño renal en perras con piometra en base a la proteinuria, histomorfología renal y biomarcadores urinarios"	Datos encontrados en las Historias clínicas para la creación del dataset	12 variables (2 características y 10 síntomas): edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre / cargada, ingesta de desechos o cosas raras y días síntomas.
Específico	Desarrollar el árbol de decisiones mediante machine learning que permita identificar si un perro o gato está sufriendo de insuficiencia renal para mejorar el diagnóstico veterinario.	Si se cuenta con una base de datos mayor se podrá obtener más características o síntomas que posiblemente se estén dejando de lado y que estén presentes en otras veterinarias, mientras más datos puedan ser utilizados, mejor será el resultado y el análisis puede ser más profundo.	Pérez, G., Grau, R., & Pérez, Á. (2011). Árbol de decisión o razonamiento clínico en la toma de decisiones médicas: ¿Una dicotomía?	Resultado de la precisión del entrenamiento, del test y resultados del plan de pruebas	Precisión del entrenamiento: 96.61 % y precisión del test: 71.43%
Específico	Integrar el módulo web de predicción al sistema actual de la veterinaria para visualizar los resultados y las historias clínicas de los casos con insuficiencia renal.	El sistema web de gestión que se encuentra en la Veterinaria Dueñas puede seguir mejorando a fin que pueda llegar a ser una herramienta completa para las veterinarias locales sin que realicen un costo elevado en la implementación, en el mantenimiento y en el soporte técnico.	Benavent, D., Colomer, J., Quecedo, L., Gol-Monserrat, J., & Del Llano, J. (2020). Inteligencia artificial y decisiones clínicas: Cómo está cambiando el comportamiento del médico	Resultados y porcentajes de una encuesta	Promedio de 4.66 de 5 en la satisfacción del módulo

Figura 108. Relación Resultados – Discusión

Elaboración: Los autores

CONCLUSIONES

1. Se logró crear un módulo de predicción web que permitió identificar el 80% de nuevos casos en perros y gatos, en la Veterinaria Dueñas, que estaban sufriendo de insuficiencia renal.
2. Se determinaron que doce (12) variables relacionadas con la enfermedad, dos características (edad y días de síntomas) y diez síntomas (vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre o cargada, ingesta de desechos o cosas raras), fueron las más relevantes dentro las historias clínicas registradas en la Veterinaria Dueñas con respecto a la insuficiencia renal.
3. Se desarrolló el árbol de decisiones mediante machine learning, con una precisión de 96.61% en su entrenamiento y 71.43% en su testeo, que permitió mejorar el diagnóstico veterinario con respecto a la insuficiencia renal acertando en un 80% de nuevos casos registrados permitiendo que las mascotas estén recibiendo su tratamiento a tiempo.
4. Se integró el módulo de predicción web al sistema actual de gestión de la Veterinaria Dueñas, permitiendo la visualización de los resultados y las historias clínicas de los casos con insuficiencia renal.

RECOMENDACIONES

1. El uso constante del módulo de predicción web permitirá contar con una mayor cantidad de datos e identificar los casos acertados y errados de perros y gatos con insuficiencia renal, a fin de encontrar variables adicionales que permitan obtener mejores resultados en la predicción.
2. Ampliar la base de datos de los casos de perros y gatos con insuficiencia renal para identificar características y síntomas adicionales permitan mejorar los resultados en la predicción.
3. Retroalimentar el modelo del árbol de decisiones con los casos identificados en el módulo de predicción web a fin de que se mejore la precisión y el diagnóstico veterinario sea más acertado.
4. Identificar aspectos de mejora del sistema de la veterinaria y del módulo de predicción web a fin de generar un mayor impacto social en la comunidad de Mirones y facilitar la visualización de información a los médicos de la Veterinaria Dueñas.

ANEXOS

	Página
Anexo 1 – Carta de Patrocinio	135
Anexo 2 – Compromiso multidisciplinario	136
Anexo 3 – Diagnóstico y análisis previo	137
Anexo 4 – Acta de constitución del proyecto	138
Anexo 5 – Árbol de problemas	139
Anexo 6 – Árbol de objetivos	140
Anexo 7 – Marco Lógico	141
Anexo 8 – Entrevista	142
Anexo 9 – Diccionario de datos	144
Anexo 10 – Plan de pruebas Iteración 1	155
Anexo 11 – Plan de pruebas Iteración 2	162
Anexo 12 – Plan de pruebas Iteración 3	172
Anexo 13 – Manual de usuario	180
Anexo 14 – Plan de pruebas general	185
Anexo 15 – Detalle Encuesta a dueños de mascotas	207
Anexo 16 – Detalle Encuesta a los médicos veterinarios	213
Anexo 17 – Manual de instalación	214
Anexo 18 - Bitácora	239
Anexo 19 – Índice de similitud	248

Anexo 1 – Carta de Patrocinio

CARTA DE PATROCINIO

Por medio de este documento se acepta, por parte de la **Veterinaria Dueñas**, perteneciente a **Hatun Uywa**, el patrocinio para poder realizar el trabajo de investigación titulado: **“USO DE MACHINE LEARNING PARA RECONOCER SÍNTOMAS Y PREDECIR LA INSUFICIENCIA RENAL EN PERROS Y GATOS EN HISTORIAS CLÍNICAS DE LA VETERINARIA DUEÑAS”**.

Se da a conocer, también, que tanto a **Alexander Antonio Flores Bernardo** como a **Carlos Roberto Aranguren Milla** se les ha brindado la información necesaria y requerida para el desarrollo del proyecto antes mencionado.

Atentamente,

Anexo 2 – Compromiso multidisciplinario

COMPROMISO MULTIDISCIPLINARIO

Por medio del presente documento se informa que:

El equipo de trabajo se compromete a realizar la documentación correspondiente al trabajo **“USO DE MACHINE LEARNING PARA RECONOCER SÍNTOMAS Y PREDECIR LA INSUFICIENCIA RENAL EN PERROS Y GATOS EN HISTORIAS CLÍNICAS DE LA VETERINARIA DUEÑAS”**, para optar por el título profesional en **Ingeniería de Computación y Sistemas**, respetando el trabajo de cada autor en general, en caso se utilice alguna frase, cita, referencia, resumen, párrafo o definición, se citará a los autores correspondientes sean naturales o corporativas y no se toman como propias las ideas realizadas por terceros.

El proyecto contará con la participación y apoyo de los médicos veterinarios de la Veterinaria Dueñas para esclarecer dudas, evaluar los avances junto con el equipo de trabajo encargado del análisis y desarrollo del algoritmo.

Atentamente,

Anexo 3 – Diagnóstico y análisis previo

DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS PREVIO

La Veterinaria Dueñas, ubicada en Jr. Crespo y Castillo 1872, Cercado de Lima, tenía problemas con la gestión de información en su establecimiento. Todo registro, tanto de los datos de las mascotas y clientes, como el registro de las historias clínicas eran apuntadas en fichas (hojas) que no tenían una ubicación determinada; es por ello que los tesisistas, fueron encargados a desarrollar un sistema web que facilite el registro de dichos datos, cuyo resultado fue de gran ayuda para la veterinaria.

Posterior al trabajo realizado se pudo observar que varios síntomas de diversas enfermedades se iban repitiendo en ciertas mascotas. Al tener un sistema de apoyo para ver con mayor facilidad las historias clínicas se podía hacer una evaluación correspondiente en los diagnósticos realizados, por lo que se evalúa la posibilidad de apoyar en la mejora de diagnóstico de ciertas enfermedades cuyos síntomas suelen pasar desapercibidos o confundidos con algún proceso viral o provocado por una bacteria.

Una de estas enfermedades comunes en perros y gatos, que sus primeros o más leves síntomas son confundidos y que pueden provocar un diagnóstico errado o tardío es la insuficiencia renal (sea aguda o crónica).

Por esta razón, la idea de utilizar el machine learning mediante los datos recopilados en sus historias clínicas busca identificar síntomas que se estén dando a través de cierto tiempo para poder prevenir esta enfermedad que puede llegar a ser mortal o dejar daños irreversibles en la salud de la mascota.

Anexo 4 – Acta de constitución del proyecto

Acta de constitución del proyecto

Datos

Nombre: Veterinaria Dueñas – Razón social: Hatun Uywa S.A.C.

Cliente: Luis Pedraza Franco, médico veterinario

Fecha de entrega: 13 de junio del 2021

Dirección: Jr. Crespo y Castillo 1872, Cercado de Lima

Equipo de trabajo: Alexander Antonio Flores Bernardo y Carlos Roberto Aranguren Milla

Propósito

Crear un módulo web de predicción para identificar los casos de perros y gatos que estarían siendo afectados por una insuficiencia renal. Se identificarán las características y síntomas más relevantes de la enfermedad para desarrollar el árbol de decisiones mediante machine learning, se llenarán los datos y se mostrarán los resultados en el módulo web que se integrará al sistema de gestión actual de la veterinaria para mejorar el diagnóstico veterinario de la enfermedad.

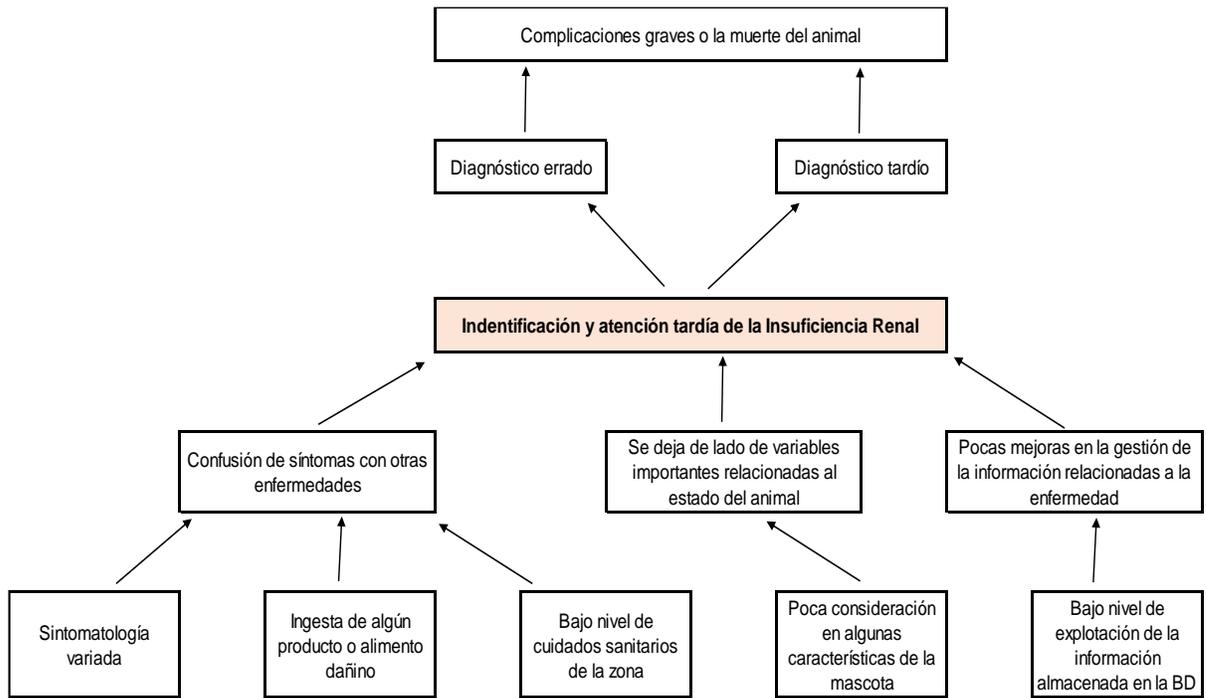
Requerimientos

Debe ser una vista web que permita ingresar si la mascota tiene o no algún síntoma relacionado con la insuficiencia renal, luego, poder ver el resultado si un perro o gato puede estar sufriendo la enfermedad. Se debe tener en cuenta que debe ser de fácil uso, pues será utilizado por los veterinarios quienes desean que no sea complicado, sino simple e intuitivo. No debe aparecer como una historia clínica, sino aparte y debe registrar los resultados del momento en que se implementará en adelante (no información anterior)

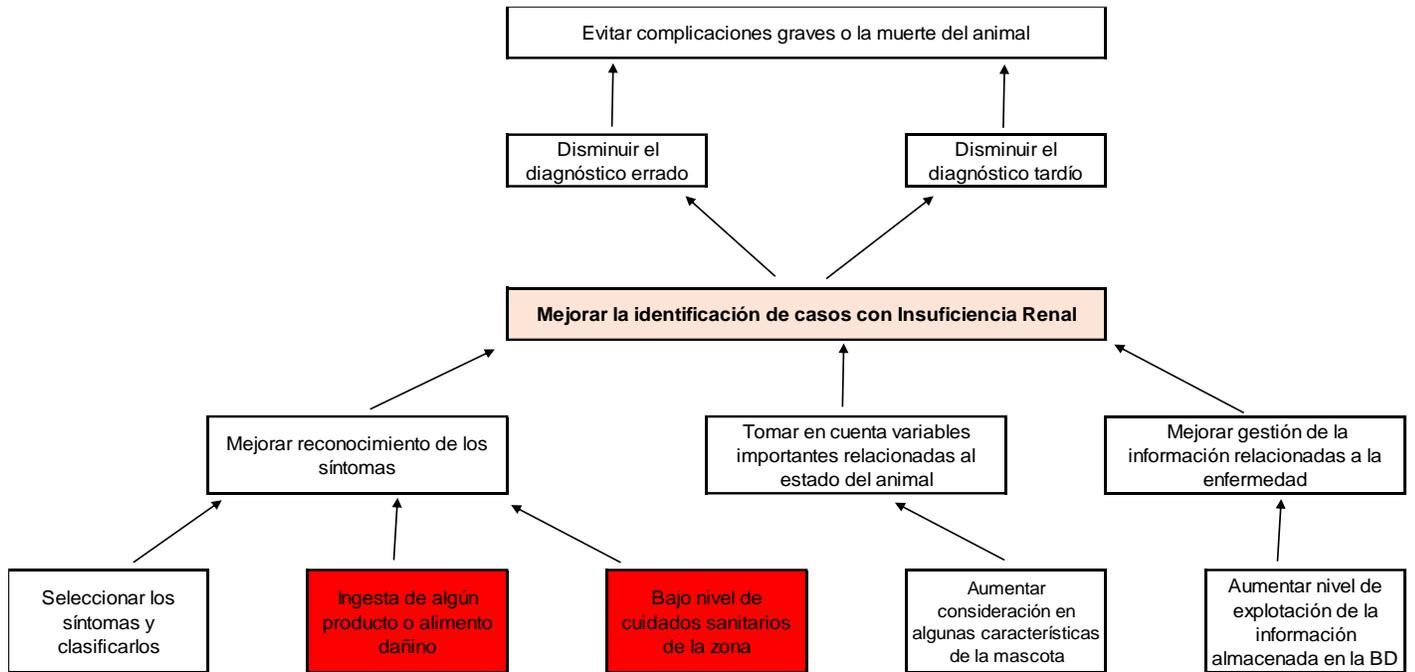
Límites

La información que se utilizará será de las historias clínicas registradas en el sistema web actual de la veterinaria y se validará si la mascota sufrió o no de insuficiencia renal con el veterinario. No debe tener un costo elevado (mayor a S/. 2500 soles).

Anexo 5 – Árbol de problemas



Anexo 6 – Árbol de objetivos



Anexo 7 – Marco Lógico

	RESUMEN NARRATIVO	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	Evitar complicaciones graves o la muerte del animal	Cantidad de perros y gatos que murieron o se encuentran graves postdiagnóstico por insuficiencia renal	Reportes e historias clínicas de la veterinaria	
PROPÓSITO	Mejorar la identificación de casos con Insuficiencia Renal	Se desarrollará un módulo web que permita identificar si un perro o gato podría estar padeciendo insuficiencia renal	Reportes e historias clínicas de la veterinaria	El veterinario, dueño de Veterinaria Dueñas apoya al 100% el proyecto
COMPONENTES	Mejorar reconocimiento de los síntomas	Se realizará una lista de los síntomas principales y secundarias de la insuficiencia renal	Reportes e historias de la veterinaria. Tesis e investigaciones sobre la enfermedad	La identificación de los síntomas cumple con todo lo establecido y aceptado en la veterinaria
	Tomar en cuenta variables importantes relacionadas al estado del animal	Se realizará una lista de las variables relacionadas que pueden ser indicio de una insuficiencia renal.	Reportes e historias de la veterinaria. Tesis e investigaciones sobre la enfermedad	La identificación de las variables cumple con todo lo establecido y aceptado en la veterinaria
	Mejorar gestión de la información relacionadas a la enfermedad	Se integrará el módulo web de predicción al sistema actual de gestión de la veterinaria para visualizar los resultados de los casos con insuficiencia renal.	Reportes y diagnósticos de la veterinaria	Se realiza una predicción a cada perro o gato cuyos síntomas se encuentran en la lista de insuficiencia renal

Anexo 8 – Entrevista

Entrevista

Fecha: 7 de marzo del 2021

Dr. Luis Pedraza Franco (L)

Bach. Alexander Flores Bernardo (A)

Bach. Carlos Aranguren Milla (C)

C: Doctor, buenas tardes.

L: Buenas tardes muchachos.

A: Doctor, disculpe, explíquenos en qué podemos ayudarlo. Cómo podemos seguir mejorando el sistema que le hicimos.

C: Sí doctor. Lo que conversamos podría decirnos exactamente qué le gustaría.

L: El sistema me funciona bien, puedo ingresar rápido, registro y guardo las mascotas y las historias que es lo que manejamos en el día a día, por el momento no he usado aún la parte de la caja diaria, eso aún lo dejaremos para otro momento que ordenemos todo. Me gustaría que podamos detectar a tiempo enfermedades que sean difíciles de diagnosticar, una enfermedad muy común es la insuficiencia renal, por ejemplo. Podríamos comenzar con eso, ya que por síntomas se puede confundir con algún malestar estomacal o con alguna otra enfermedad. Como la mayoría de los animales que vemos son perros y gatos, la insuficiencia es muy común. ¿Se podrá? Porque no queremos algo complicado tampoco, sino muy simple como poner si tiene o no un síntoma y luego nos bote el resultado para nosotros sacarle la muestra y enviarla al laboratorio y tener los análisis del perfil hepático renal. Ya ha pasado que pensábamos que era otra cosa y al final cuando el animalito enfermaba pues ya había avanzado. Aunque hay síntomas marcados como cuando un animalito no puede orinar, hay algunos que nos hace pensar que puede ser una gastritis, gastroenteritis.

C: Claro, entonces desea que en el sistema le agreguemos una pantalla que usted pueda ingresar si tiene algún síntoma y luego le salga el resultado. Pero nos enfocáramos en la insuficiencia renal ¿No?

L: Sí, sería bueno para que nos pueda ayudar a diagnosticarlo.

A: Para eso necesitamos los datos de las historias.

L: Sí, allí hay algunos casos, igual puedo decirles cuáles son.

C: Perfecto, la idea es de la base de datos entonces obtener la información si ha tenido o no algún síntoma y por medio de eso identificar si tiene o no la enfermedad.

