

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**Implementación de un Aplicativo Predictivo de Criminalidad basado en Machine Learning para mejorar la asignación de recursos policiales en Lima Metropolitana**

**PROBLEMA**

La ineficiente asignación de recursos policiales en Lima Metropolitana

**OBJETIVO**

Mejorar la asignación de recursos policiales en Lima Metropolitana

**AUTORES:**

Albert André Palacios Carillo (ORCID: 0009-0005-3173-9814)

Jhusbeht Casallo Veliz (ORCID: 0009-0002-2447-5281)

Luis Antony Huamani Gonzales (ORCID: 0009-0009-1874-1994)

**Profesor:**

Dr. Hugo Froilán Vega Huerta

**Lima - Perú**

**2025**

# DEDICATORIA

A nuestra familia, de las que resaltan nuestros padres, quienes a lo largo del presente proyectos mantuvieron firme su apoyo, constituyéndose en la motivación para continuar avanzando a pesar de los retos que se presentaron.

# AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma del Perú que con su plana docente, nutrió nuestros conocimientos consolidándolos para permitir el desarrollo del presente proyecto, que contribuye a la mejora de nuestra capacidad de investigar para llegar a la verdad y presentar soluciones a los problemas de la sociedad.

# EPÍGRAFE

No se trata de hacer bien las cosas, sino de hacer las cosas bien.

(Peter Drucker, 1966)

# RESUMEN

Título : Implementación de un Aplicativo Predictivo de Criminalidad basado en Machine Learning para mejorar la asignación de recursos policiales en Lima Metropolitana

Autores : Jhusbeht Casallo Veliz

Luis Antony Huamani Gonzales

Albert André Palacios Carillo

Asesor de tesis : Dr. Hugo Froilán Vega Huerta

Fecha : Abril 2025

El presente proyecto analiza la implementación de un Aplicativo Predictivo de Criminalidad basado en Machine Learning en una comisaría de la Policía Nacional del Perú de Lima Metropolitana para mejorar la asignación de recursos materiales en el patrullaje, mediante la aplicación del método Regresión de Vectores de Soporte (SVR).

Se analizaron plataformas para predicción de delitos en sus dimensiones predicción de tiempo y predicción de espacio, para la asignación óptima de los recursos policiales de la Policía Nacional del Perú.

Se planteó realizar la implementación de un Aplicativo Predictivo de Criminalidad basado en Machine Learning en base a denuncias policiales correspondientes a los años 2018 a 2022 de delitos contra el patrimonio. Al proporcionar datos precisos sobre dónde y cuándo es más probable que ocurran delitos, se permite al personal policial asignar recursos de manera eficiente.

**PALABRAS CLAVE:**

Asignación de Recursos Policiales, Predicción del Delito, Machine Learning

# ABSTRACT

Title : Implementation of a Machine Learning-Based Predictive Crime Application to Improve the Allocation of Police Resources in Metropolitan Lima

Authors : Jhusbeht Casallo Veliz

Luis Antony Huamani Gonzales

Albert André Palacios Carillo

Thesis advisor : Dr. Hugo Froilán Vega Huerta

Date : April 2025

This project analyzes the implementation of a Machine Learning-based Crime Predictive Application in a Peruvian National Police station in Metropolitan Lima to improve the allocation of material resources during patrols, using the Support Vector Regression (SVR) method.

Crime prediction platforms were analyzed in their time and space prediction dimensions for the optimal allocation of police resources for the Peruvian National Police.

The project proposed implementing a Machine Learning-based Crime Predictive Application based on police reports for property crimes from 2018 to 2022. By providing accurate data on where and when crimes are most likely to occur, it enables police personnel to allocate resources efficiently.

**KEY WORDS:**

Police Resource Allocation, Crime Prediction, Machine Learning

# ÍNDICE

[**DEDICATORIA 2**](#_heading=h.xv2if6mng920)

[**AGRADECIMIENTO 3**](#_heading=h.jbffjtufjc0a)

[**EPÍGRAFE 4**](#_heading=h.981gidt6ovdf)

[**RESUMEN 5**](#_heading=h.jmq5p837etie)

[**ABSTRACT 6**](#_heading=h.b8vpysqmlz3e)

[**ÍNDICE 7**](#_heading=h.skzoy47o1s)

[**INTRODUCCIÓN 1**](#_heading=h.bke24mcdjq2w)