L: ¿Se necesita gastar un monto fuerte? Es que ahorita estamos viendo la necesidad de un nuevo médico y una persona más que nos ayude en los baños y cortes, así que por ahora estamos cortos.

A: No creo que salga muy caro, como le dijimos le podemos ayudar. Como dijimos será sin fines de lucro.

C: Entonces conforme encontremos algunos datos lo vamos validando con usted doctor, porque el que sabe de eso es usted. Para saber si estamos bien o nos hemos equivocado.

L: Sí, está bien. La idea es que el doctor Gustavo, yo y quien venga pueda usarlo. Johana y Jair (los asistentes) no lo usarán, ellos nos apoyarán en los baños y cortes no más. Lo otro lo llenaremos nosotros.

A: Ah ya, entonces solo los médicos.

L: Claro, nosotros somos los que debemos llenar la información de lo que hemos detectado, si sospechamos que tiene algunas características entonces vamos al sistema, ingresamos si tiene o no tal síntoma y tener una respuesta de acuerdo con eso.

C: Entonces doctor, le haremos un formulario que mantenga entonces el fondo blanco igual que el sistema, porque formará parte, y el botón manteniendo el mismo estilo entonces. Así se le hace más fácil.

L: Sí, eso está bien. Mientras más sencillo sea mejor para nosotros. Lo importante es que funcione y arroje bien el resultado. Ya luego podamos seguir viendo cuál era el resultado que le salió a la mascota y qué síntomas habíamos colocado.

A: Sí, eso ya es trabajo nuestro.

Anexo 9 – Diccionario de datos

Diccionario de datos

detalle_venta				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_detalle_venta	int(10)	No	auto_increment	
id_venta	int(10)	No		-> venta.id_venta ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
id_producto	int(10)	No		-> producto.id_producto ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
cantidad	int(10)	No		
subtotal	double(100, 2)	No		

egreso				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_egreso	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(250)	No		
fecha	date	No		
monto	double(100, 2)	No		

especie				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_egreso	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		

estado				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_egreso	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		

historia				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_historia	int(10)	No	auto_increment	
temperatura	double(100, 2)	Sí		
peso	double(100, 2)	Sí		
frec_cardiaca	int(10)	Sí		
frec_respiratoria	int(10)	Sí		
mucosas	varchar(250)	Sí		
historia	varchar(750)	Sí		
diagnostico	varchar(750)	Sí		
examen_auxiliar	varchar(750)	Sí		
tratamiento	varchar(750)	Sí		
receta	varchar(750)	Sí		
id_sermas	int(10)	No		-> servicio_mascota.id_sermas ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT

Historia insuficiencia				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_hisins	int(10)	No	auto_increment	
id_historia	varchar(250)	No		-> historia.id_historia ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
id_massin	date	No		-> mascota_sintoma.id_massin ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT

historia				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_lote	int(10)	No	auto_increment	
id_producto	int(10)	No		-> producto.id_producto ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
fec_vencimiento	date	Sí		
num_lote	varchar(100)	Sí		
precio_compra	double(100, 2)	No		
stock	int(100)	Sí		
ingreso	int(100)	Sí		
id_veterinaria	int(10)	No		

mascota				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_mascota	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(250)	No		
id_especie	int(10)	No		-> especie.id_especie ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
sexo	varchar(100)	No		
fec_nac	date	Sí		
raza	varchar(100)	Sí		
color	varchar(100)	Sí		
esterilizacion	varchar(100)	No		
id_veterinaria	int(10)	No		-> veterinaria.id_veterinaria ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
fec_creacion	date	No		
observaciones	varchar(750)	Sí		
id_persona	int(10)	No		-> persona.id_persona ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT

Mascota sintoma				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_massin	int(10)	No	auto_increment	
id_mascota	int(10)	No		-> mascota.id_mascota ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
fecha	date	No		
vomitos	int(10)	No		
perdida_apetito	int(10)	No		
letargo	int(10)	No		
diarrea	int(10)	No		
halitosis	int(10)	No		
disminucion_orina	int(10)	No		
disminucion_agua	int(10)	No		
dolor_abdominal	int(10)	No		
orina_sangre	int(10)	No		
ingesta	int(10)	No		
dias_sintomas	int(10)	No		
resultado	int(10)	No		
observaciones	varchar(1500)	No		
resultado_oficial	int(10)	No		

metodo_pago				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_metodopago	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		

movimiento_producto				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_movimientoproducto	int(10)	No	auto_increment	
id_tipomovimiento	int(10)	No		-> tipo_movimiento .id_tipomovimiento ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
id_lote	int(10)	No		-> lote.id_lote ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
cantidad	int(100)	No		
fec_creacion	date	No		
fecha	date	No		

persona				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_persona	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(250)	Sí		
apellido1	varchar(250)	Sí		
apellido2	varchar(250)	Sí		
dni	varchar(25)	Sí		
celular	varchar(10)	Sí		
telefono	varchar(10)	Sí		
correo	varchar(250)	Sí		
direccion	varchar(250)	Sí		
fec_creacion	date	No		
id_tipopersona	int(10)	No		-> tipo_persona.id_tipopersona ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT

presentacion				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_presentacion	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		

producto				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_producto	int(10)	No	auto_increment	
id_tipoproducto	int(10)	No		-> tipo_producto.id_tipoproducto ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
nombre	varchar(750)	No		
accion_farmacologica	varchar(750)	Sí		
marca	varchar(750)	Sí		
descripcion	varchar(750)	Sí		
precio_venta	double(100, 2)	No		
fec_creacion	date	No		
id_presentacion	int(10)	No		-> presentacion.id_presentacion ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT

salida_producto				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_salida	int(10)	No	auto_increment	
id_tiposalida	int(10)	No		-> tipo_salida.id_tiposalida ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
id_movimientoproducto	int(10)	No		-> movimiento_producto.id_movimientoproducto ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
id_venta	int(10)	No		-> venta.id_venta ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT

servicio				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_servicio	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		
id_tiposervicio	int(10)	No		-> tipo_servicio.id_tiposervicio ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT

Servicio_mascota				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_sermas	int(10)	No	auto_increment	
id_servicio	int(10)	No		-> servicio.id_servicio ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
id_mascota	int(10)	No		-> mascota.id_mascota ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
fecha	date	No		
id_persona	int(10)	No		-> persona.id_persona ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
observaciones	varchar(750)	Sí		
proxima_fecha	date	Sí		
id_veterinaria	int(10)	No		-> veterinaria.id_veterinaria ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
costo_consulta	double(100,2)	Sí		
costo_servicio	double(100,2)	Sí		
costo_total	double(100,2)	Sí		
fec_creacion	date	No		
descripcion	varchar(750)	Sí		
pago_efectivo	double(100,2)	Sí		
pago_tarjeta	double(100,2)	Sí		

tipo_movimiento				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_tipomovimiento	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		

tipo_persona				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_tipopersona	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(250)	No		

tipo_producto				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_tipoproducto	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		

tipo_salida				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_tiposalida	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		

tipo_servicio				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_tiposervicio	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(250)	No		

salida_producto				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_venta	int(10)	No	auto_increment	
id_mascota	int(10)	Sí		-> mascota.id_mascota ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
fecha	date	No		
id_estado	int(10)	No		-> estado.id_estado ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
id_veterinaria	int(10)	No		-> veterinaria.id_veterinaria ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT
id_metodopago	int(10)	No		-> metodo_pago.id_metodopago ON UPDATE RESTRICT ON DELETE RESTRICT

veterinaria				
Columna	Tipo	Nulo	Extra	Enlaces a
id_veterinaria	int(10)	No	auto_increment	
nombre	varchar(100)	No		

Anexo 10 – Plan de pruebas Iteración 1

Plan de pruebas – Iteración 1

Al ser un desarrollo del modelo de machine learning de insuficiencia renal para perros y gatos en el sistema actual de la Veterinaria Dueñas se debe realizar pruebas de software, siendo muy importante para poder determinar si se está entregando un módulo que cumpla con ciertos parámetros de calidad y cumpliendo con los requisitos. Por esta razón, se tomaron en cuenta ambos.

Alcance

Dependiendo el tipo de iteración se desarrolla los diferentes tipos de pruebas de caja negra cuando sea necesario:

- Pruebas de funcionalidad.

Recursos

Rol	Mínimo de recursos	Especificación de responsabilidades
Encargado de pruebas	1	Encargado de la realización ejecución de las pruebas y desarrollar el informe final.
Jefe de proyecto	1	Encargado de dar por aprobado las pruebas.

Para la iteración del modelo de predicción del árbol de decisión se utilizará la prueba de funcionalidad que se detalla a continuación:

Objetivos:	Asegurar la funcionalidad del modelo, cómo ingresan los datos, el proceso y la obtención del resultado
Técnicas:	Ejecutar cada caso de uso, usando datos válidos y no válidos para verificar lo siguiente: Se obtienen los resultados esperados cuando se utilizan datos válidos Cuando se utilizan datos no válidos no debe permitir el registro.
Criterios de finalización:	Se han ejecutado todas las pruebas correspondientes
Consideraciones especiales:	Ninguno

Resultado: Los valores que se envía de los 12 síntomas que son: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre cargada, ingesta de desechos o cosas raras, días síntomas corresponden a los síntomas solicitados por el cliente dando como resultado si sufre o no insuficiencia renal en el Google Colab donde se envía 1 que es "SI" y 0 si es "NO"

Prueba 1 - Modelo de predicción del árbol de decisiones

Datos válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico	3
vómitos	Numérico	0
Pérdida de apetito	Numérico	1
Letargo	Numérico	1
Diarrea o heces sueltas	Numérico	0
Halitosis	Numérico	0
Disminución o ausencia de orina	Numérico	1
Disminución de agua consumida	Numérico	1
Dolor abdominal	Numérico	1
Orina con sangre cargada	Numérico	1
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	0
Días síntomas	Numérico	2
Datos no válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico	3
vómitos	Numérico	0
Pérdida de apetito	Numérico	1
Letargo	Numérico	1
Diarrea o heces sueltas	Numérico	0
Halitosis	Numérico	4

Disminución o ausencia de orina	Numérico	1
Disminución de agua consumida	Numérico	3
Dolor abdominal	Numérico	4
Orina con sangre cargada	Numérico	3
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	0
Días síntomas	Numérico	2
Datos en blanco		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico	(campo vacío)
vómitos	Numérico	(campo vacío)
Pérdida de apetito	Numérico	(campo vacío)
Letargo	Numérico	(campo vacío)
Diarrea o heces sueltas	Numérico	1
Halitosis	Numérico	1
Disminución o ausencia de orina	Numérico	0
Disminución de agua consumida	Numérico	1
Dolor abdominal	Numérico	0
Orina con sangre cargada	Numérico	0
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	0
Días síntomas	Numérico	6

Resultado prueba 1 - Modelo de predicción del árbol de decisiones			
Datos válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
vómitos	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Pérdida de apetito	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Letargo	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Diarrea o heces sueltas	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Halitosis	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Disminución o ausencia de orina	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Disminución de agua consumida	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Dolor abdominal	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Orina con sangre cargada	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Días síntomas	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí

Datos no válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
vómitos	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Pérdida de apetito	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Letargo	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Diarrea o heces sueltas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Halitosis	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución o ausencia de orina	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución de agua consumida	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Dolor abdominal	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Orina con sangre cargada	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Días síntomas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
vómitos	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Pérdida de apetito	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí

Letargo	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Diarrea o heces sueltas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Halitosis	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución o ausencia de orina	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución de agua consumida	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Dolor abdominal	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Orina con sangre cargada	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Días síntomas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Cumplimiento			100%
Observaciones			
Ninguna			

Anexo 11 – Plan de pruebas Iteración 2

Plan de pruebas – Iteración 2

Al ser un desarrollo de un módulo de predicción de insuficiencia renal para perros y gatos en el sistema actual de la Veterinaria Dueñas para esta interacción el desarrollo del formulario se debe realizar pruebas de software, siendo muy importante para poder determinar si se está entregando un módulo que cumpla con ciertos parámetros de calidad y cumpliendo con los requisitos. Por esta razón, se tomaron en cuenta ambos.

Alcance

Dependiendo la iteración se desarrolla los diferentes tipos de pruebas de caja negra cuando sea necesario:

- Pruebas de funcionalidad
- Pruebas de interfaz de usuario
- Pruebas de Base de Datos
- Pruebas de rendimiento

Recursos

Rol	Mínimo de recursos	Especificación de responsabilidades
Encargado de pruebas	1	Encargado de la realización ejecución de las pruebas y desarrollar el informe final.
Jefe de proyecto	1	Encargado de dar por aprobado las pruebas.

Tipos de pruebas

Para la iteración 2 del módulo de predicción se utilizará las siguientes pruebas que se detalla a continuación:

Pruebas de funcionalidad

Objetivos:	Asegurar la funcionalidad del formulario, cómo ingresan los datos, el proceso y la obtención del resultado
Técnicas:	Ejecutar cada caso de uso, usando datos válidos y no válidos para verificar lo siguiente: Se obtienen los resultados esperados cuando se utilizan datos válidos Cuando se utilizan datos no válidos no debe permitir el registro.
Criterios de finalización:	Se han ejecutado todas las pruebas correspondientes
Consideraciones especiales:	Ninguno

Pruebas de interfaz de usuario

Objetivos:	<ul style="list-style-type: none">• El interfaz de usuario cumple con el requisito del cliente.• Uso de tablas, filtros, inputs de manera correcta.• Verificación del formulario• Elementos del formulario y los textos no tienen problemas al mostrarse.
Técnicas:	Visualización del formulario y sus respectivos elementos
Criterios de finalización:	El formulario cumple con mantener un orden y visualización agradable.
Consideraciones especiales:	Al ser un servicio mediante hosting debe considerarse que la rapidez depende de la red de la veterinaria al momento del uso.

Pruebas de la base de datos

Objetivos:	Verificación del acceso a la base de datos y consultas.
Técnicas:	Verificar la conexión a la base de datos e ingresar datos válidos y no válidos
Criterios de finalización:	Se cumple un acceso correcto para cada funcionalidad y no hay interrupción ni problemas de conexión a la base de datos.
Consideraciones especiales:	Las pruebas se realizarán con la misma base de datos que utiliza el sistema, además del mismo servidor.

Pruebas de rendimiento

Objetivos:	Estudio del rendimiento del sistema en un entorno real.
Técnicas:	Ingreso y uso al sistema por varios usuarios a la vez. El ingreso y modificación de datos realizados de manera simultánea en diferentes periodos de tiempo.
Criterios de finalización:	Sin problemas al momento del uso simultáneo
Consideraciones especiales:	Ninguno

Resultados

Se obtuvieron los siguientes resultados para las siguientes pruebas:

Pruebas de funcionalidad

En el formulario se seleccionan los diferentes síntomas que tiene actualmente la mascota que son: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con

sangre cargada, ingesta de desechos o cosas raras, días síntomas corresponden a los síntomas solicitados por el cliente que son los más recurrentes dando como resultado si sufre o no insuficiencia renal.

Prueba 1 – Formulario de predicción de insuficiencia renal		
Datos válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar o seleccionable
Edad	Numérico (Lectura)	El dato se obtiene como lectura de la base de datos
vómitos	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Pérdida de apetito	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Letargo	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Halitosis	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Disminución de agua consumida	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Dolor abdominal	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Orina con sangre cargada	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Días síntomas	Numérico	8
Datos no válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico (Lectura)	El dato se obtiene como lectura de la base de datos
vómitos	Seleccionable	

		seleccionado el checkbox
Pérdida de apetito	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Letargo	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Halitosis	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Disminución de agua consumida	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Dolor abdominal	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Orina con sangre cargada	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Días síntomas	Numérico	abcd
Datos en blanco		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico (Lectura)	El dato se obtiene como lectura de la base de datos
vómitos	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Pérdida de apetito	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Letargo	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Halitosis	Seleccionable	No seleccionado el checkbox

Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Disminución de agua consumida	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Dolor abdominal	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Orina con sangre cargada	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Días síntomas	Numérico	(campo vacío)

Prueba 1 – Formulario de predicción de insuficiencia renal

Datos válidos

Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico (Lectura)	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
vómitos	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Pérdida de apetito	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Letargo	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Halitosis	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Disminución de agua consumida	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí

Dolor abdominal	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Orina con sangre cargada	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Días síntomas	N Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Datos no válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	N Numérico (Lectura)	No devuelve ningún resultado	Sí
vómitos	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Pérdida de apetito	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Letargo	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Halitosis	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución de agua consumida	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Dolor abdominal	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Orina con sangre cargada	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí

Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Días síntomas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico (Lectura)	No devuelve ningún resultado	Sí
vómitos	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Pérdida de apetito	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Letargo	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Halitosis	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución de agua consumida	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Dolor abdominal	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Orina con sangre cargada	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Días síntomas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Cumplimiento			100%
Observaciones			
Ninguna			

Pruebas de interfaz de usuario

La interfaz de usuario del formulario tiene los colores que solicito el cliente, mostrando en el formulario los síntomas para seleccionar que solicito el cliente.

Está elaborado para que sea responsivo, es decir, adaptable a cualquier tipo de dispositivo que pueda ingresar al sistema.

Como observación solo indicar el aumento de tamaño de las letras.

[MyPet](#) [Clientes](#) [Baños](#) [Alertas](#) [Inventario](#) [Caja](#)

Nombre:
Dueño:

Edad:

Vómitos:

Pérdida de apetito:

Letargo:

Diarrea o Heces sueltas:

Halitosis:

Disminución o ausencia de orina:

Disminución de agua consumida:

Dolor abdominal:

Orina con sangre / cargada:

Ingesta de desechos o cosas raras:

Días síntomas:

Tiene insuficiencia

Pruebas de la base de datos

La conexión a la base de datos se realiza sin ningún problema. Ya que al seleccionar la mascota que se le desea hacer la predicción el sistema automáticamente obtiene de la base de datos el nombre, el dueño y la edad de la base de datos.



The screenshot shows a navigation bar with the following items: MyPet, Clientes, Baños, Alertas, Inventario, and Caja. Below the navigation bar, the pet's name is displayed as "Nombre: Abby", the owner as "Dueño: Prado Neira, Maria Elena", and the age as "Edad: 8" with a text input field containing the number 8.

Pruebas de rendimiento

Se realizó las pruebas tomando en cuenta el ambiente real en la cual se utilizará aproximadamente por 3 a 5 usuarios al mismo tiempo.

El sistema respondió correctamente, sin ningún problema solo en la primera predicción tiene un tiempo de espera de 30 segundos luego es rápido y fluido.

Anexo 12 – Plan de pruebas Iteración 3

Plan de pruebas – Iteración 3

Al ser un desarrollo de un módulo de predicción de insuficiencia renal para perros y gatos en el sistema actual de la Veterinaria Dueñas, para esta interacción es la integración del formulario que se desarrolló en la iteración 2 al sistema actual de la Veterinaria Dueñas tanto para los veterinarios y clientes se debe realizar pruebas de software, siendo muy importante para poder determinar si se está entregando un módulo que cumpla con ciertos parámetros de calidad y cumpliendo con los requisitos.