[**CAPÍTULO I: VISIÓN DEL PROYECTO 3**](#_heading=h.wbrpi71rp3fo)

[**1.1 Antecedentes del Problema 3**](#_heading=h.gw8dswb6r6e0)

[1.1.1 El Negocio 3](#_heading=h.wmfsc819ukd)

[1.1.2 Procesos del Negocio 5](#_heading=h.20pjw65iehi4)

[1.1.3 Organigrama 6](#_heading=h.jhccd6r2ykrr)

[**1.2 Formulación del Problema 6**](#_heading=h.n3gf4ecpt5ey)

[1.2.1 Realidad Problemática 6](#_heading=h.p6h5uqjv1ls)

[1.2.2 Descripción del Problema 8](#_heading=h.42yqwojemc60)

[**1.3 Objetivos del Proyecto 9**](#_heading=h.rspi0w2tiouq)

[1.3.1 Marco Lógico 9](#_heading=h.42na72hpkgbi)

[1.3.2 Objetivo General 10](#_heading=h.ieu7bomfqg1d)

[1.3.3 Objetivos Específicos 11](#_heading=h.h9r49lqmxhc6)

[**1.4 Justificación del Proyecto 11**](#_heading=h.tms5nb3zz90r)

[1.4.1 Justificación Académica 11](#_heading=h.4fu4oqvnvd0i)

[1.4.2 Beneficios Tangibles 12](#_heading=h.cqmlsztkzysm)

[1.4.3 Beneficios Intangibles 12](#_heading=h.pn68kf1mi2uq)

[**1.5 Alcance del Proyecto 12**](#_heading=h.2f0zqk9lxyrg)

**CAPÍTULO I**I**:** **MARCO** **TEÓRICO………………………………………………………………..13**

**CAPÍTULO III: ESTADO DEL ARTE 16**

**3.1. Artículos………………………………………………………………………………………. 16**

[**REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 13**](#_heading=h.xr1sdni8ds5n)

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad gracias a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) entidades del estado que luchan contra la delincuencia aprovechan sus beneficios; puesto que, les ha permitido conocer indicadores y estadísticas de los delitos (Ordóñez et al., 2020). Así, de las tecnologías emergentes de la industria 4.0 resalta la inteligencia artificial, dentro de la cual tenemos a la Machine Learning, un modelo que permite, entre otras cosas la predicción del delito. De esa forma, se constituyen en una herramienta útil para construir estrategias de prevención en ciudades principales (Gelvez et al., 2022). Lo interesante es que este modelo, se alimenta de la información que ha sido previamente almacenada en bases de datos mediante sistemas de información como pueden ser las denuncias policiales por delitos contra el patrimonio.

En la Policía Nacional del Perú el 99,2% de comisarías básicas cuenta con computadoras, que forma parte del equipamiento básico de sus oficinas para el cumplimiento de sus funciones; sin embargo existe un 16% de los equipos de cómputo que no cuenta con un acceso a internet (Ministerio del Interior [MININTER], 2025). Además, la flota vehicular, para uso administrativo y operativo, no se encuentra en óptimas condiciones ni en la cantidad adecuada para satisfacer toda la demanda requerida por las unidades policiales en el ámbito nacional, tanto en vehículos menores, livianos y pesados, aeronaves, embarcaciones y talleres de mantenimiento (Policía Nacional del Perú, 2021); lo que demuestra la importancia en la asignación adecuada de los pocos recursos disponibles con los que cuenta la institución policial encargada de luchar contra la delincuencia.

La asignación de recursos para el patrullaje, por ende, es un tema fundamental que ha cobrado una relevancia significativa en el contexto actual de seguridad ciudadana. Este aspecto se ve profundamente afectado por la inexistencia de un protocolo específico que regule su planificación, organización, ejecución y control (Campos & Quiroz, 2023). La falta de directrices claras no solo genera confusión entre los efectivos policiales, sino que también impacta negativamente en la eficiencia del servicio. A esto se suma el alarmante dato de que hasta un 30% de los patrulleros se encuentran inoperativos, lo que limita severamente la capacidad operativa de las fuerzas del orden (Ponce & Poma, 2023). Esta situación resalta la necesidad urgente de optimizar la utilización de los escasos recursos disponibles, garantizando así una respuesta más efectiva ante las demandas de seguridad de la población.