Alcance

Dependiendo la iteración se desarrolla los diferentes tipos de pruebas de caja negra cuando sea necesario:

- Pruebas de funcionalidad
- Pruebas de interfaz de usuario
- Pruebas de Base de Datos
- Pruebas de rendimiento
- Pruebas de seguridad y acceso

Recursos

Rol	Mínimo de recursos	Especificación de responsabilidades
Encargado de pruebas	1	Encargado de la realización ejecución de las pruebas y desarrollar el informe final.
Jefe de proyecto	1	Encargado de dar por aprobado las pruebas.

Tipos de pruebas

Pruebas de funcionalidad

Objetivos:	Asegurar la funcionalidad del sistema, cómo ingresan los datos, el proceso y la obtención posterior.
Técnicas:	Ejecutar cada caso de uso, usando datos válidos y no válidos para verificar lo siguiente: Se obtienen los resultados esperados cuando se utilizan datos válidos Cuando se utilizan datos no válidos no debe permitir el registro.
Criterios de finalización:	Se han ejecutado todas las pruebas correspondientes
Consideraciones especiales:	Ninguno

Pruebas de interfaz de usuario

Objetivos:	<ul style="list-style-type: none">• El interfaz de usuario cumple con el requisito del cliente• Elementos de las ventanas y los textos no tienen problemas al mostrarse.
Técnicas:	Visualización de cada ventana y sus respectivos elementos
Criterios de finalización:	Todas las ventanas cumplen con mantener un orden y visualización agradable.
Consideraciones especiales:	Al ser un servicio mediante hosting debe considerarse que la rapidez depende de la red de la organización.

Pruebas de la base de datos

Objetivos:	Verificación del acceso a la base de datos y consultas.
Técnicas:	Verificar la conexión a la base de datos e ingresar datos válidos y no válidos
Criterios de finalización:	Se cumple un acceso correcto para cada funcionalidad y no hay interrupción ni problemas de conexión a la base de datos.
Consideraciones especiales:	Las pruebas se realizarán con la misma base de datos que utiliza el sistema, además del mismo servidor.

Pruebas de rendimiento

Objetivos:	Estudio del rendimiento del sistema en un entorno real.
Técnicas:	Ingreso y uso al sistema por varios usuarios a la vez. El ingreso y modificación de datos realizados de manera simultánea en diferentes periodos de tiempo.
Criterios de finalización:	Sin problemas al momento del uso simultáneo
Consideraciones especiales:	Ninguno

Pruebas de seguridad y control de acceso

Objetivos:	Verificar la seguridad correspondiente al ingreso del usuario validando el nombre de usuario y contraseña, la modificación de la contraseña solo pueda ser verificado por los administradores. Solo los usuarios permitidos puedan ingresar y editar los resultados de la predicción de la insuficiencia renal.
Técnicas:	<ul style="list-style-type: none">• Identificar cada usuario y validar los permisos que posee.• Modificar el permiso de acceso para cada usuario.• Probar que un usuario no pueda ingresar a una ventana que no tiene permiso
Criterios de finalización:	Los datos y funciones correspondientes a cada actor son correctos
Consideraciones especiales:	Ninguno

Resultados

Se obtuvieron los siguientes resultados para las siguientes pruebas:

Pruebas de funcionalidad

En la vista del veterinario después de utilizar el formulario de predicción se presenta todo los síntomas que selecciono el veterinario en el formulario de predicción de insuficiencia renal donde aparece como un diagnostico presuntivo donde tiene o no insuficiencia renal donde el veterinario tiene la opción de poner más registros de nuevas predicciones cómo va la mascota en los diferentes días, el botón de editar donde se hace las pruebas para esta interacción donde el doctor puede poner las observaciones después de hacer los diferentes análisis a la mascota para finalmente salga un resultado oficial y el botón eliminar que elimina un registro del formulario que se le ha hecho a la mascota.

En la vista del cliente solo puede ver todo el diagnóstico, tratamiento, costos de consulta y tratamiento, vacunas y próxima cita, pero solo como una vista informativa sin poder hacer edición de los resultados.

Prueba 1 – Visualización de los resultados de la predicción de insuficiencia renal			
Datos válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar	
Observaciones	alfanumerico	La mascota necesita beber mucha mas agua para poder eliminar la misma cantidad de toxinas que un perro sano	
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar	
Observaciones	alfanumerico	(campo vacío)	
Prueba 1 – Visualización de los resultados de la predicción de insuficiencia renal			
Datos válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Observaciones	alfanumerico	Devuelve un resultado en la parte de resultado oficial si tiene insuficiencia renal o no.	Sí
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Cumplimiento			100%
Observaciones			
Ninguna			

Pruebas de interfaz de usuario

La interfaz de usuario del formulario tiene los colores que solicito el cliente, mostrando los resultados del formulario de predicción de insuficiencia renal con las observaciones que está integrado al sistema para dar un resultado oficial.

Está elaborado para que sea responsivo, es decir, adaptable a cualquier tipo de dispositivo que pueda ingresar al sistema.

Como observación solo indicar el aumento de tamaño de las letras.

Vista Veterinario:

HISTORIAS VENTA DESPARASITACIONES VACUNAS ARCHIVOS INSUFICIENCIA

Nuevo Registro

Fecha: 2021-05-08
Días con los síntomas: 12
Síntomas resaltantes:
- Vómitos
- Pérdida de apetito
- Letargo
- Diarrea o heces sueltas
- Halitosis
- Disminución o ausencia de orina
- Disminución o ausencia de agua consumida
- Dolor o hinchazón abdominal
- Orina con sangre o cargada
- Ingesta de desechos o cosas raras

Diagnóstico presuntivo: Probablemente Tiene insuficiencia renal
Observaciones:

Resultado oficial: 0

Editar **Eliminar**

Vista Cliente:

Soporte Front-End

Abby

Felino - Macho
08 años 6 meses 3 días
Raza: Cx Color: Rubio
Esterilización: No
Veterinaria: Dueñas

Próxima cita: 0000-00-00
Próxima vacuna:
Próxima desparasitación:
Observaciones:

Nro de historia: 98

Fecha: 2019-12-13
Veterinaria: Dueñas
Doctor: David

Diagnóstico:
proceso viral

Exámenes Auxiliares:

Tratamiento:
Clna 70 ml dexametasona 0.5 ml ranitidina 0.3ml hepatin 1 ml vitapro 1 ml enrobot 0.4 ml biotoss 0.8 ml

Costo de Consulta: S/ 0.00 Costo Total: S/ 80.00
Costo de Tratamiento: S/ 80.00 Próxima cita: 0000-00-00

Archivos:

Recordatorio

Pruebas de la base de datos

La conexión a la base de datos se realiza sin ningún problema. Ya que si agrega datos con el botón editar o eliminar se actualiza la Base de datos y en la vista cliente al buscar la mascota que se necesita saber su información lo encuentra de manera rápida.

Resultado oficial: 0

Editar

Eliminar

Ingresar nombre de mascota:

Ingresar apellido del dueño:

Ingresar dni del dueño:

Mascota	Acciones
<p>Beethoven  </p> <p>Dueño: Tello , Nabil</p> <p>Última visita: 2020-06-18</p> <p>Próxima Cita: 0000-00-00</p> <p>Próxima Vacuna:</p> <p>Próxima Desparasitación:</p>	
<p>Raven  </p> <p>Dueño: Bazan , Maria</p> <p>Última visita:</p> <p>Próxima Cita:</p> <p>Próxima Vacuna:</p> <p>Próxima Desparasitación:</p>	

Pruebas de rendimiento

Se realizó las pruebas tomando en cuenta el ambiente real en la cual se utilizará aproximadamente por 3 a 5 usuarios al mismo tiempo.

El sistema respondió correctamente, sin ningún problema que es rápido y fluido.

Pruebas de seguridad

Se valida de que cada usuario de los veterinarios correspondiente a sus credenciales y al tipo de ingreso que posee pueda utilizar el sistema. El sistema respondió correctamente.

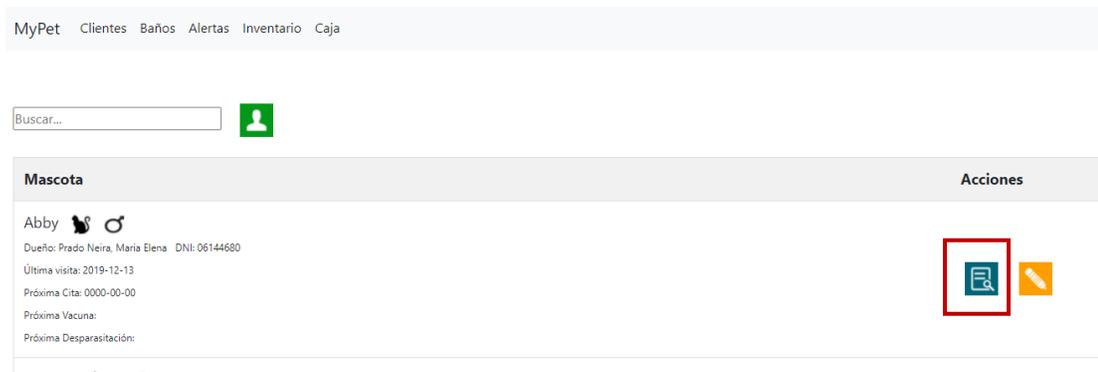
Anexo 13 – Manual de usuario

Manual de usuario del módulo de predicción de Insuficiencia Renal del Sistema de gestión veterinaria de la Veterinaria Dueñas

Para realizar una nueva predicción

Paso 1.

Dentro del sistema, en la página de “mascotas”, darle clic al botón de visualización.



Paso 2.

Darle clic a la opción “Insuficiencia”.



Paso 3.

Darle clic al botón de color verde “Nuevo Registro”.



Paso 4.

Aparecerá la siguiente pantalla:

Nombre: Abby

Dueño: Prado Neira, Maria Elena

Edad:

Vómitos:

Pérdida de apetito:

Letargo:

Diarrea o Heces sueltas:

Halitosis:

Disminución o ausencia de orina:

Disminución de agua consumida:

Dolor abdominal:

Orina con sangre / cargada:

Ingesta de desechos o cosas raras:

Días síntomas:

Paso 5.

La edad se carga automáticamente de la base de datos. Al lado de cada síntoma hay un cuadro, si la mascota tiene dicho síntoma entonces dar clic en el cuadro para marcarlo. Ingresar la cantidad de días que tiene los síntomas y finalmente darle clic al botón azul "Predecir".

Ingesta de desechos o cosas raras:

Días síntomas:

Paso 6.

Aparecerá debajo del formulario si tiene o no una posible insuficiencia renal y el botón verde “Guardar”.

Tiene insuficiencia

Guardar

Paso 7.

Se cargará nuevamente la pantalla de “Insuficiencia”, pero ahora con la información ya guardada.

Fecha: 2021-05-08

Días con los síntomas: 12

Síntomas resaltantes:

- Vómitos
- Pérdida de apetito
- Letargo
- Diarrea o heces sueltas
- Halitosis
- Disminución o ausencia de orina
- Disminución o ausencia de agua consumida
- Dolor o hinchazón abdominal
- Orina con sangre o cargada
- Ingesta de desechos o cosas raras

Diagnóstico presuntivo: Probablemente Tiene insuficiencia renal

Observaciones:

Resultado oficial: 0

Editar

Eliminar

Para ingresar alguna observación y el resultado final o modificar

Paso 1.

Seleccionar el botón amarillo “Editar”



Paso 2.

Aparecerá un formulario donde se ingresará en caso haya una observación al respecto y se selecciona si el resultado definitivo es Sí (Si tiene insuficiencia renal) y No (si no tiene).

Modificar insuficiencia ×

Observaciones:

Resultado oficial: ▼

Paso 3.

Dar clic en el botón azul “Guardar”.

Guardar

Para eliminar un registro

Este paso se realiza siempre y cuando no se haya generado una historia clínica asociada a la insuficiencia renal.

Paso 1.

Seleccionar el botón rojo “Eliminar”.



Paso 2.

Saldrá una advertencia y seleccionar “Aceptar”.

veterinariaduenas.com dice
¿Está seguro que desea eliminar?



Anexo 14 – Plan de pruebas general

PLAN DE PRUEBAS GENERAL

Al ser un proyecto que involucra el desarrollo de un módulo de predicción de insuficiencia renal no solo debe realizarse pruebas de satisfacción con el cliente, sino que también se debe realizar pruebas de software, siendo muy importante para poder determinar si se está entregando un producto que cumpla con ciertos parámetros de calidad y cumpliendo con los requisitos. Por esta razón, se tomaron en cuenta ambos.

Propósito

Este Plan de Pruebas para “Modulo de Insuficiencia Renal para perros y gatos” tiene el propósito de determinar los pasos que se debe realizar para realizar las pruebas correspondientes al sistema. De esta manera, verificar cada componente y funciones del software encontrando fallos que se presenten.

Además, se validará si el sistema a probar satisface los requerimientos que el cliente definió.

En este documento se desarrollará:

- Entorno del sistema
- Alcance de las pruebas
- Listar requerimientos de pruebas
- Tipos de pruebas que se realizarán
- Listar recursos de pruebas
- Listar los artefactos para las pruebas correspondientes del sistema

Entorno

El plan de pruebas corresponde Modulo de Insuficiencia Renal para perros y gatos en la veterinaria Dueñas, este sistema permite que se prediga que los

perros y gatos tengan una insuficiencia renal en el futuro mientras sus síntomas. Es un sistema web cuya arquitectura está alojada en hosting de HOSTIGER. Está desarrollado en HTML, PYTHON y PHP con una base de datos MySQL.

Alcance

Se realizarán los siguientes tipos de pruebas de caja negra:

- Pruebas de funcionalidad.
- Pruebas de interfaz de usuario (No funcional)
- Pruebas de base de datos (No funcional)
- Pruebas de rendimiento (No funcional)
- Pruebas de seguridad y acceso (No funcional)

Requerimientos para las pruebas

- Iniciar sesión
- Determinar permisos de acceso al sistema
- Administrar las predicciones de las mascotas (registro y modificación)
- Filtrado de datos.
- Revisar conexión a la base de datos
- Acceso a cualquier navegador
- Responsive

Tipos de pruebas

Pruebas de funcionalidad

Objetivos:	Asegurar la funcionalidad del sistema, cómo ingresan los datos, el proceso y la obtención posterior.
------------	--

Técnicas:	Ejecutar cada caso de uso, usando datos válidos y no válidos para verificar lo siguiente: Se obtienen los resultados esperados cuando se utilizan datos válidos Cuando se utilizan datos no válidos no debe permitir el registro.
Criterios de finalización:	Se han ejecutado todas las pruebas correspondientes
Consideraciones especiales:	Ninguno

Pruebas de interfaz de usuario

Objetivos:	<ul style="list-style-type: none"> El interfaz de usuario cumple con el requisito del cliente Elementos de las ventanas y los textos no tienen problemas al mostrarse.
Técnicas:	Visualización de cada ventana y sus respectivos elementos
Criterios de finalización:	Todas las ventanas cumplen con mantener un orden y visualización agradable.
Consideraciones especiales:	Al ser un servicio mediante hosting debe considerarse que la rapidez depende de la red de la organización.

Pruebas de la base de datos

Objetivos:	Verificación del acceso a la base de datos y consultas.
Técnicas:	Verificar la conexión a la base de datos e ingresar datos válidos y no válidos
Criterios de finalización:	Se cumple un acceso correcto para cada funcionalidad y no hay interrupción ni problemas de conexión a la base de datos.
Consideraciones especiales:	Las pruebas se realizarán con la misma base de datos que utiliza el sistema, además del mismo servidor.

Pruebas de rendimiento

Objetivos:	Estudio del rendimiento del sistema en un entorno real.
Técnicas:	Ingreso y uso al sistema por varios usuarios a la vez. El ingreso y modificación de datos realizados de manera simultánea en diferentes periodos de tiempo.
Criterios de finalización:	Sin problemas al momento del uso simultáneo
Consideraciones especiales:	Ninguno

Pruebas de seguridad y control de acceso

Objetivos:	Verificar la seguridad correspondiente al ingreso del usuario validando el nombre de usuario y contraseña, la modificación de la contraseña solo pueda ser verificado por los administradores. Solo los usuarios permitidos puedan ingresar y editar los resultados de la predicción de la insuficiencia renal.
Técnicas:	<ul style="list-style-type: none">• Identificar cada usuario y validar los permisos que posee.• Modificar el permiso de acceso para cada usuario.• Probar que un usuario no pueda ingresar a una ventana que no tiene permiso
Criterios de finalización:	Los datos y funciones correspondientes a cada actor son correctos
Consideraciones especiales:	Ninguno

Recursos

Rol	Mínimo de recursos	Especificación de responsabilidades
Encargado de pruebas	1	Encargado de la realización ejecución de las pruebas y desarrollar el informe final.
Jefe de proyecto	1	Encargado de dar por aprobado las pruebas.

Artefactos de pruebas

Formato de casos de pruebas

Caso de prueba # Nombre del caso de prueba		
Datos válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Datos no válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Datos en blanco		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar

Formato de resultado de las pruebas

Caso de prueba # Nombre del caso de prueba			
Datos válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Datos no válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Observaciones			

Pruebas Funcionales

- Prueba Funcionales 1

Prueba 1 - Modelo de predicción del árbol de decisiones		
Datos válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico	3
vómitos	Numérico	0
Pérdida de apetito	Numérico	1
Letargo	Numérico	1
Diarrea o heces sueltas	Numérico	0
Halitosis	Numérico	0
Disminución o ausencia de orina	Numérico	1
Disminución de agua consumida	Numérico	1
Dolor abdominal	Numérico	1
Orina con sangre cargada	Numérico	1
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	0
Días síntomas	Numérico	2
Datos no válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico	3
vómitos	Numérico	0
Pérdida de apetito	Numérico	1
Letargo	Numérico	1

Diarrea o heces sueltas	Numérico	0
Halitosis	Numérico	4
Disminución o ausencia de orina	Numérico	1
Disminución de agua consumida	Numérico	3
Dolor abdominal	Numérico	4
Orina con sangre cargada	Numérico	3
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	0
Días síntomas	Numérico	2
Datos en blanco		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico	(campo vacío)
vómitos	Numérico	(campo vacío)
Pérdida de apetito	Numérico	(campo vacío)
Letargo	Numérico	(campo vacío)
Diarrea o heces sueltas	Numérico	1
Halitosis	Numérico	1
Disminución o ausencia de orina	Numérico	0
Disminución de agua consumida	Numérico	1
Dolor abdominal	Numérico	0
Orina con sangre cargada	Numérico	0

Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	0	
Días síntomas	Numérico	6	
Resultado prueba 1 - Modelo de predicción del árbol de decisiones			
Datos válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
vómitos	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Pérdida de apetito	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Letargo	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Diarrea o heces sueltas	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Halitosis	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Disminución o ausencia de orina	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Disminución de agua consumida	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Dolor abdominal	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Orina con sangre cargada	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí

Días síntomas	Numérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Datos no válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
vómitos	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Pérdida de apetito	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Letargo	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Diarrea o heces sueltas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Halitosis	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución o ausencia de orina	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución de agua consumida	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Dolor abdominal	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Orina con sangre cargada	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Días síntomas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí

vómitos	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Pérdida de apetito	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Letargo	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Diarrea o heces sueltas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Halitosis	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución o ausencia de orina	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución de agua consumida	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Dolor abdominal	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Orina con sangre cargada	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Días síntomas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Cumplimiento			100%
Observaciones			
Ninguna			

Resultado: Los valores que se envía de los 12 síntomas que son: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre cargada, ingesta de desechos o cosas raras, días síntomas corresponden a los síntomas solicitados por el cliente dando como resultado si sufre o no insuficiencia donde se envía 1 que es “SI” y 0 si es “NO”

- **Pruebas Funcionales 2**

Prueba 1 – Formulario de predicción de insuficiencia renal		
Datos válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar o seleccionable
Edad	Numérico (Lectura)	El dato se obtiene como lectura de la base de datos
vómitos	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Pérdida de apetito	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Letargo	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Halitosis	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Disminución de agua consumida	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Dolor abdominal	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Orina con sangre cargada	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Días síntomas	Numérico	8
Datos no válidos		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico (Lectura)	El dato se obtiene como lectura de la base de datos
vómitos	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Pérdida de apetito	Seleccionable	seleccionado el checkbox

Letargo	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Halitosis	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Disminución de agua consumida	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Dolor abdominal	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Orina con sangre cargada	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Días síntomas	Numérico	abcd
Datos en blanco		
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar
Edad	Numérico (Lectura)	El dato se obtiene como lectura de la base de datos
vómitos	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Pérdida de apetito	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Letargo	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Halitosis	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	No seleccionado el checkbox

Disminución de agua consumida	Seleccionable	No seleccionado el checkbox
Dolor abdominal	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Orina con sangre cargada	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	seleccionado el checkbox
Días síntomas	Numérico	(campo vacío)

Prueba 2 – Formulario de predicción de insuficiencia renal

Datos válidos

Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico (Lectura)	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
vómitos	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Pérdida de apetito	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Letargo	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Halitosis	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Disminución de agua consumida	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Dolor abdominal	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí

Orina con sangre cargada	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Días síntomas	Númérico	Devuelve como resultado si sufre o no insuficiencia renal	Sí
Datos no válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Númérico (Lectura)	No devuelve ningún resultado	Sí
vómitos	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Pérdida de apetito	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Letargo	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Halitosis	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución de agua consumida	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Dolor abdominal	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Orina con sangre cargada	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí

Días síntomas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Edad	Numérico (Lectura)	No devuelve ningún resultado	Sí
vómitos	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Pérdida de apetito	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Letargo	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Diarrea o heces sueltas	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Halitosis	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución o ausencia de orina	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Disminución de agua consumida	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Dolor abdominal	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Orina con sangre cargada	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Ingesta de desechos o cosas raras	Seleccionable	No devuelve ningún resultado	Sí
Días síntomas	Numérico	No devuelve ningún resultado	Sí
Cumplimiento			100%
Observaciones			
Ninguna			

Resultados

En el formulario se seleccionan los diferentes síntomas que tiene actualmente la mascota que son: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre cargada, ingesta de desechos o cosas raras, días síntomas corresponden a los síntomas solicitados por el cliente que son los más recurrentes dando como resultado si sufre o no insuficiencia renal.

Prueba Funcionales 3

Prueba 3 – Visualización de los resultados de la predicción de insuficiencia renal			
Datos válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar	
Observaciones	alfanumerico	La mascota necesita beber mucha más agua para poder eliminar la misma cantidad de toxinas que un perro sano	
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Dato a ingresar	
Observaciones	alfanumerico	(campo vacío)	
Prueba 1 – Visualización de los resultados de la predicción de insuficiencia renal			
Datos válidos			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento
Observaciones	alfanumerico	Devuelve un resultado en la parte de resultado oficial si tiene insuficiencia renal o no.	Sí
Datos en blanco			
Nombre de variable	Tipo de dato	Criterio de validación	Cumplimiento

Cumplimiento	100%
Observaciones	
Ninguna	

Pruebas No Funcionales

- **Pruebas de interfaz de usuario**

La interfaz de usuario del formulario tiene los colores que solicito el cliente, mostrando en el formulario los síntomas para seleccionar que solicito el cliente.

Está elaborado para que sea responsivo, es decir, adaptable a cualquier tipo de dispositivo que pueda ingresar al sistema.

Como observación solo indicar el aumento de tamaño de las letras.

MyPet
Clientes
Baños
Alertas
Inventario
Caja

Nombre:

Dueño:

Edad:

Vómitos:

Pérdida de apetito:

Letargo:

Diarrea o Heces sueltas:

Halitosis:

Disminución o ausencia de orina:

Disminución de agua consumida:

Dolor abdominal:

Orina con sangre / cargada:

Ingesta de desechos o cosas raras:

Días síntomas:

[Predecir](#)

Tiene insuficiencia

[Guardar](#)

- **Pruebas de la base de datos**

La conexión a la base de datos se realiza sin ningún problema. Ya que al seleccionar la mascota que se le desea hacer la predicción el sistema automáticamente obtiene de la base de datos el nombre, el dueño y la edad de la base de datos.



The screenshot shows a navigation menu at the top with the following items: MyPet, Clientes, Baños, Alertas, Inventario, and Caja. Below the menu, the pet's name is displayed as 'Nombre: Abby', the owner as 'Dueño: Prado Neira, Maria Elena', and the age as 'Edad: 8' with a text input field containing the number 8.

- **Pruebas de rendimiento**

Se realizó las pruebas tomando en cuenta el ambiente real en la cual se utilizará aproximadamente por 3 a 5 usuarios al mismo tiempo.

El sistema respondió correctamente, sin ningún problema solo en la primera predicción tiene un tiempo de espera de 30 segundos luego es rápido y fluido.

- **Pruebas de seguridad**

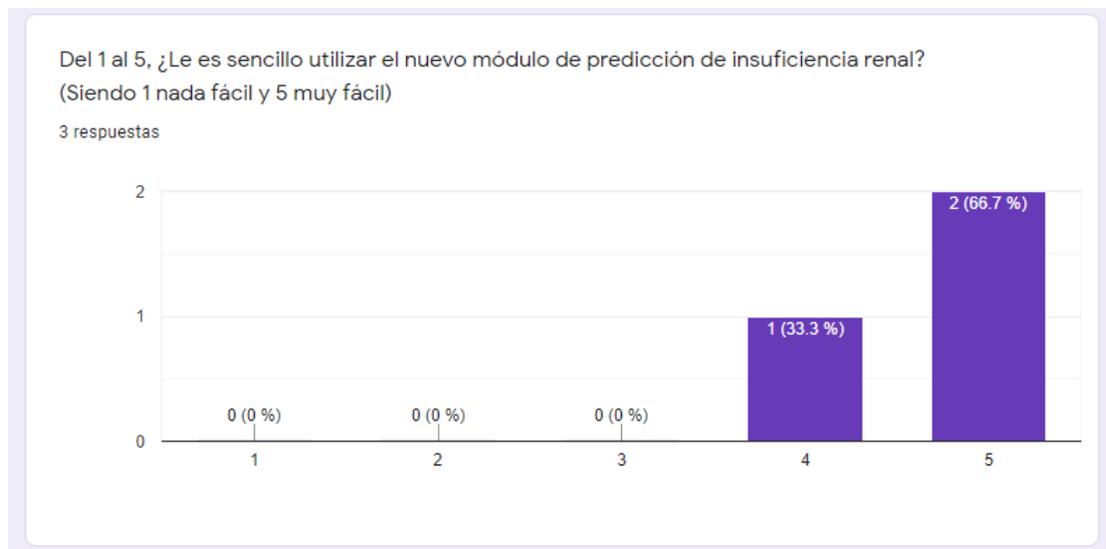
Se valida de que cada veterinario, correspondiente a sus credenciales y al tipo de ingreso que posee pueda utilizar el sistema. El sistema respondió correctamente.

Pruebas de satisfacción

- **Parámetros de evaluación**

Se realizó una encuesta a los veterinarios para determinar la satisfacción al utilizar el módulo de insuficiencia renal en perros y gatos en el Sistema Web de la Veterinaria. Fueron 3 veterinarios encuestados.

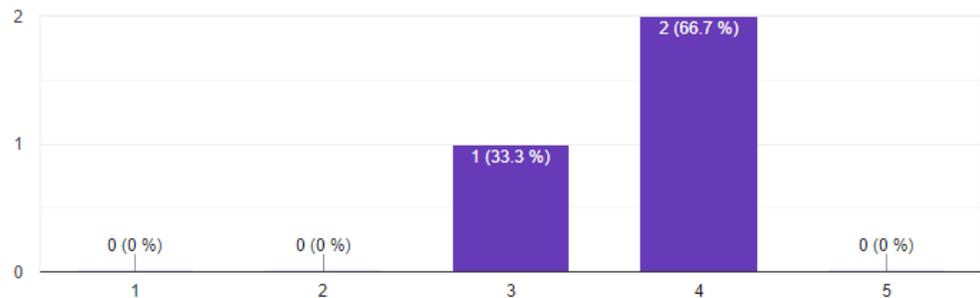
En la pregunta 1 del cuestionario sobre si es sencillo utilizar el módulo de predicción de insuficiencia renal de perros y gatos mostró un resultado claro en la que los veterinarios consideran que es muy práctico y sencillo utilizar el módulo en el sistema actual que se está utilizando actualmente.



En la pregunta 2 si es rápido es el nuevo módulo de predicción de insuficiencia renal se obtuvo que 2 de los veterinarios lo consideran rápido y uno estable ya que en la primera predicción a la mascota de insuficiencia renal se demora en 30 segundos ya luego es fluido y rápido.

Del 1 al 5, ¿Qué tan rápido es el nuevo módulo de predicción de insuficiencia renal? (Siendo 1 muy lento y 5 muy rápido)

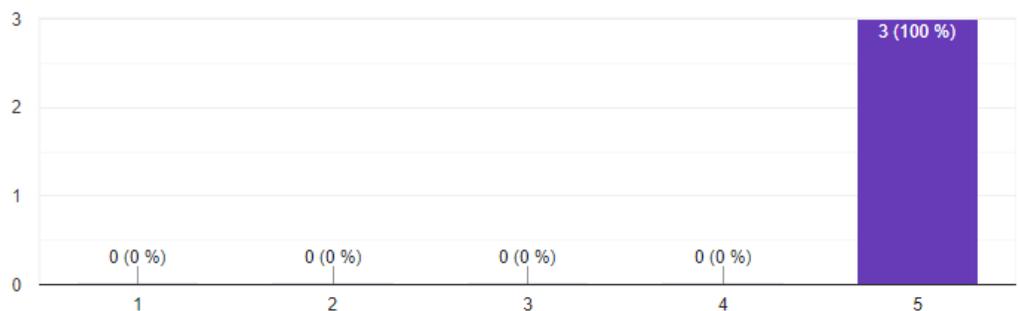
3 respuestas



En la pregunta 3 y 4 si se encuentran satisfechos en relación de los requerimientos y la entrega del módulo de predicción de insuficiencia renal al cliente se obtuvo un resultado positivo de muy alto ya que cumple los síntomas solicitados, el color, responsive, fácil de uso, etc.

Del 1 al 5, ¿Cuál es su nivel de satisfacción en relación al cumplimiento de los requerimientos? (Siendo 1 muy bajo y 5 muy alto)

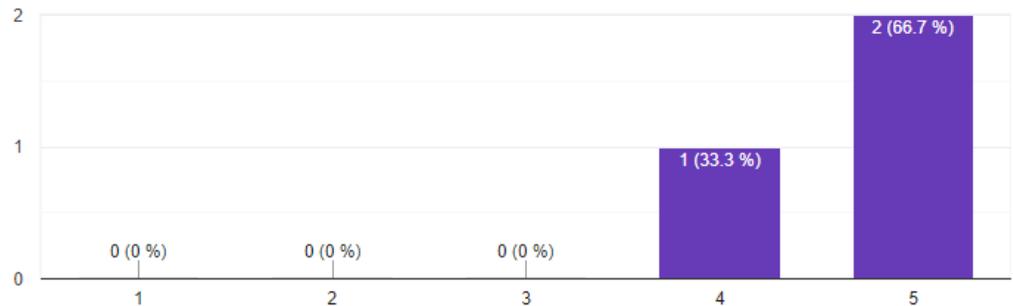
3 respuestas



Del 1 al 5, ¿Cuál es su nivel de satisfacción con el nuevo módulo entregado? (Siendo 1 muy bajo y 5 muy alto)



3 respuestas

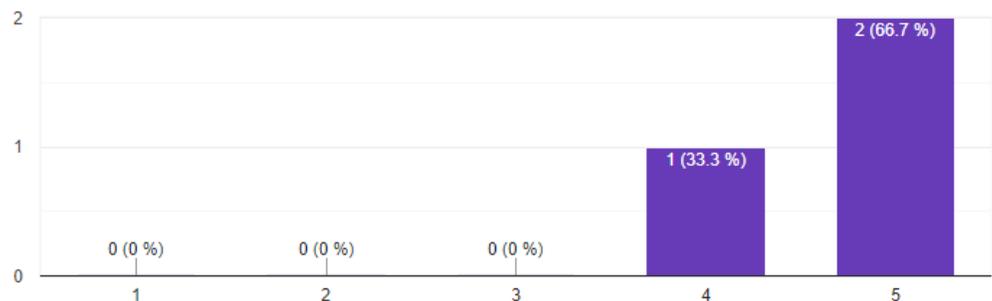


En la pregunta 5 si se encuentran de acuerdo con la interfaz de usuario para los veterinarios se obtuvo como resultado que dos veterinarios se encuentran totalmente de acuerdo y uno de acuerdo.

Del 1 al 5, ¿Está de acuerdo con la interfaz de usuario para los veterinarios? (Siendo 1 en total desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo)



3 respuestas

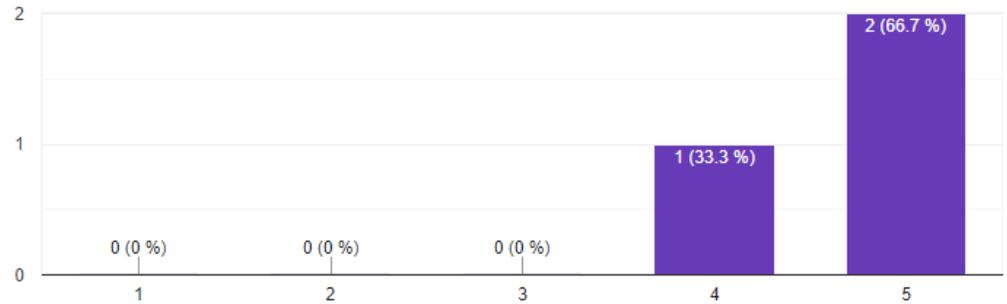


En la pregunta 6 si es importante es este nuevo módulo para realizar diagnósticos sobre la insuficiencia renal en perros y gatos se obtuvo como resultado que dos veterinarios se encuentran totalmente de acuerdo y uno de acuerdo.

Del 1 al 5, ¿Cuán importante es este nuevo módulo para realizar diagnósticos sobre la insuficiencia renal en perros y gatos? (Siendo 1 nada importante y 5 muy importante)



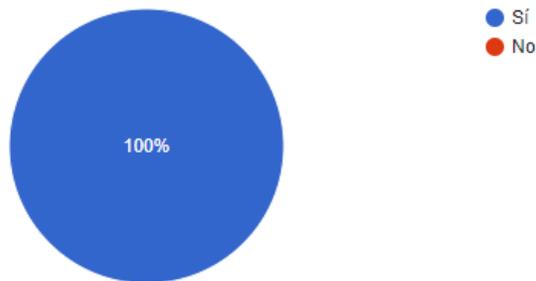
3 respuestas



En la pregunta 7 si están de acuerdo con las 12 características que están actualmente en el módulo que son: edad, vómitos, pérdida de apetito, letargo, diarrea o heces sueltas, halitosis, disminución o ausencia de orina, disminución de agua consumida, dolor abdominal, orina con sangre cargada, ingesta de desechos o cosas raras, días síntomas responden como resultado que están de acuerdo ya que son los síntomas más vistos en la insuficiencia renal.

¿Está de acuerdo con las características y síntomas tomados en cuenta para la creación del módulo?