En cuanto al uso de inteligencia artificial en las fuerzas policiales, diversos estudios han abordado su aplicación en áreas como el reconocimiento automático de matrículas (Morón & Rodriguez, 2023) y el desarrollo de modelos espacio-temporales que permiten predecir delitos a partir de datos históricos sobre criminalidad (Barragán et al., 2023). Otros estudios han explorado su potencial para identificar tendencias delictivas (Sueldo & Peña, 2022). Sin embargo, a pesar del avance tecnológico y las diversas aplicaciones documentadas en la literatura, persiste una brecha significativa respecto a cómo estas herramientas pueden impactar específicamente en la asignación eficiente de recursos para el patrullaje.

La implementación del aplicativo tiene implicaciones significativas para la estrategia policial. Al proporcionar datos precisos sobre dónde y cuándo es más probable que ocurran delitos, se permite al personal policial asignar recursos más estratégicamente. Esto no solo contribuye a una mayor eficiencia en el uso del tiempo y los vehículos disponibles, sino que también puede resultar en una disminución general en las tasas de criminalidad al aumentar la presencia policial en áreas identificadas como problemáticas.

La presente tesis está dividida en las siguientes partes:

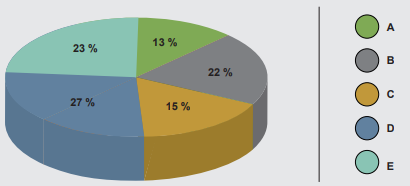
* En el capítulo I, muestra la visión del proyecto, donde se describen y detallan los antecedentes que se tomaron como referencia, la problemática a definir, así como el objetivo general y específicos. Seguidamente se menciona la justificación del tema y el alcance a desarrollarse.

# CAPÍTULO I: VISIÓN DEL PROYECTO

## 1.1 Antecedentes del Problema

### 1.1.1 El Negocio

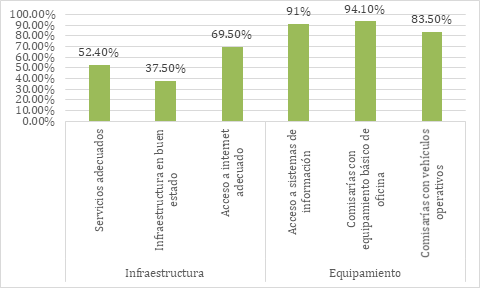
Las comisarías de la Policía Nacional del Perú son la célula base de esta institución y suman un total de 1,318 a nivel nacional. Según su tipo pueden clasificarse en A, B, C, D, E de acuerdo a su capacidad de efectivos policiales, área construida y cobertura de habitantes. La A, representa la de mayor nivel y en su contraparte se encuentra la E. Así según su tipo en el Perú el 13 % es de tipo A, 22% de tipo B, 15% de tipo C, 27% de tipo D y 23% de tipo E (Ministerio del Interior [MININTER], 2025).



***Figura 1.1.*** *Porcentaje de comisarías PNP por tipo*

***Fuente:*** *(MININTER, 2025)*

En cuanto a la infraestructura de las comisarías básicas a nivel nacional se tiene que un 52,4% cuenta con servicios adecuados, el 37,5% cuenta con infraestructura en buen estado, el 69,5% con acceso a internet adecuado. Además, en lo que respecta a equipamiento el 91% cuenta con acceso a sistemas de información, el 94.1% con equipamiento básico de oficina y el 83.5% con vehículos operativos. (Policía Nacional del Perú, 2021)



***Figura 1.2.*** *Estado de la infraestructura y equipamiento de las comisarías PNP a nivel nacional*

***Fuente:*** *(MININTER, 2025)*

La situación anterior no ayuda a luchar contra la comisión de delitos, en el Perú, que según el Ministerio del Interior, las extorsiones en el primer trimestre del 2025 superan a las registradas en los años 2022, 2023 y 2024, en ese mismo periodo. A su vez, en Lima cada 24 minutos se registra una nueva extorsión que conlleva a que uno de cada cuatro personas haya sido víctima de este delito. Lo anterior podría explicar porque en nuestro país sucede un homicidio en cuatro horas.

Sabemos entonces que la mayoría de las comisarías básicas de la Policía Nacional del Perú no cuentan con internet adecuado; y no solo eso, sino que también la cantidad de vehículos inoperativos es preocupante. Por ello herramientas tecnológicas innovadoras permiten incrementar la eficiencia, es decir lograr los objetivos, en este caso de prevención del delito, a pesar de los reducidos recursos, mediante su uso óptimo.

Una de las propuestas representa el Aplicativo Predictivo de Criminalidad basado en Machine Learning para mejorar la asignación de recursos policiales y de esta manera contrarrestar los altos índices de extorsiones que se vienen dando en el país.

### 1.1.2 Procesos del Negocio

Diagrama

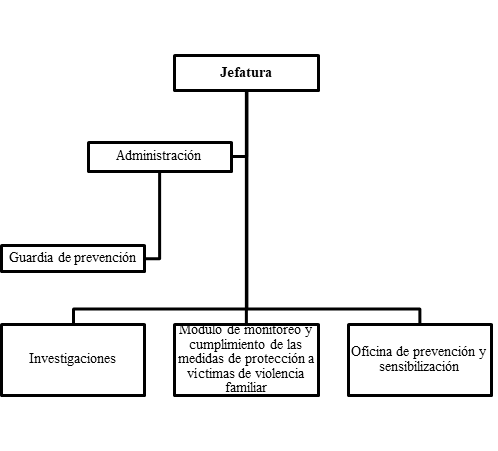
El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

***Figura 1.3.*** *Proceso de asignación de vehículos*

***Fuente:*** *(Elaboración propia, 2025)*

### 1.1.3 Organigrama

A continuación se muestra un organigrama general de las comisarías PNP.

****

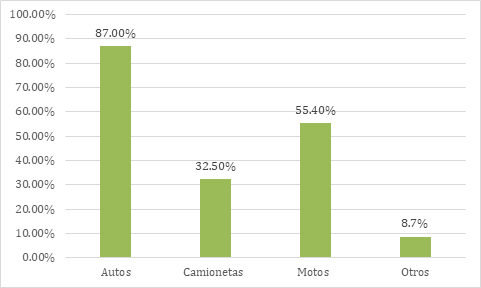
***Figura 1.4.*** *Organigrama de una comisaría PNP*

***Fuente:*** *(Elaboración propia, 2025)*

## 1.2 Formulación del Problema

### 1.2.1 Realidad Problemática

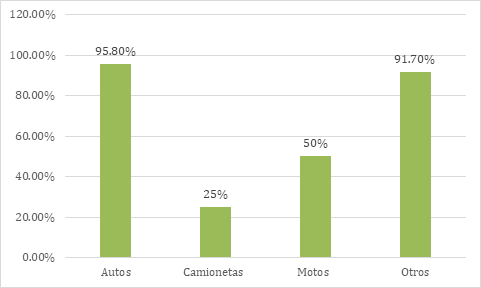
Los recursos en la institución policial resultan relevantes para mejorar la seguridad ciudadana, pero cuando se habla de vehículos policiales o también conocidos como patrulleros, se tiene la lamentable cifra de unidades que no pueden ser utilizadas debido a que se encuentran inoperativas. En ese sentido existe un 87% de autos inoperativos, un 32,5% de camionetas inoperativas, 55,4% motos inoperativas y 8,7% otros (Ministerio del Interior [MININTER], 2025).



***Figura 1.5.*** *Vehículos inoperativos de las comisarías PNP a nivel nacional*

***Fuente:*** *(MININTER, 2025)*

Ahora bien, en Lima se agrava la situación porque existe un 95.8% de autos inoperativos, un 25% de camionetas inoperativas, 50% motos inoperativas y 91,7% otros (Ministerio del Interior [MININTER], 2025).



***Figura 1.6.*** *Vehículos inoperativos de las comisarías PNP a nivel Lima*

***Fuente:*** *(MININTER, 2025)*

### 1.2.2 Descripción del Problema

#### 1.2.2.1 Problema Principal

En las comisarías de la Policía Nacional del Perú los recursos policiales, especialmente en lo que respecta a los vehículos, presentan una serie de deficiencias. Esto se debe principalmente a la ausencia de Machine Learning en el proceso de asignación de recursos (100% manual), lo que genera una asignación ineficiente de los mismos. Además, se observa una ausencia del 60% de datos predictivos en la hoja de ruta de patrulleros, lo que afecta la planificación y eficiencia de las patrullas. También existe un déficit del 40% de protocolo de asignación de patrulleros. Todo esto genera en conjunto la ineficiente asignación de recursos policiales en Lima Metropolitana, ya que la falta de datos predictivos y protocolos establecidos impacta directamente en la eficiencia del patrullaje. Como resultado, se realiza un patrullaje con un 60% de información imprecisa, lo que incrementa el 45% en la incidencia delictiva y provoca la asignación ineficiente del 40% de patrulleros, que se distribuye de manera desorganizada, sin considerar las áreas de mayor necesidad.