3 respuestas



Anexo 15 – Detalle Encuesta a dueños de mascotas

Marca temporal	Del 1 al 5 ¿Cuán importante es que una veterinaria local pueda contar con un módulo de predicción sobre la insuficiencia renal para prevenir o identificar de manera más rápida casos con esta enfermedad en perros y gatos? (Siendo 1 no importante y 5 muy importante)	¿Por la zona en la cuál vives, las veterinarias cuentan con alguna herramienta parecida?	Del 1 al 5 ¿A qué nivel estás dispuesto a asumir costos sobre la salud de tu mascota? (Siendo 1 muy bajo y 5 que no escatimas en gastos)	¿Visitas una clínica veterinaria o una veterinaria local?	Del 1 al 5 ¿Cuán importante es que se tome en cuenta la insuficiencia renal en perros y gatos? (Siendo 1 no importante y 5 muy importante)	¿Alguna de tus mascotas ha sufrido de insuficiencia renal crónica o aguda?	¿Alguna vez a tu mascota se le hizo descartar algún problema renal o hepático?	¿Te gustaría que tu veterinaria habitual contara con este tipo de herramientas?
25/5/2021 12:29	5	No	5	Veterinaria local	4	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 12:30	5	No	4	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	3	No	No	No
25/5/2021 12:30	5	No	3	Veterinaria local	3	No	No	Sí
25/5/2021 12:32	3	Sí	3	Veterinaria local	3	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 12:34	1	Sí	1	Veterinaria local	2	No	Sí	No
25/5/2021 12:34	4	No	3	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	Sí	Sí
25/5/2021 12:34	4	No	5	Veterinaria local	4	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 12:35	5	Sí	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	3	No	Sí	Sí
25/5/2021 12:39	5	No	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	Sí	Sí
25/5/2021 12:41	3	No	2	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	4	No	No	Sí

25/5/2021 12:41	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 12:48	3	No	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	No	Sí
25/5/2021 12:52	3	No	5	Veterinaria local	4	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 12:53	3	Sí	4	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	4	Sí	No	Sí
25/5/2021 12:56	5	No	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	Sí	Sí
25/5/2021 12:59	5	No	5	Veterinaria local	5	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 13:04	5	No	3	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	4	No	No	Sí
25/5/2021 13:13	4	No	4	Veterinaria local	4	No	No	Sí
25/5/2021 13:14	5	No	3	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 13:20	5	No	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 13:21	3	No	3	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	3	No	Sí	Sí
25/5/2021 13:21	5	Sí	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 13:23	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 13:26	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí

25/5/2021 13:27	5	No	3	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 13:29	5	No	5	Veterinaria local	5	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 13:29	4	No	3	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 13:30	5	No	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	No	Sí
25/5/2021 13:30	5	No	3	Veterinaria local	3	No	No	Sí
25/5/2021 13:39	5	Sí	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	Sí	Sí
25/5/2021 13:41	5	Sí	4	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	4	No	No	No
25/5/2021 13:48	4	Sí	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 13:51	5	Sí	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	No	Sí
25/5/2021 13:54	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 14:06	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 14:07	4	Sí	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	4	No	No	Sí
25/5/2021 14:09	5	No	3	Veterinaria local	5	No	No	Sí
25/5/2021 14:15	5	No	4	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	Sí	Sí	Sí
25/5/2021 14:24	5	Sí	5	Veterinaria local	5	No	Sí	Sí

25/5/2021 14:48	4	No	5	Veterinaria local	4	No	Si	Si
25/5/2021 15:06	3	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Si
25/5/2021 15:12	4	Si	3	Veterinaria local	4	No	No	No
25/5/2021 15:46	4	No	4	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	3	No	Si	Si
25/5/2021 15:58	4	No	4	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	4	No	No	Si
25/5/2021 16:06	5	No	5	Veterinaria local	5	No	Si	Si
25/5/2021 16:09	5	No	5	Veterinaria local	5	Si	No	Si
25/5/2021 18:19	5	No	3	Veterinaria local	5	No	No	Si
25/5/2021 18:22	5	Si	4	Veterinaria local	5	No	Si	Si
25/5/2021 18:34	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Si
25/5/2021 19:38	4	Si	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	4	No	No	Si
26/5/2021 09:43	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Si
26/5/2021 12:30	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Si
26/5/2021 22:03	5	No	5	Veterinaria local	5	Si	Si	Si
27/5/2021 07:33	4	No	5	Veterinaria local	5	Si	Si	Si
27/5/2021 07:33	5	No	4	Veterinaria local	5	Si	Si	Si
27/5/2021 07:34	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Si
27/5/2021 07:37	5	No	4	Veterinaria local	4	No	No	Si
27/5/2021 07:39	5	No	3	Veterinaria local	4	No	No	Si
27/5/2021 07:43	3	No	3	Veterinaria local	3	No	No	Si
27/5/2021 07:51	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Si
27/5/2021 08:18	5	No	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	No	Si

27/5/2021 08:30	5	No	5	Veterinaria local	5	Sí	Sí	Sí
27/5/2021 08:32	3	No	4	Veterinaria local	4	No	No	Sí
27/5/2021 08:43	5	No	3	Veterinaria local	5	Sí	No	Sí
27/5/2021 08:48	5	No	5	Veterinaria local	5	No	Sí	Sí
27/5/2021 08:58	5	No	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	Sí	Sí	Sí
27/5/2021 09:22	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 09:23	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 09:33	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 09:35	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 10:15	5	Sí	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	No	No	Sí
27/5/2021 10:22	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 10:34	5	No	5	Veterinaria local	4	No	Sí	Sí
27/5/2021 10:45	4	No	3	Veterinaria local	4	Sí	No	Sí
27/5/2021 10:52	4	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 11:04	5	Sí	5	Veterinaria local	5	Sí	Sí	Sí
27/5/2021 11:08	5	No	4	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	Sí	Sí	Sí
27/5/2021 11:33	4	No	2	Veterinaria local	3	Sí	No	Sí
27/5/2021 11:39	4	No	3	Veterinaria local	4	No	No	Sí
27/5/2021 12:11	5	Sí	5	Veterinaria local	5	No	Sí	Sí
27/5/2021 12:35	4	No	3	Veterinaria local	4	No	No	Sí
27/5/2021 13:36	4	Sí	5	Veterinaria local	4	No	No	Sí
27/5/2021 13:42	5	No	4	Veterinaria local	5	Sí	Sí	Sí

27/5/2021 13:44	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 13:49	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 15:17	1	No	5	Veterinaria local	3	No	No	Sí
27/5/2021 15:18	5	No	5	Veterinaria local	5	No	Si	Sí
27/5/2021 15:20	5	Si	5	Veterinaria local	5	No	Si	Sí
27/5/2021 16:20	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 19:38	5	No	4	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 19:39	5	No	3	Veterinaria local	4	No	No	Sí
27/5/2021 20:08	5	No	5	Veterinaria local	5	Sí	Si	Sí
27/5/2021 20:09	5	No	5	Veterinaria local	5	Sí	Si	Sí
27/5/2021 20:09	5	No	5	Veterinaria local	5	Sí	Si	Sí
27/5/2021 20:09	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 20:10	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí
27/5/2021 20:10	5	No	5	Veterinaria local	5	Sí	Si	Sí
27/5/2021 20:10	5	No	5	Veterinaria local	5	Sí	Si	Sí
27/5/2021 20:11	5	No	4	Veterinaria local	4	No	Si	Sí
27/5/2021 20:11	5	No	4	Veterinaria local	4	Sí	Si	Sí
27/5/2021 21:18	4	No	4	Veterinaria local	4	No	No	Sí
27/5/2021 21:31	4	No	3	Veterinaria local	3	No	No	Sí
28/5/2021 15:00	1	No	3	Veterinaria local	1	No	No	No
28/5/2021 19:37	5	Si	5	Veterinaria local	5	No	Si	Sí
30/5/2021 22:15	5	No	5	Clínica veterinaria (Aquella que cuenta con especialidades, laboratorio y sistema de gestión)	5	Sí	Si	Sí
31/5/2021 09:38	5	No	5	Veterinaria local	5	No	No	Sí

Anexo 16 – Detalle Encuesta a los médicos veterinarios

Marca temporal	Del 1 al 5, ¿Le es sencillo utilizar el nuevo módulo de predicción de insuficiencia renal?(Siendo 1 nada fácil y 5 muy fácil)	Del 1 al 5, ¿Qué tan rápido es el nuevo módulo de predicción de insuficiencia renal? (Siendo 1 muy lento y 5 muy rápido)	Del 1 al 5, ¿Cuál es su nivel de satisfacción en relación al cumplimiento de los requerimientos? (Siendo 1 muy bajo y 5 muy alto)	Del 1 al 5, ¿Cuál es su nivel de satisfacción con el nuevo módulo entregado? (Siendo 1 muy bajo y 5 muy alto)	Del 1 al 5, ¿Está de acuerdo con la interfaz de usuario para los veterinarios? (Siendo 1 en total desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo)	Del 1 al 5, ¿Cuán importante es este nuevo módulo para realizar diagnósticos sobre la insuficiencia renal en perros y gatos? (Siendo 1 nada importante y 5 muy importante)	¿Está de acuerdo con las características y síntomas tomados en cuenta para la creación del módulo?
3/6/2021 11:23	5	3	5	5	4	5	Sí
3/6/2021 11:28	4	4	5	5	5	5	Sí
3/6/2021 11:30	5	4	5	4	5	4	Sí

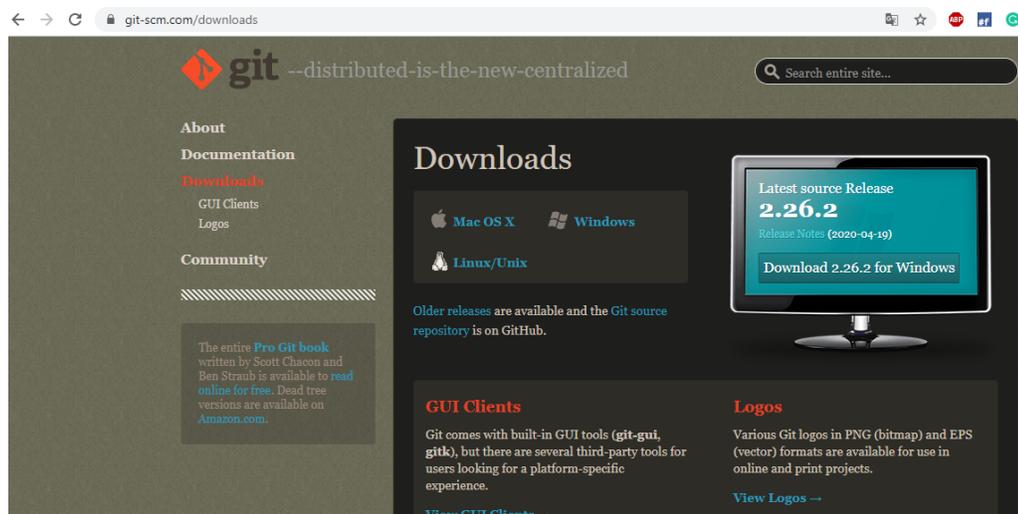
Anexo 17 – Manual de instalación

Manual de Instalación para el módulo de predicción de insuficiencia renal del Sistema de gestión veterinaria de la Veterinaria Dueñas.

Instalar GIT

Paso 1.

Ingresamos al siguiente link "<https://git-scm.com/downloads>, y le damos clic a "Windows" para realizar la descarga.



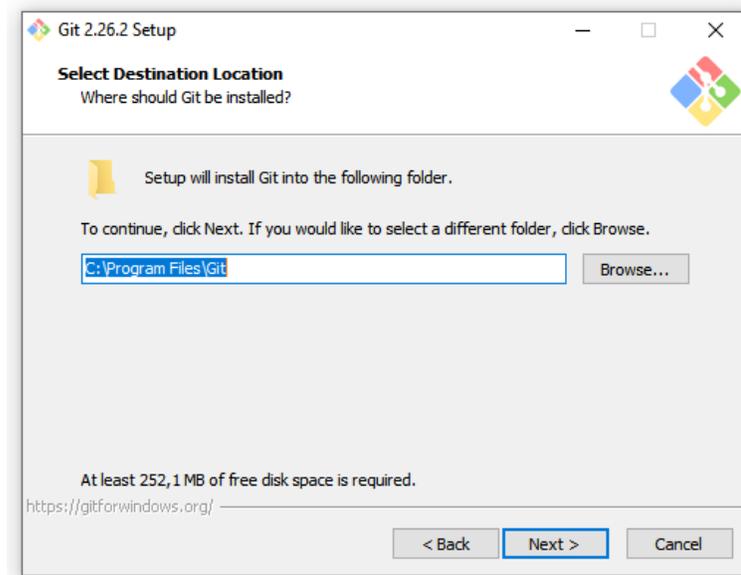
Paso 2.

Ejecutamos el instalador "Git". Nos mostrará los términos de instalación, le damos clic al botón "Next".



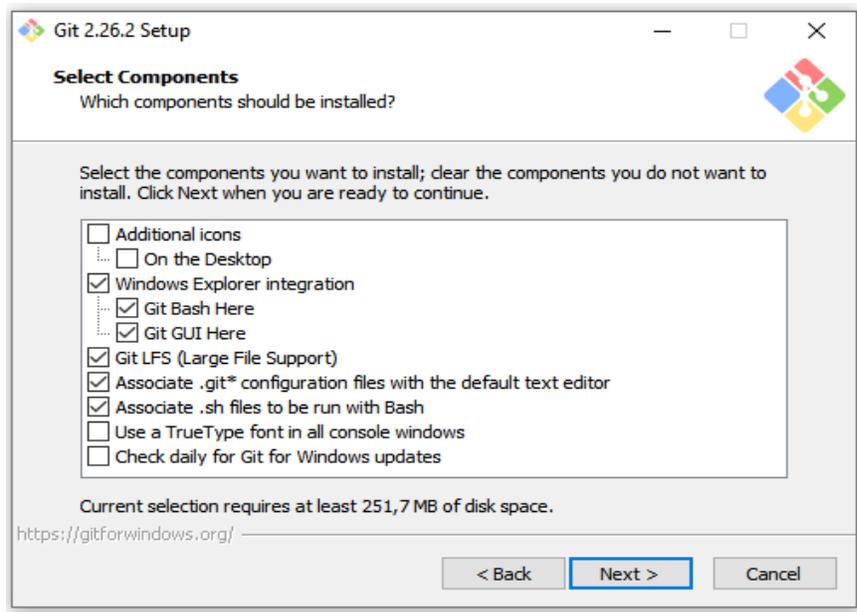
Paso 3.

Dar clic al botón "Next".



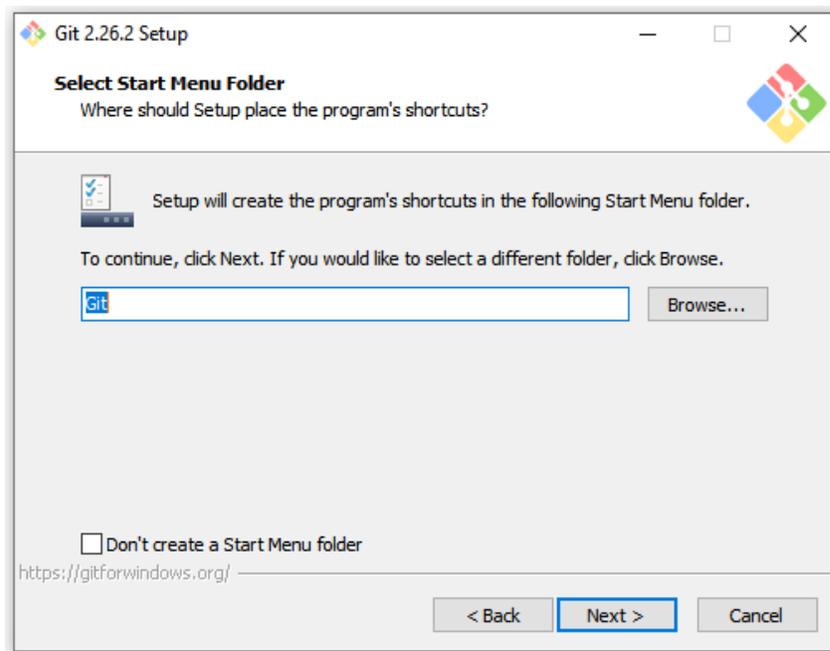
Paso 4.

Dar clic al botón "Next".



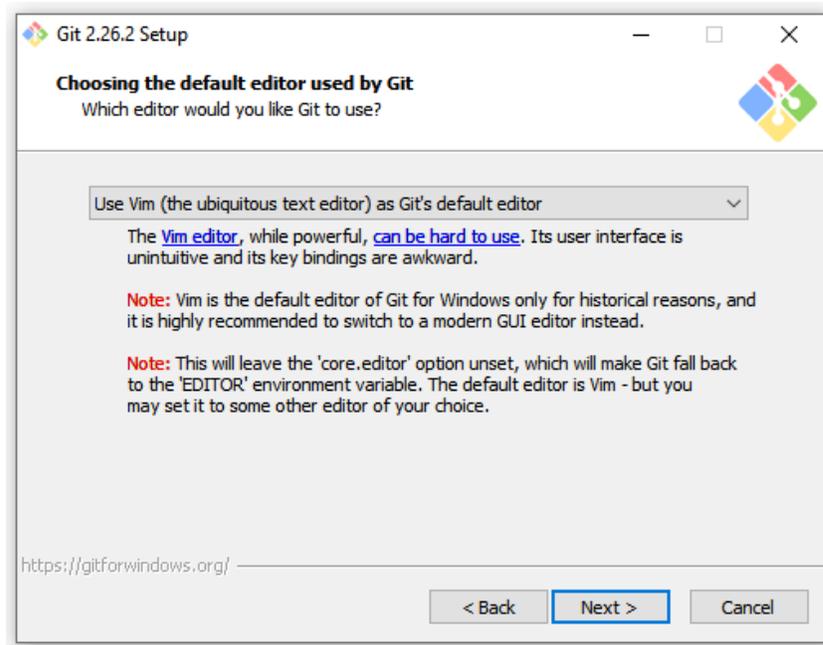
Paso 5.

Dar clic al botón "Next".



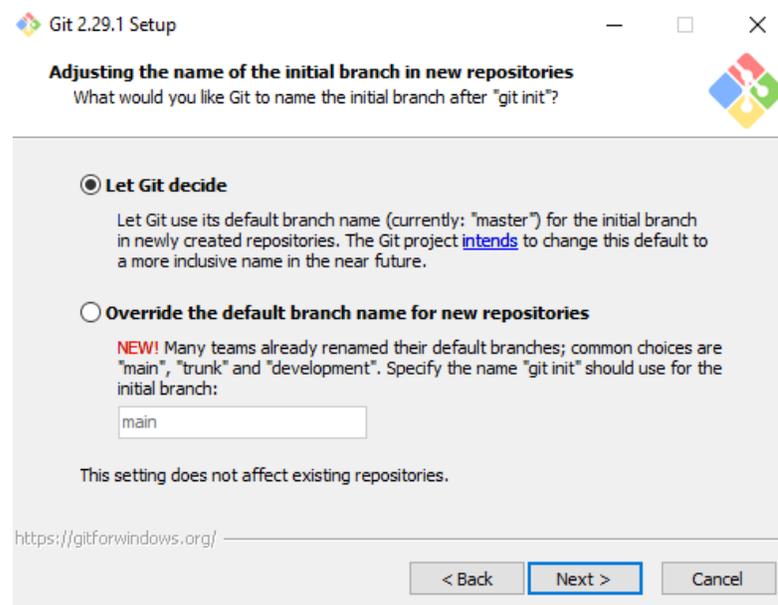
Paso 6.

Dar clic al botón "Next"



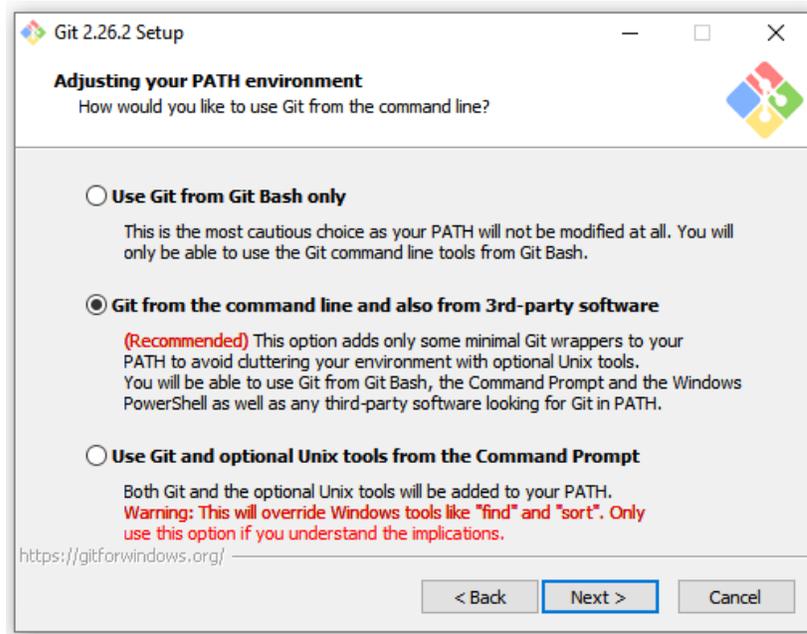
Paso 7.

Dar clic al botón "Next".



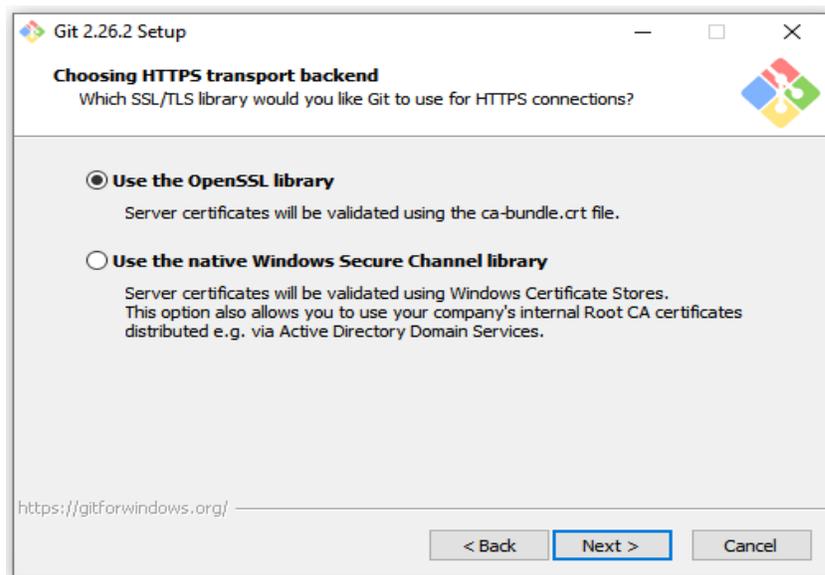
Paso 8.

Seleccionar la segunda opción para añadir el Git en el PATH. Dar clic al botón "Next".



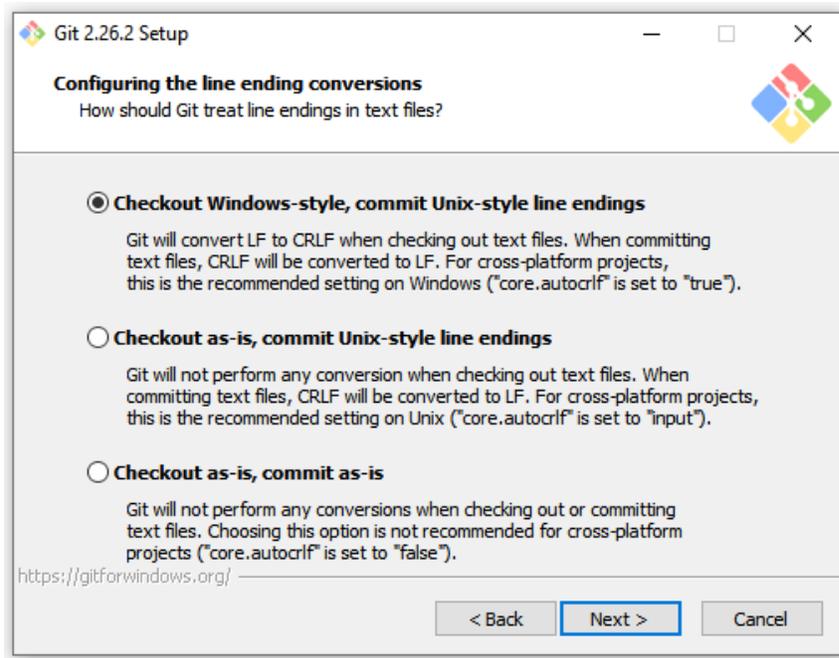
Paso 9.

Dar clic al botón "Next".



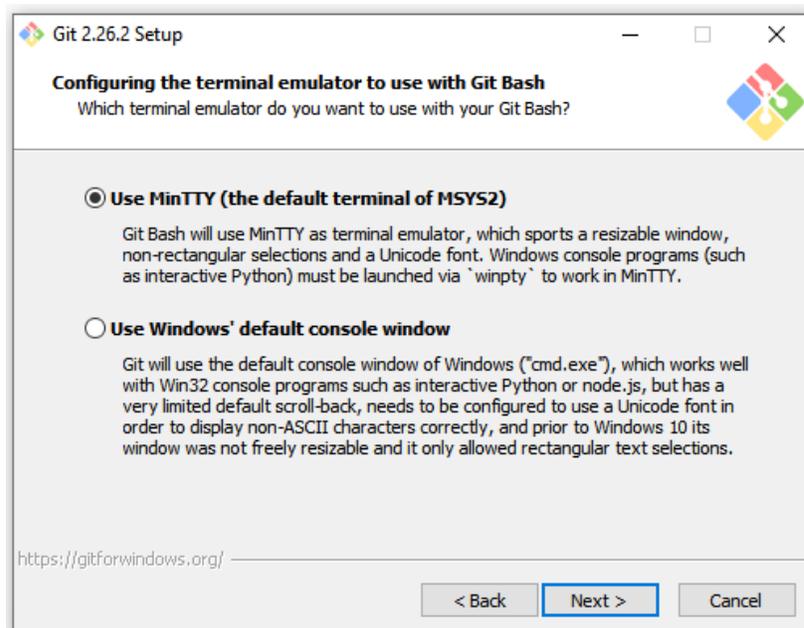
Paso 10.

Dar clic al botón "Next".



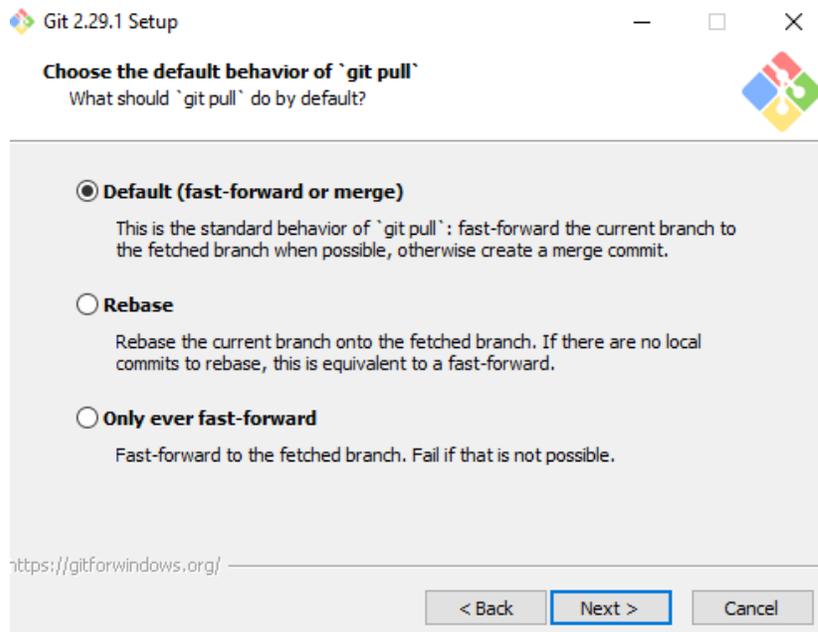
Paso 11.

Dar clic al botón "Next".



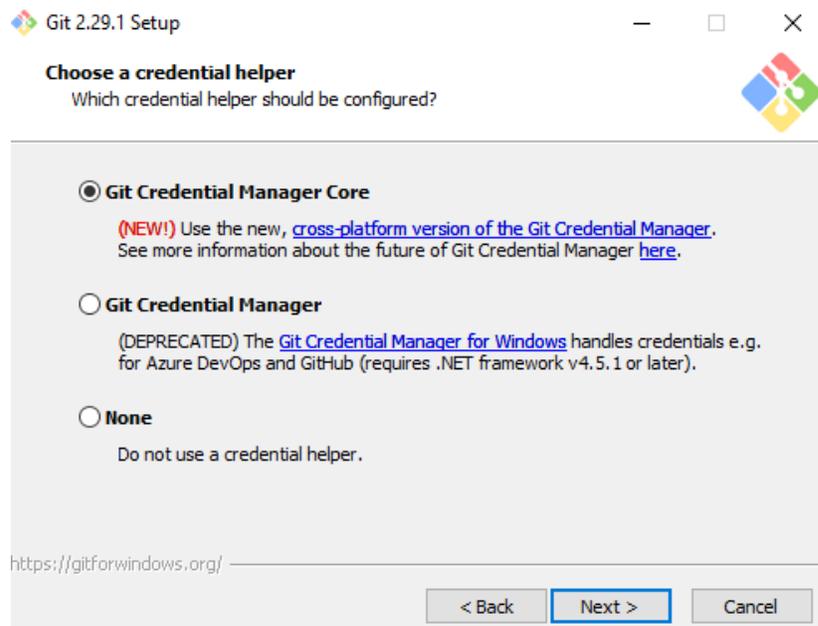
Paso 12.

Seleccionar la Opción “Default” y dar clic a “Next”.



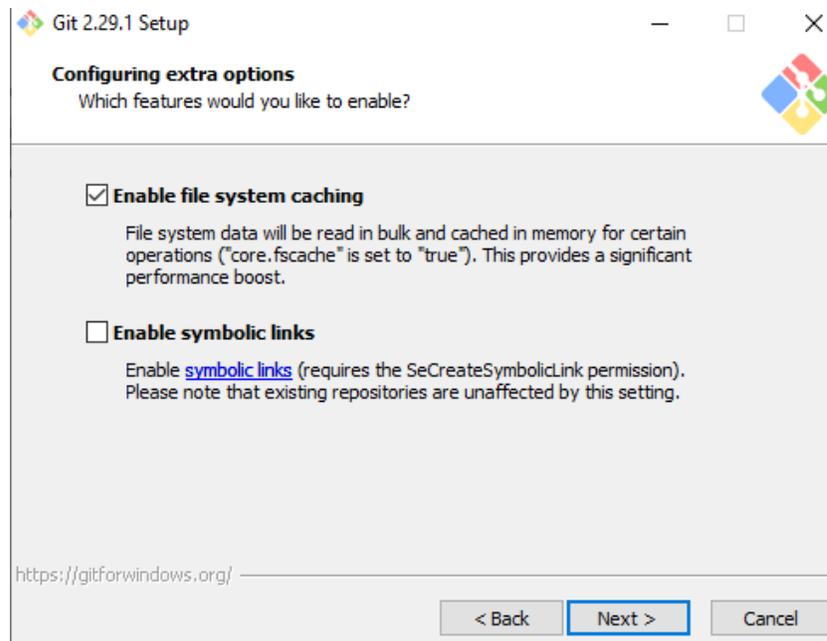
Paso 13.

Seleccionar Git Credential Manager Core y luego dar clic a “Next”.



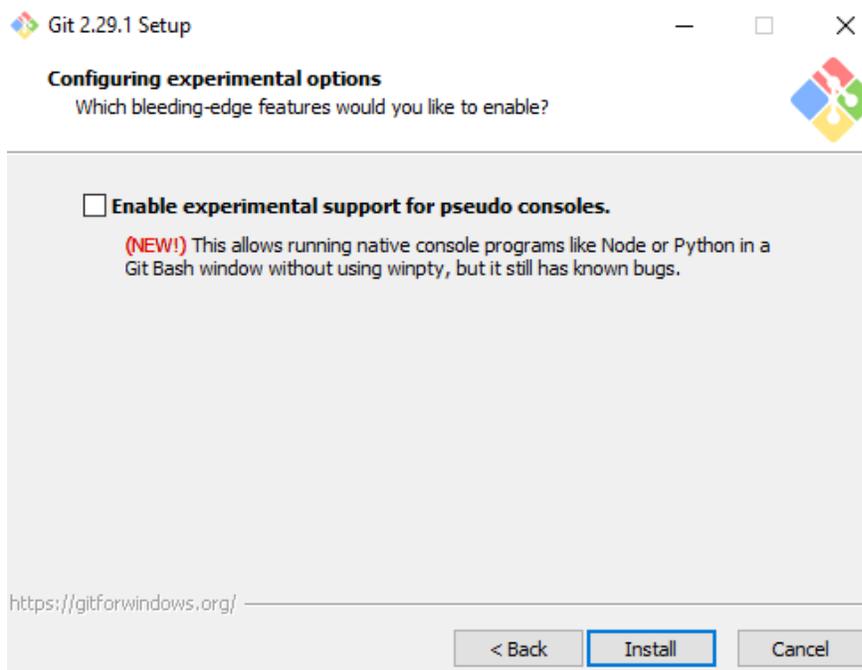
Paso 14.

Dar clic al botón "Next".



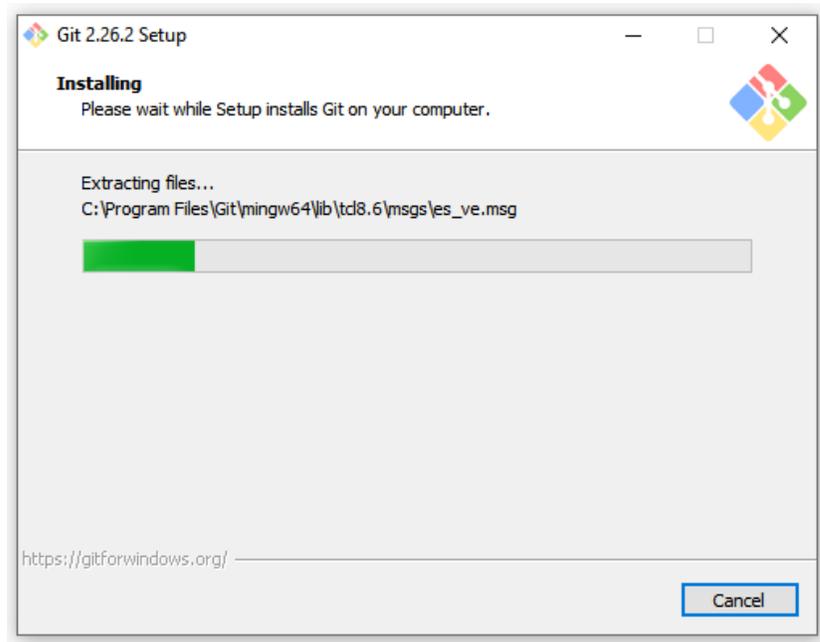
Paso 15.

Dar clic a "Install"



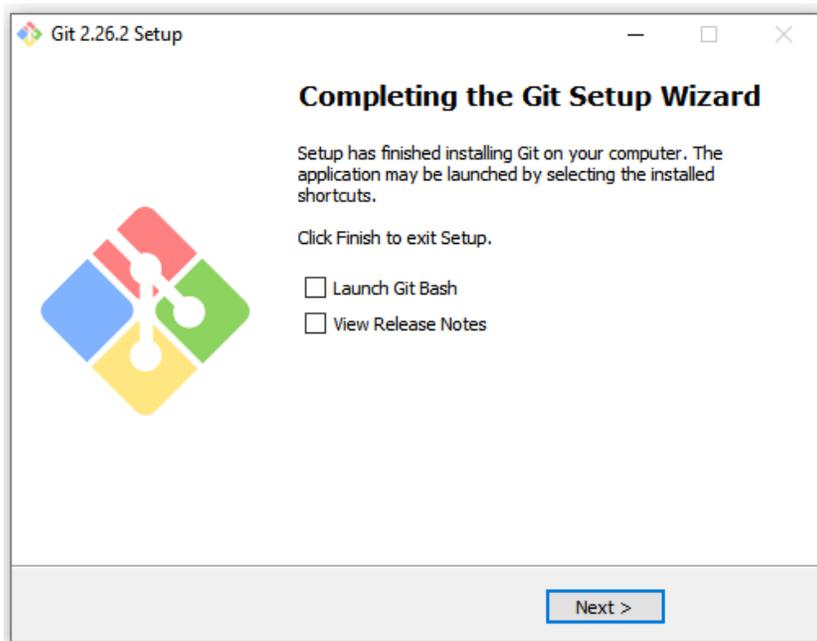
Paso 16.

Se mostrará la ventana de progreso de la instalación.



Paso 17.

Dar clic al botón "Next".

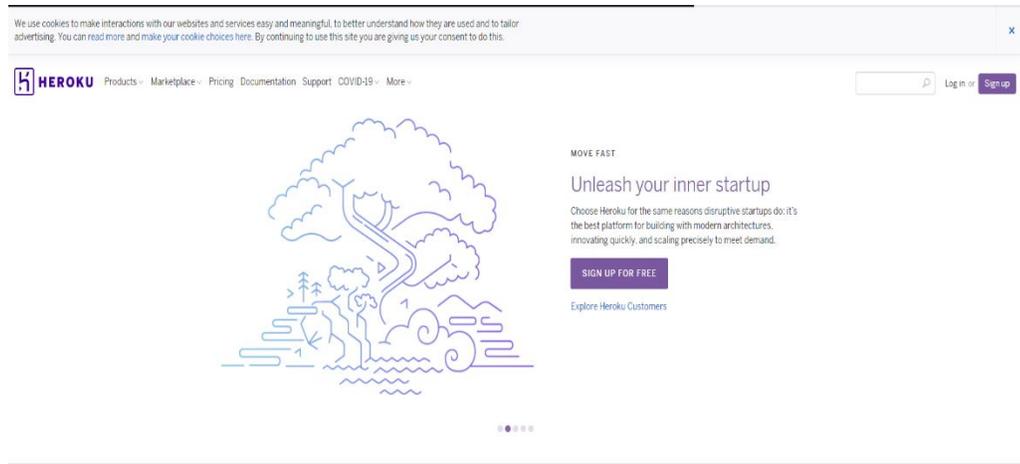


Crear cuenta de Heroku

Paso 1.

Registrar una cuenta en Heroku, mediante el siguiente link

<https://www.heroku.com>, dar clic al botón “SIGN UP FOR FREE”



Paso 2.

Registrar los datos, verificar en “No soy un robot” y dar clic a “Create Free Account”

The image shows a sign-up form for a free Heroku account. The form is divided into two main sections: a left sidebar with promotional text and a right main form area with input fields.

Free account
Create apps, connect databases and add-on services, and collaborate on your apps, for free.

Your app platform
A platform for apps, with app management & instant scaling, for development and production.

Deploy now
Go from code to running app in minutes. Deploy, scale, and deliver your app to the world.

Form Fields:

- First name: Luis Alfonso
- Last name: Gonzales Ramoz
- Email address: luisgonzales@sdc.pe
- Company name: SDC
- Role: Student
- Country: Peru
- Primary development language: Python

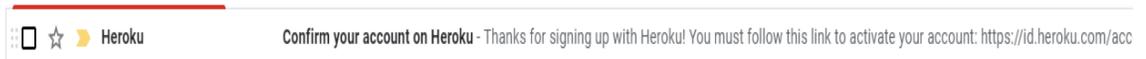
Verification: A reCAPTCHA box with a green checkmark and the text "I'm not a robot".

Buttons: A blue button labeled "CREATE FREE ACCOUNT".

Footer: A small note stating: "Signing up signifies that you have read and agree to the [Terms of Service](#) and our [Privacy Policy](#)."

Paso 3.

Recibirá un email para confirmar la cuenta de Heroku.



Paso 4.

Al abrir el mensaje encontrará una url. Dar clic.



Thanks for signing up with Heroku! You must follow this link to activate your account:

<https://id.heroku.com/account/accept/8504239/c3fb7c98fc884ff14ef783b550aa6c0c>

Have fun, and don't hesitate to contact us with your feedback.