Variable 1: Número de denuncias registradas por extorsión. (Valor 7,779), según el Ministerio del Interior MININTER.

Variable 2: Número de patrullajes realizados en zonas de alta probabilidad delictiva. (Valor 40), según el Ministerio del Interior MININTER.

#### 1.2.2.2 Problema Secundario

* Asignación de recursos con información imprecisa.
* Incremento de incidencia delictiva.
* Asignación de recursos ineficiente.

## 1.3 Objetivos del Proyecto

### 1.3.1 Marco Lógico

#### 1.3.1.1 Árbol del Problemas:

Machine Learning se ausenta en la asignación de recursos siendo 100% manual

Déficit del 40% de protocolo de asignación de patrulleros

Asignación del 40% en recursos ineficientes de patrulleros

Patrullaje con 60% de información imprecisa

**La ineficiente asignación de recursos policiales en Lima Metropolitana**

**Variable 1: Número de denuncias registradas por extorsión. ( Valor 7,779) , según el Ministerio del Interior MININTER**

**Variable 2: Número de patrullajes realizados en zonas de alta probabilidad delictiva. (Valor 40), según el Ministerio del Interior MININTER**

Ausencia del 60% de datos predictivos en la hoja de ruta de patrulleros

Incremento del 45% en la incidencia delictiva

***Figura 1.4.*** *Árbol de problemas determinados*

***Fuente:*** *(Elaboración propia, 2025)*

#### 1.3.1.2 Árbol de Objetivos:

Implementación de un protocolo actualizado para la asignación de patrulleros al 100%

Aumentar el 60% el uso eficiente de recursos policiales

El 100% de los patrullajes se basarán en datos predictivos

Eficiencia en la asignación de recursos policiales en Lima Metropolitana

Variable 1: Número de denuncias registradas por extorsión. (Valor 1,640), según el Ministerio del Interior MININTER

Variable 2: Número de patrullajes realizados en zonas de alta probabilidad delictiva. (Valor 220), según el Ministerio del interior MININTER

Implementar un aplicativo predictivo de  
criminalidad con Machine Learning funcional al 100%

Hoja de ruta de datos predictivos al 100%

Reducción del 50% en la incidencia delictiva en zonas de alto riesgo

***Figura 1.5.*** *Árbol de objetivos determinados*

***Fuente:*** *(Elaboración propia, 2025)*

### 1.3.2 Objetivo General

Desarrollar e implementar un aplicativo predictivo de criminalidad con Machine Learning funcional al 100%. Este sistema permitirá que el jefe de patrullaje forme una hoja de ruta de datos predictivos al 100%, tomando decisiones basadas en información precisa con el objetivo de mejorar la asignación de recursos policiales en Lima Metropolitana. Además, se implementará un protocolo actualizado para la asignación de patrulleros al 100%, asegurando una distribución más eficiente de los recursos disponibles y optimizando el patrullaje en la ciudad, logrando así la eficiencia en la asignación de recursos policiales de Lima Metropolitana, esto permitirá que el 100% de los patrullajes se basen en datos predictivos, lo que incrementará en un 60% el uso eficiente de recursos policiales y logrará una reducción del 50% en la incidencia delictiva en zonas de alto riesgo.

Variable 1: Número de denuncias registradas por extorsión. (Valor 1,640), según el Ministerio del Interior MININTER

Variable 2: Número de patrullajes realizados en zonas de alta probabilidad delictiva. (Valor 220), según el Ministerio del Interior MININTER

### 1.3.3 Objetivos Específicos

* Diseñar e implementar un aplicativo predictivo basado en Machine Learning
* Optimizar la toma de decisiones en asignación de recursos policiales en base a información predictiva.
* Conocer el lugar y tiempo donde ocurrirán los delitos.
* Definir los módulos de implementación del aplicativo predictivo.
* Determinar los criterios de un aplicativo predictivo para una comisaría básica de Lima Metropolitana.

## 

## 1.4 Justificación del Proyecto

### 1.4.1 Justificación Académica

Se tiene conocimiento que según el ranking de Competitividad Mundial publicado por el Instituto Internacional para el Desarrollo Gerencial de Suiza (2024), pilar eficiencia del gobierno, el Perú se encuentra en el puesto 60 en el año 2024, situación contraria al año 2008 en el que se ubicaba en el puesto 26.