The Heroku Team

<https://heroku.com>

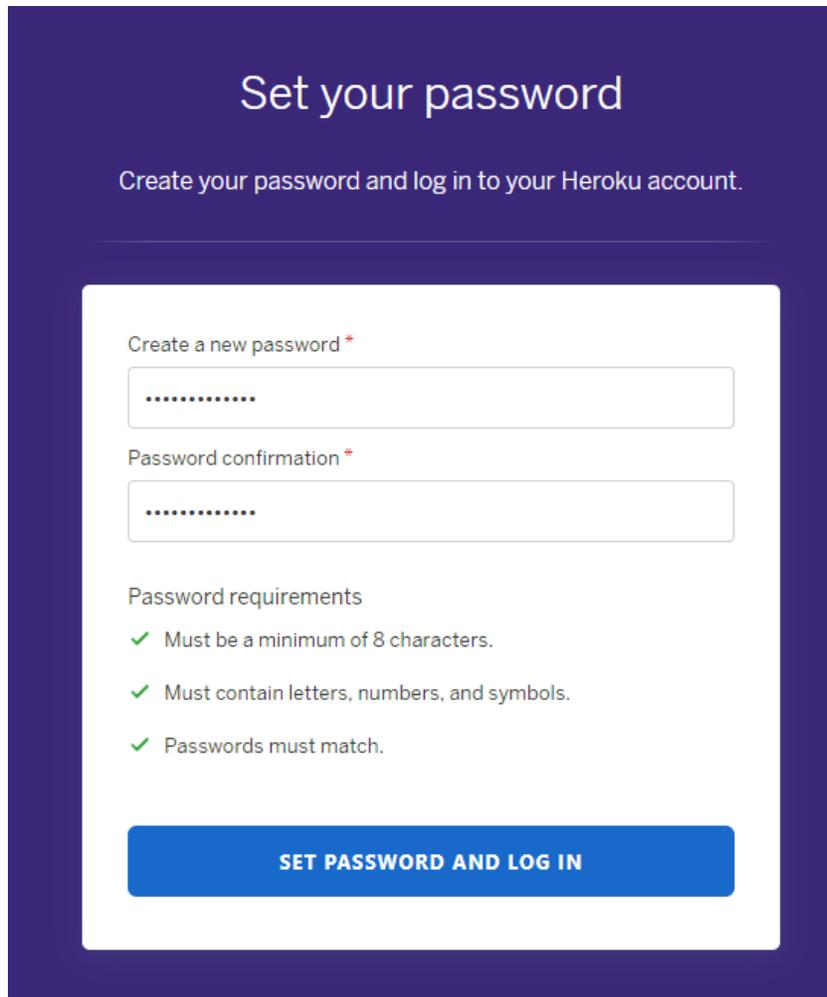
Heroku is the cloud platform for rapid deployment and scaling of web applications. Get up and running in minutes, then deploy instantly via Git.

To learn more about Heroku and all its features, check out the Dev Center:

<https://devcenter.heroku.com/articles/quickstart>

Paso 5.

Ingresa contraseña.



The image shows a screenshot of a web form titled "Set your password" on a dark purple background. The form is white and contains the following elements:

- Title:** "Set your password" in white text.
- Instruction:** "Create your password and log in to your Heroku account." in white text.
- Form Fields:**
 - "Create a new password *": A text input field with a red asterisk and a masked password (dots).
 - "Password confirmation *": A text input field with a red asterisk and a masked password (dots).
- Requirements:** A section titled "Password requirements" with three green checkmarks:
 - ✓ Must be a minimum of 8 characters.
 - ✓ Must contain letters, numbers, and symbols.
 - ✓ Passwords must match.
- Button:** A blue button with white text that says "SET PASSWORD AND LOG IN".

Paso 6

Confirmará la creación de la cuenta y dar clic al botón "CLICK HERE TO PROCEED"

Welcome to Heroku

A new account for
hectormamanicc@gmail.com
is all set up.

[CLICK HERE TO PROCEED](#)

Paso 7.

Aceptar términos.

Terms of Service

All Customers

Effective October 1, 2020, you agree that your use of the Heroku Services is governed by the [Salesforce Master Subscription Agreement](#), unless (except for free customers of the Heroku Services) you have a written master subscription agreement executed by salesforce.com for such Heroku Services as referenced in the Documentation, in which case such written salesforce.com master subscription agreement will govern. You further agree that your use or purchase of Heroku Add-ons, Buildpacks or Buttons that are not Heroku Services ("Heroku Elements") are governed by the [Heroku Elements Terms of Use \(Default\)](#), unless the Heroku Elements Marketplace provider has furnished to Heroku a separate terms of use, in which case such provider's terms of use govern the use or purchase of the applicable Heroku Elements. [Additional Terms](#) apply to credit card customers of the Heroku Services.

Heroku Marketplace Providers

If you are or become a Heroku Elements Marketplace Provider, you further agree that your participation in the Heroku Elements Marketplace is governed by the [Salesforce License and Distribution Agreement for the Heroku Elements Marketplace](#).

Italian Customers

Are you domiciled in Italy?

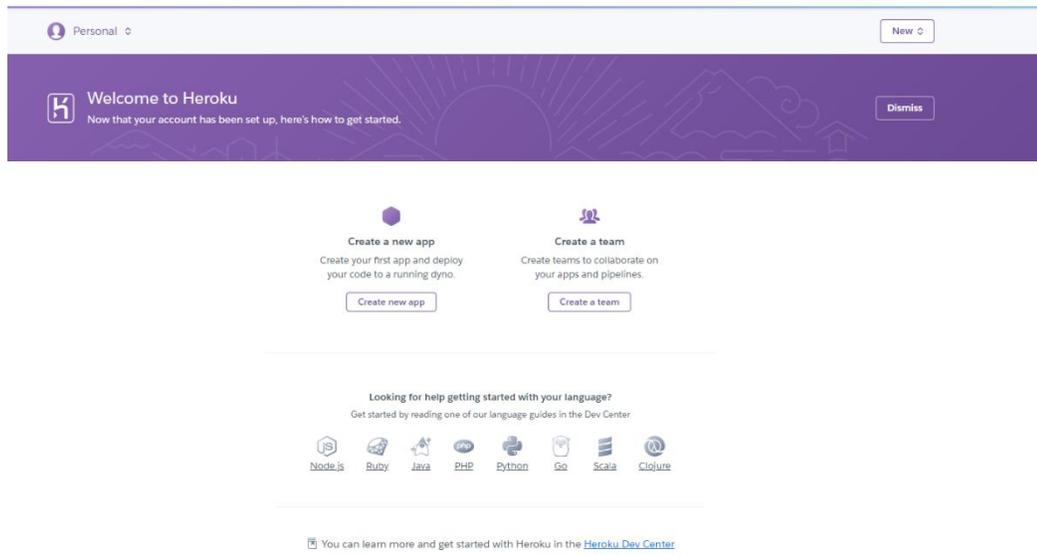
No.

[Accept](#)

Crear aplicación en Heroku

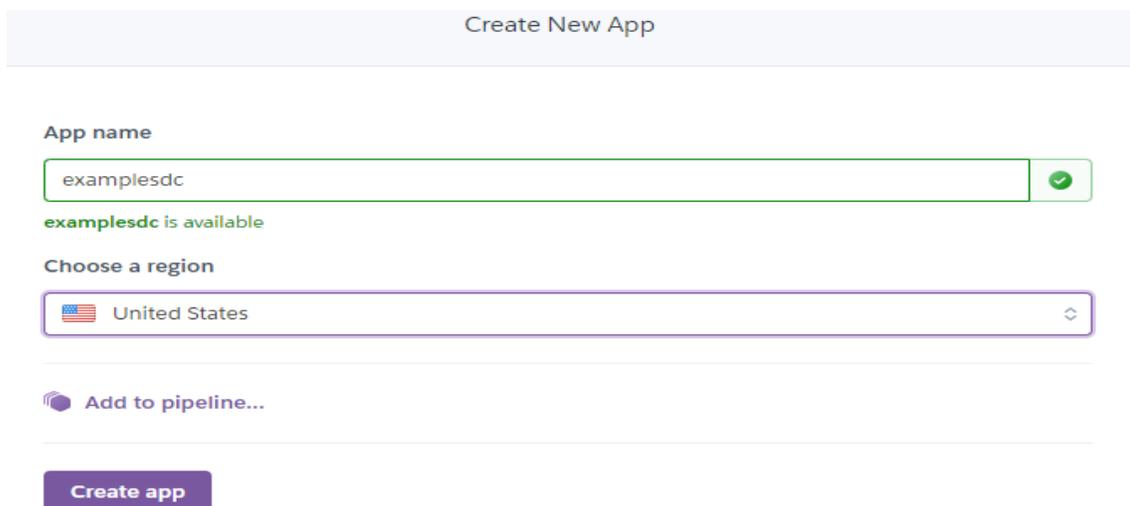
Paso 1.

Entrar a “<https://dashboard.heroku.com/apps>” y dar clic en “Create new app”.



Paso 2.

Ingresar nombre de la aplicación “prediccionphp”. Seleccionar la región United States, para confirmar dar clic al botón “Create app”.

A screenshot of the 'Create New App' form in Heroku. The form is titled 'Create New App' and has a light gray background. It contains the following fields and elements:

- App name:** A text input field containing 'examplesdc'. To the right of the input is a green checkmark icon. Below the input, the text 'examplesdc is available' is displayed in green.
- Choose a region:** A dropdown menu showing 'United States' with a small American flag icon to the left and a downward arrow icon to the right.
- Add to pipeline...** A link with a purple icon of a pipeline.
- Create app:** A purple button with white text.

Paso 3.

En el tablero “Deploy” del proyecto dar clic al vínculo “Heroku CLI”.

The screenshot shows the Heroku Deploy page for a project named 'examplesdc'. The page has a navigation bar with 'Overview', 'Resources', 'Deploy', 'Metrics', 'Activity', 'Access', and 'Settings'. Below the navigation bar, there are two main sections:

- Add this app to a pipeline:** This section includes instructions on how to add the app to a pipeline and a dropdown menu labeled 'Choose a pipeline'.
- Deployment method:** This section offers three options: 'Heroku Git Use Heroku CLI', 'GitHub Connect to GitHub', and 'Container Registry Use Heroku CLI'.

Below the deployment methods, there is a section titled 'Deploy using Heroku Git' which includes instructions on how to use git in the command line or a GUI tool. To the right, there is a section titled 'Install the Heroku CLI' which provides instructions on how to download and install the CLI, and a terminal snippet showing the command to log in:

```
$ heroku login
```

Paso 4.

Descargar Heroku. Dar clic a “64-bit installer”

The Heroku Command Line Interface (CLI) makes it easy to create and manage your Heroku apps directly from the terminal. It’s an essential part of using Heroku.

Download and install

- i** The Heroku CLI requires Git, the popular version control system. If you don’t already have Git installed, complete the following before installing the CLI:
- [Git installation](#)
 - [First-time Git setup](#)

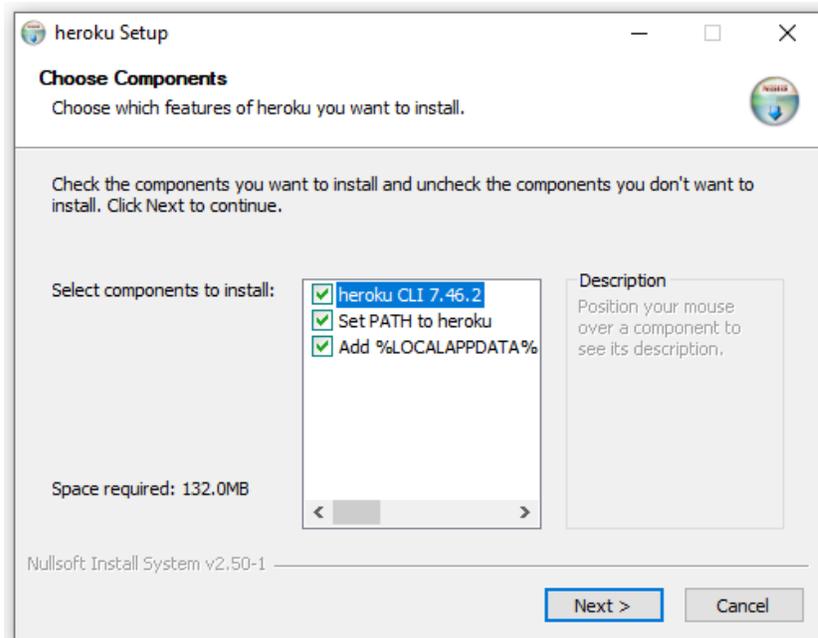
The macOS installation instructions are displayed in a box with the Apple logo and the text 'macOS'. Below this, a terminal snippet shows the command to install Heroku using Homebrew:

```
$ brew tap heroku/brew && brew install heroku
```

The Windows installation instructions are displayed in a box with the Windows logo and the text 'Windows'. Below this, there is text instructing the user to download the appropriate installer for their Windows installation, followed by a button labeled '64-bit installer'.

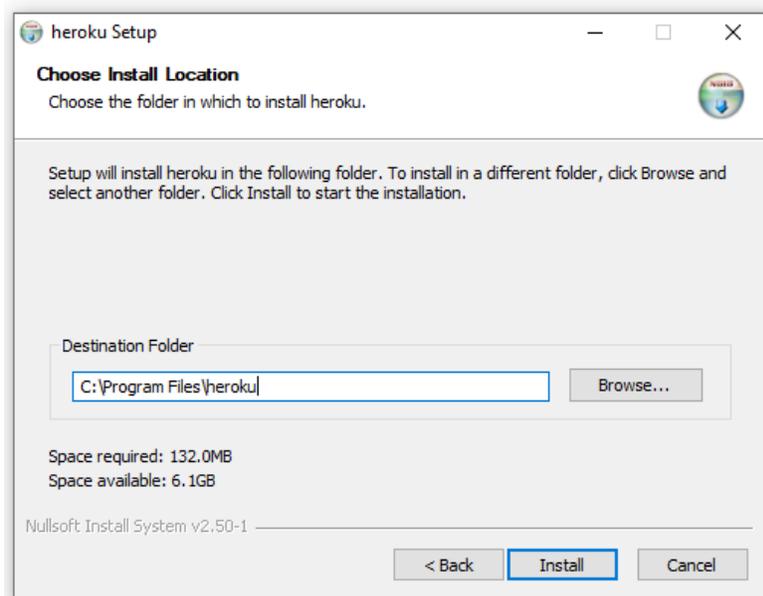
Paso 5.

Iniciar el instalador, seleccionar las 3 opciones y clic a “Next”.



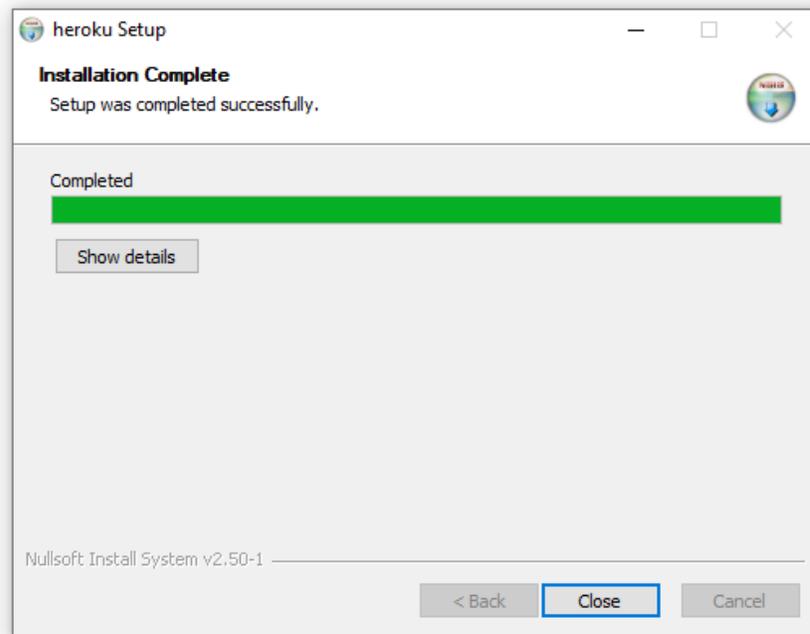
Paso 6.

Dar clic a “Install”.



Paso 7.

Una vez completada la instalación dar clic al boton "Close".



Paso 8.

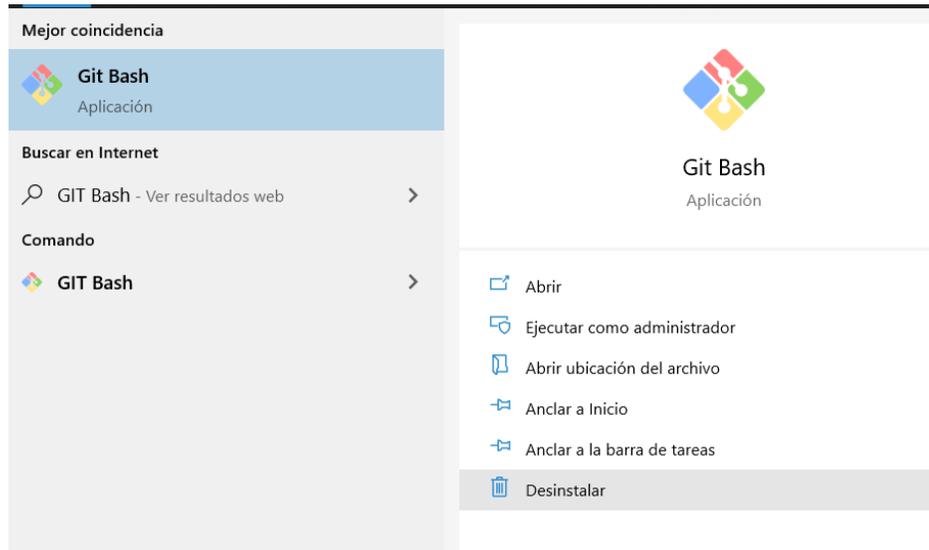
Crear la carpeta del proyecto.



Desplegar el modelo

Paso 1.

Buscar Git Bash.



Paso 2.

Buscar la ruta del proyecto mediante la línea de código `cd` 'Insertar la ruta'

Paso 3.

Crear archivo donde están las versiones de las librerías que se instalaron para el proyecto mediante el siguiente comando.

```
pip freeze > requirements.txt
```

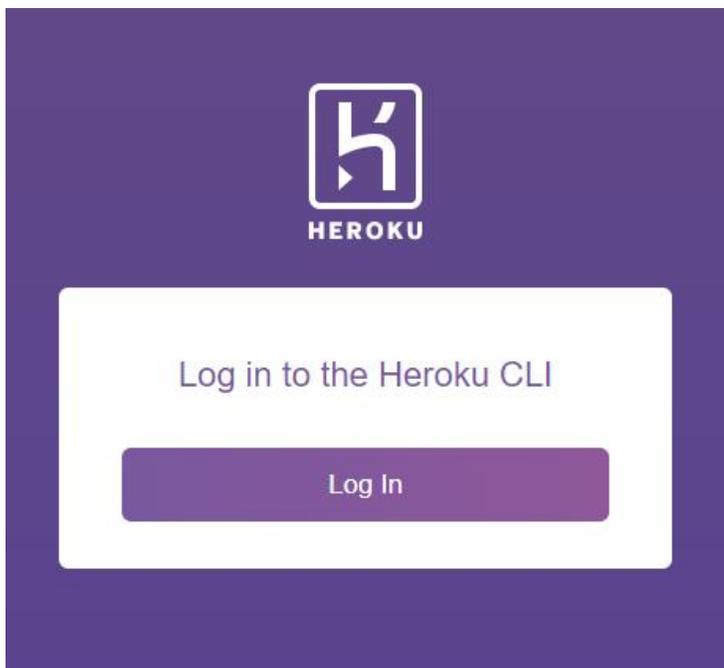
Paso 4.

En el CMD de Windows escribir: `heroku login`, pedirá pulsar cualquier tecla

```
C:\Users\Usuario>heroku login
» Warning: heroku update available from 7.42.6 to 7.52.0.
heroku: Press any key to open up the browser to login or q to exit:
Opening browser to https://cli-auth.heroku.com/auth/cli/browser/b22caf
2gDbQAAAA4x0TAuMjM3Ljk2LjIzOG4GAHc_XIJ5AWIAAVGA.EADS8sk9rUbNERKGZZPDtJ
heroku: Waiting for login... -
```

Paso 5.

Dar clic en Log In



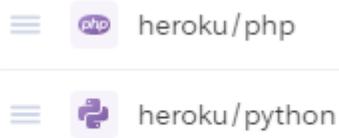
Paso 6.

Con el código cd, insertar la ruta de la carpeta y seguir los siguientes comandos uno por uno.

```
$ git add .
$ git commit -am "make it better"
$ git push heroku master
```

Paso 7.

En Heroku asegurarse que estén habilitados los dos buildpacks, el de PHP (que se carga por defecto) y el de Python (que se agrega).



Aspectos de seguridad para el módulo de predicción de insuficiencia renal del Sistema de gestión veterinaria de la Veterinaria Dueñas.

Seguridad de la información ligada a los médicos veterinarios

- Durante su estancia en la veterinaria
 - Se le creará al nuevo médico veterinario su usuario y contraseña para que pueda ingresar al sistema.
 - Visualizará los datos de los dueños, mascotas y sus respectivas historias clínicas.
 - Registrará y modificará la información de los dueños, mascotas e historias clínicas.
 - El médico veterinario es el responsable de la información que está visualizando, registrando y modificando.

- Retiro de la veterinaria
 - Al momento de que un médico veterinario ya no se encuentre laborando en la Veterinaria Dueñas, el gerente general informará a los tesisistas para deshabilitar el usuario correspondiente.

Gestión de activos - Clasificación de la información

- Tipo de datos almacenados
 - Datos personales de los dueños.
 - Datos personales de los médicos veterinarios.
 - Datos registrados de las historias clínicas.

- Manipulación de la información
 - Los médicos veterinarios son los encargados de registrar y modificar la información sobre los dueños y mascotas. Debido a su función como profesional de la salud no se necesita el consentimiento del

titular de los datos para su uso y tratamiento por brindar prevención, diagnóstico y tratamiento médico, esto según la ley 29733, Ley de protección de datos personales.

- Los tesistas realizarán modificaciones de apoyo según lo vea conveniente el gerente general de Hatun Uywa.
- Los dueños visualizarán la información de sus mascotas, pero no datos personales.

Control de accesos

- Requisitos de negocio para el control de accesos
 - Solo los médicos veterinarios cuentan el permiso de ingresar al sistema para registrar, visualizar y modificar la información.
 - Se puede ingresar por cualquier dispositivo que tenga acceso a internet a través del url: veterinariaduenas.com.
 - Cada persona es responsable de su usuario y contraseña.
- Gestión de acceso de usuarios
 - Cada médico veterinario tiene su usuario y contraseña.
 - En caso haya un nuevo médico veterinario se le entregará su usuario y contraseña.
 - En caso un médico veterinario se retire, su usuario será deshabilitado.
 - Solo el gerente general y los tesistas pueden ingresar al hosting.
- Responsabilidades del usuario
 - Cada médico veterinario es responsable de la información de su autenticación al sistema.
 - En caso algún usuario tenga algún problema se les informará a los tesistas.

- El gerente general informará sobre la creación de un nuevo usuario o para deshabilitar alguno en específico.
- Control de accesos al sistema
 - La restricción de la información es para toda persona que no trabaja o no tenga permiso para ingresar al sistema.
 - Los dueños de mascotas visualizarán la información que requiera o necesite según lo que indique el gerente general de Hatun Uywa, pero no se les dará un usuario para ingresar al sistema y ni registrar o modificar alguna información, esto solo es permitido para los médicos veterinarios.
 - En caso haya problemas de ingreso al sistema o pérdida de su contraseña, se les informarán a los tesistas para la resolución del problema.
 - El código fuente del sistema solo puede ser manipulado por los tesistas.

Cifrado de contraseñas

- Encriptación
 - Las contraseñas estarán encriptadas en MD5.

Gestión de incidentes en la seguridad de la información

- Responsabilidades
 - Los médicos veterinarios son los responsables del registro y modificación de la información.
 - Los tesistas son los responsables de atender algún incidente, soporte, respaldo y mejoras sobre la seguridad del sistema.
 - Se realizará un respaldo semanal de la información, esto será realizado por los tesistas.

- Notificación de algún incidente
 - El gerente general de Hatun Uywa informará sobre algún incidente a los tesisistas.

Anexo 18 - Bitácora

ACTA DE REUNIÓN 1

Motivo:

Necesidades e interés por el proyecto

Lugar:

Hatun Vet Mirones – Veterinaria Dueñas

Fecha: 7 de marzo del 2021

Participantes:

Luis Pedraza Franco

Carlos Roberto Aranguren Milla

Alexander Antonio Flores Bernardo

Se establece:

Se realizó una entrevista con el gerente general de Hatun Uywa S.A.C, el doctor Luis Pedraza Franco, donde indica cuál es el problema que está pasando y el interés por tener una herramienta que le permita identificar los casos de insuficiencia renal.

Observaciones:

- Ninguna

ACTA DE REUNIÓN 2

Motivo:

Requerimientos del proyecto

Lugar:

Hatun Vet Mirones – Veterinaria Dueñas

Fecha: 8 de marzo del 2021

Participantes:

Luis Pedraza Franco

Carlos Roberto Aranguren Milla

Alexander Antonio Flores Bernardo

Se establece:

Se determinó cuáles son los requerimientos del proyecto, todo indicado por el doctor Luis Pedraza Franco. Se estableció el acta de constitución del proyecto.

Observaciones:

- Ninguna

ACTA DE REUNIÓN 3

Motivo:

Muestra de las características y síntomas relevantes

Lugar:

Hatun Vet Mirones – Veterinaria Dueñas

Fecha: 4 de abril del 2021

Participantes:

Luis Pedraza Franco

Carlos Roberto Aranguren Milla

Se establece:

Se le informó sobre las doce (12) características y síntomas finales con las que se trabajará. El doctor Luis Pedraza Franco indicó que estas variables elegidas son las principales, dentro de lo visto en su día a día en la Veterinaria Dueñas, que permiten establecer si un perro o gato pueda estar sufriendo una insuficiencia renal. Con este contexto se aceptan estas características y síntomas. Se procederá a continuar con el desarrollo del árbol de decisiones.

Observaciones:

- Ninguna

ACTA DE REUNIÓN 4

Motivo:

Término de la primera iteración

Lugar:

Hatun Vet Mirones – Veterinaria Dueñas

Fecha: 25 de abril del 2021

Participantes:

Luis Pedraza Franco

Carlos Roberto Aranguren Milla

Alexander Antonio Flores Bernardo

Se establece:

Se les informa a los doctores que ya se terminó el árbol de decisiones y se le muestra cómo es que está funcionando con las doce (12) características y síntomas con los que se ha trabajado. Se les indicó que el entrenamiento y el test del modelo de predicción tuvo un alto porcentaje de precisión.

Observaciones:

- Ninguna

ACTA DE REUNIÓN 5

Motivo:

Término de la segunda iteración

Lugar:

Hatun Vet Mirones – Veterinaria Dueñas

Fecha: 8 de mayo del 2021

Participantes:

Luis Pedraza Franco

Carlos Roberto Aranguren Milla

Se establece:

Se le mostró al doctor Luis Pedraza Franco cómo será el formulario, la idea es que sea sencillo de utilizar y solo marcando los síntomas. Solo es necesario llenar los días con los síntomas de las mascotas. Se aprobó y se continuará con la integración y las vistas de resultados.

Observaciones:

- Ninguna

ACTA DE REUNIÓN 6

Motivo:

Muestra e implementación del producto

Lugar:

Hatun Vet Mirones – Veterinaria Dueñas

Fecha: 25 de mayo del 2021

Participantes:

Luis Pedraza Franco

Gustavo Pajuelo Alva

Carlos Roberto Aranguren Milla

Alexander Antonio Flores Bernardo

Se establece:

Se le muestra el producto final al gerente general de Hatun Uywa S.A.C, el doctor Luis Pedraza Franco, y al doctor Gustavo Pajuelo Alva. Se les dio el manual de usuario. Se hicieron las pruebas correspondientes con ellos. Comenzarán a utilizar el módulo.

Observaciones:

- Ninguna

ACTA DE REUNIÓN 7

Motivo:

Encuesta de satisfacción sobre el módulo de predicción web

Lugar:

Hatun Vet Mirones – Veterinaria Dueñas

Fecha: 25 de mayo del 2021

Participantes:

Luis Pedraza Franco

Gustavo Pajuelo Alva

David Silva García

Carlos Roberto Aranguren Milla

Se establece:

Se les hizo una encuesta los doctores Luis Pedraza, Gustavo Pajuelo y David Silva para conocer su nivel de satisfacción con el módulo.

Observaciones:

- Ninguna

ACTA DE REUNIÓN 8

Motivo:

Finalización del proyecto

Lugar:

Hatun Vet Mirones – Veterinaria Dueñas

Fecha: 25 de mayo del 2021

Participantes:

Luis Pedraza Franco

Gustavo Pajuelo Alva

Carlos Roberto Aranguren Milla

Se establece:

Se indica la finalización del proyecto y se firma la aceptación de las actas de reunión.

Observaciones:

- Ninguna

DOCUMENTO DE ACEPTACIÓN DE ACTAS DE REUNIÓN

Razón social: Hatun Uywa S.A.C.

Veterinaria: Hatun Vet

Gerente general: Dr. Luis Pedraza Franco

Jefe de proyecto: Carlos Roberto Aranguren Milla



DR. GUSTAVO A. PAJUELO ALVA
MEDICO VETERINARIO
C.M.V.F. N° 4050



HATUN UYWA S.A.C.
Luis H. Pedraza Franco
GERENTE GENERAL

Anexo 19 – Índice de similitud

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA WEB DE LA VETERINARIA DUEÑAS PARA IDENTIFICAR CASOS DE INSUFICIENCIA RENAL MEDIANTE ÁRBOL DE DECISIONES

INFORME DE ORIGINALIDAD

10 %	10 %	0 %	4 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	2 %
2	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	2 %
3	luiscastellanos.wordpress.com Fuente de Internet	1 %
4	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
5	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
6	www.repositorioacademico.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	www.sngular.com Fuente de Internet	<1 %
8	Submitted to Victoria University Trabajo del estudiante	<1 %

9	dspace.uniandes.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	<1 %
11	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
14	repositorio.uniandes.edu.co Fuente de Internet	<1 %
15	maldonado75.blogspot.mx Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	es.statista.com Fuente de Internet	<1 %
18	riuma.uma.es Fuente de Internet	<1 %
19	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
20	manualzz.com Fuente de Internet	<1 %

21	segoviacamposkarelydjesus.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
22	netasystemsofficial.home.blog Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.cidepro.org Fuente de Internet	<1 %
25	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio-anterior.ulima.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
28	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE Trabajo del estudiante	<1 %
29	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.wmmediagroup.com.au Fuente de Internet	<1 %
31	arrow.tudublin.ie Fuente de Internet	<1 %

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Amorín, B., Schelotto, F., & Chiparelli, H. (2016). *Agentes de diarrea. Gastroenteritis*. Montevideo: Universidad de la República.
- AVEPA. (2012). Evaluación del daño renal en perras con piometra en base a la proteinuria, histomorfología renal y biomarcadores urinarios. Barcelona: Asociación de Veterinarios Españoles Especialistas en Pequeños Animales.
- Barrientos, R. (2009). *Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico*. Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Benavent, D., Colomer, J., Quecedo, L., Gol-Monserrat, J., & Del Llano, J. (2020). *Inteligencia artificial y decisiones clínicas: Cómo está cambiando el comportamiento del médico*. Madrid: Fundación Gaspar Casal.
- Cadena-Iñiguez, P. (2017). *Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación*. Ciudad de México: Revista mexicana de Ciencias Agrícolas.
- Capurro, D., & Rada, G. (2007). *El proceso diagnóstico*. Santiago de Chile: Revista médica de Chile.
- Cascales, P. (2020). *Medicina y cirugía del aparato digestivo*. Barcelona: Elsevier.
- Castellanos, L. (12 de Junio de 2015). *Árboles y tablas de decisión: Guía de estudio*. Maracaibo: Creative Commons.
- Chávez, R. (2019). *Comparación entre regresión logística y redes neuronales para predecir cáncer de piel en perros*. Lima: Universidad de Lima.
- Cortadella, O., & Fernández del Palacio, M. (2015). *Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad renal crónica (ERC) en el perro y gato. Parte 1: evaluación del paciente con ERC*. Valencia: AVEPA.

- CPI. (octubre de 2018). *Tenencia de mascotas en los hogares a nivel nacional*. Obtenido de http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_mascotas_201808.pdf
- Daza, M., García, E., & Fragio, A. (2020). *Manejo en urgencias de la insuficiencia renal aguda*. Madrid: Universidad Complutense.
- De Luca, M. (2006). *Plan para enfocar las campañas bancarias utilizando datamining*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Del Ángel, J. (2016). *Abordaje diagnóstico y manejo médico de la enfermedad renal crónica de los perros y gatos*. Jalisco: Difarvet.
- Fernández, J. (2013). *Introducción a las metodologías ágiles. Otras formas de analizar y desarrollar*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Foro consultivo científico y tecnológico. (Marzo de 2018). *Inteligencia artificial*. Obtenido de Foro consultivo científico y tecnológico: https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_18-012.pdf
- Galán, V. (2015). *Aplicación de la metodología CRISP-DM a un proyecto de minería de datos en el entorno universitario*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- Goich, M., & Paz, M. (2003). *Importancia del manejo dietario en el tratamiento de la insuficiencia renal crónica en perros y gatos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Gómez, S. (2019). *Utilidad de los modelos de predicción de fracaso y su aplicabilidad en las cooperativas*. La Habana: Universidad de La Habana.
- Gonzalo, P. (2019). *Aplicación de algoritmos de Machine Learning para la predicción del beneficio por cliente a partir de métricas de Google Analytics*. Valladolid: Universidad de Valladolid.

- Hafelin, R. (2008). *Estudio descriptivo de registros clínicos de pacientes caninos y felinos con diagnóstico de insuficiencia renal*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Häfelin, R. (2008). *Estudio descriptivo de registros clínicos de pacientes caninos y felinos con diagnóstico de insuficiencia renal*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Hemstreet, G. (2012). *Capítulo 8 Sistemas renal y urinario*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Human-Centered Artificial Intelligence. (2021). *Artificial Intelligence Report 2021*. California: Stanford University.
- Joskowicz, J. (2008). *Reglas y Prácticas en Extreme Programming*. Vigo: Universidad de Vigo.
- Kelleher, J., Mac Namee, B., & D'Arcy, A. (2015). *Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics: Algorithms, Worked Examples, and Case Studies*. Londres: MIT Press.
- Laporta, M., & Bárcena, M. (2016). *Insuficiencia renal crónica*. Barcelona: Veterinaria Molins.
- Lélis, V. (2020). *Sistema inteligente de ayuda a la decisión para el diagnóstico temprano de la Meningitis*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Leon, M. (2019). *Insuficiencia renal. Su concepto, clasificación, síntomas y repercusiones en el cuerpo de los animales domésticos*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Liñares, J., & Martín-Herrero, J. (2003). *Bases farmacomicrobiológicas del tratamiento antibiótico de las enfermedades periodontales y periimplatarias*. Barcelona: Avan Periodon Implantol.

- Lugo-Reyes, S., Maldonado-Colín, G., & Murata, C. (2014). *Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina*. Ciudad de México: Revista alergia México.
- Martínez, P., Martínez, I., & Martínez, P. (2011). *Caracterización de la función renal en perros*. Bogotá: Revista Médica Veterinaria ISSN.
- Medrano, S. (2016). *Modelo de minería de datos usando machine learning con reconocimiento de patrones de síntomas y enfermedades respiratorias en las historias clínicas para mejorar el diagnóstico de pacientes en la ciudad de Trujillo 2016*. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- Peláez, N. (2012). *Aprendizaje no supervisado y el algoritmo Wake-Sleep en redes neuronales*. Oaxaca: Universidad tecnológica de la Mixteca.
- Pérez, G., Grau, R., & Pérez, Á. (2011). *Árbol de decisión o razonamiento clínico en la toma de decisiones médicas: ¿Una dicotomía?* Villa Clara: Medicentro.
- Pinilla, J., Florez, Á., & Da Silva, N. (2018). *Insuficiencia Renal Crónica en caninos: reporte de caso clínico*. Málaga: REDVET - Revista Electrónica Veterinaria.
- Reagan, K. (17 de Febrero de 2020). *Machine learning algorithm as a diagnostic tool for hypoadrenocorticism in dogs*. California: Domestic Animal Endocrinology.
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Real Academia Española*. Madrid: Real Academia Española.
- Russo, C., Ramón, H., Alonso, N., Cicerchia, B., Esnaola, L., & Tessore, J. (2016). *Tratamiento Masivo de Datos Utilizando Técnicas de Machine Learning*. Buenos Aires: Instituto de investigación y transferencia en tecnología.

- Salas, D., & Gonzáles, J. (2014). *Uso de inferencia basada en ontologías para dar soporte al diagnóstico veterinario*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Salazar, J. (2018). *Scrum versus XP: similitudes y diferencias*. Bogotá: Universidad distrital Francisco José de Caldas.
- Sandoval, L. (2018). Algoritmos de aprendizaje automático para análisis y predicción de datos. *Revista Tecnológica ITCA FEPADE*, 36-40.
- Statista. (Mayo de 2019). *Porcentaje de profesionales sanitarios que se sentía cómodo utilizando inteligencia artificial a nivel mundial en 2019, según propósito*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/1048224/porcentaje-de-profesionales-sanitarios-que-se-sentia-comodo-utilizando-inteligencia-artificial-por-proposito/>
- Troncozo, F., & Ruiz, J. (2020). *Predicción de fuga de clientes en una empresa de distribución de gas natural mediante el uso de minería de datos*. Concepción: Revista Universidad, ciencia y tecnología.
- Vera, S. (2016). *La metodología CRISP-DM*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.