Gráfico, Gráfico de cajas y bigotes

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

***Figura 1.5.*** *Eficiencia del Gobierno peruano del 2008 al 2024*

***Fuente:*** *(COMEXPERÚ, 2025)*

En esa línea, el incremento en el uso de tecnologías permite el uso eficiente de los recursos, pero existe una brecha en la literatura respecto a la aplicación del Machine Learning en la asignación de recursos, por lo que la presente tesis pretende llenar ese vacío existente en el Perú.

En cuanto a la eficiencia debido a que las comisarías de básicas de la Policía Nacional del Perú ubicadas en Lima Metropolitana, según el Ministerio del interior tiene porcentajes considerables de vehículos, aportaría con el uso eficiente de los recursos permitiendo abarcar mayores puntos de patrullaje con menores vehículos e impactando positivamente en la reducción de hechos delictivos porque se actuaría predictivamente, sabiendo dónde y cuándo podría ocurrir un delito.

### 1.4.2 Beneficios Tangibles

* Reducción de tiempo en asignación de recursos.
* Uso eficiente de vehículos policiales para el patrullaje.

### 1.4.3 Beneficios Intangibles

* Satisfacción del ciudadano.
* Bienestar en el efectivo policial por cumplimiento efectivo de su labor.

## 1.5 Alcance del Proyecto

La presente tesis constituye una investigación del empleo de tecnologías como machine learning en la asignación de recursos vehiculares para lograr el uso eficiente de los escasos recursos con los que cuenta la Policía Nacional del Perú, permitiendo a los encargados de la asignación de la hoja de ruta un insumo objetivo para cumplir de manera eficaz su función.

La elección del recurso vehicular es porque representa un medio que abarca mayor área geográfica, creando una sensación de seguridad y disuadiendo la comisión de hechos delictivos, ya que la delincuencia ante la presencia policial evita su accionar.

# REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Barragán, H. Y., Cataño, K. E., Sevincha, M. A., & Vargas, O. (2023). La inteligencia artificial y la video-vigilancia en la predicción y detección de delitos en espacio-tiempo: Una revisión sistemática. *Revista Criminalidad*, *65*(1), 11-25. <https://doi.org/10.47741/17943108.398>

Campos, N. C., & Quiroz, J. L. (2023). *Patrullaje policial en las zonas de alta incidencia de delitos de hurtos y robos en el distrito de Pueblo Libre, período 2019-2022* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/26582>

COMEXPERU. (2024, junio 28). *El Perú entre los países con peor eficiencia de gobierno*. COMEXPERU - Sociedad de Comercio Exterior Del Perú. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/el-peru-entre-los-paises-con-peor-eficiencia-de-gobierno>

Gelvez, J.-D., Nieto, M.-P., & Rocha, C.-A. (2022). Prediciendo el crimen en ciudades intermedias: Un modelo de “machine learning” en Bucaramanga, Colombia. *URVIO Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*, *34*, 82-98. <https://doi.org/10.17141/urvio.34.2022.5395>

Ministerio del Interior [MININTER]. (2025, abril 12). *Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana* [Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana]. Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana. <https://observatorio.mininter.gob.pe/>

Morón, B. O., & Rodriguez, P. A. (2023). *Sistema de reconocimiento de placas vehiculares para identificar infractores basado en requisitorias para los patrulleros inteligentes de la PNP-Lima* [Universidad de San Martín de Porres]. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/12932>

Ordóñez, H., Cobos, C., & Bucheli, V. (2020). *Modelo de machine learning para la predicción de las tendencias de hurto en Colombia*. 494-506.

Policía Nacional del Perú. (2021, agosto). *Plan Estratégico de Capacidades de la Policía Nacional del Perú al 2030 Mariano Santos Mateos—Plan MS30*. Policía Nacional del Perú.

Ponce, E. N., & Poma, E. J. (2023). *Optimización de los procesos para enfrentar la deficiente gestión de provisión y mantenimiento de la flota vehicular del servicio de patrullaje de la policía nacional del Perú en Lima Metropolitana* [Pontificia Universidad Católica del Perú.]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/24227>

Sueldo, B. H., & Peña, E. (2022). *Servicio web para la predicción de los delitos de robo utilizando machine learning en la ciudad de Lima Metropolitana*.