

# Anticipando el Crimen

Modelos Matemáticos para la Proyección  
del Comportamiento Delincuencial en la  
Provincia de Huaura

Alex Fidel Torres Calderón  
Rosario Liliana Lucero Diaz  
Luis Felix Torres Feliciano  
Miguel Ángel Castañeda Samanamu  
Vicente Miguel Alvino Aldave



**IDEOS**

Centro de Investigación  
y Producción Científica

# **Anticipando el Crimen**

Modelos Matemáticos para la Proyección  
del Comportamiento Delincuencial en la  
Provincia de Huaura

Editor



## **Anticipando el Crimen**

Modelos Matemáticos para la Proyección del Comportamiento  
Delincuencial en la Provincia de Huaura

Alex Fidel Torres Calderón, Rosario Liliana Lucero Diaz, Luis Felix  
Torres Feliciano, Miguel Ángel Castañeda Samanamú, Vicente Miguel  
Alvino Aldave

### **Editado por**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN & PRODUCCIÓN CIENTÍFICA  
IDEOS E.I.R.L

**Dirección:** Calle Teruel 292, Miraflores, Lima, Perú.

**RUC:** 20606452153

Primera edición digital, Setiembre 2024

Libro electrónico disponible en [www.tecnohumanismo.online](http://www.tecnohumanismo.online)

**ISBN:**

**Registro de Depósito legal N°: 2024-09468**



**Alex Fidel Torres Calderón**

 <https://orcid.org/0000-0003-3077-1159>

[atorresc@unjfsc.edu.pe](mailto:atorresc@unjfsc.edu.pe)

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

**Rosario Liliana Lucero Diaz**

 <https://orcid.org/0009-0008-1945-3575>

[rlucero@unjfsc.edu.pe](mailto:rlucero@unjfsc.edu.pe)

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

**Luis Felix Torres Feliciano**

 <https://orcid.org/0000-0002-6625-9766>

[ltorres@unjfsc.edu.pe](mailto:ltorres@unjfsc.edu.pe)

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

**Miguel Ángel Castañeda Samanamú**

 <https://orcid.org/0000-0001-9883-5759>

[mcastañeda@unjfsc.edu.pe](mailto:mcastañeda@unjfsc.edu.pe)

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú

**Vicente Miguel Alvino Aldave**

 <https://orcid.org/0000-0002-8011-829X>

[vicente.alvino.2014@gmail.com](mailto:vicente.alvino.2014@gmail.com)

Independiente

Este libro científico se ha originado de la tesis denominada:

**“MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA PREDICCIÓN DEL  
COMPORTAMIENTO DELINCUENCIAL DE LA PROVINCIA DE  
HUAURA – 2022”**

Presentada por Rosario Liliana Lucero Diaz para optar el título profesional de  
Licenciada de Matemática Aplicada en la Universidad Nacional José Faustino  
Sánchez Carrión, Facultad de Ciencias, Escuela Profesional De Matemática  
Aplicada, Huacho – Perú, 2023.

### **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a mi abuelita que es como mi segunda madre, quien estuvo en mis primeros pasos guiándome con valores, también a mi padre que desde el cielo me bendice y me protege. A mi hijo, por ser el motor y motivo de seguir luchando ante la adversidad, a mi padre por confiar en mí y motivarme a seguir mejorando profesionalmente, a mi hermana por ser ese modelo de fortaleza que con sus palabras y consejos incondicionales fomentaron en mí el deseo de superación en la vida.

*Lucero Díaz, Rosario Liliana*

### **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradecer a la Universidad José Faustino Sánchez Carrión, la cual me abrió sus puertas para formarme profesionalmente, así como también a los diferentes docentes por sus enseñanzas y apoyo para seguir adelante.

*Lucero Díaz, Rosario Liliana*

### ÍNDICE

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESEÑA.....	10
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>CAPÍTULO I</b> .....	15
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	18
1.2. Formulación del problema.....	23
1.2.1. Problema general.....	23
1.2.2. Problemas específicos.....	23
1.3. Objetivos de la investigación .....	24
1.3.1. Objetivo general .....	24
1.3.2. Objetivos específicos .....	24
1.4. Justificación de la investigación.....	24
1.5. Delimitaciones del estudio .....	25
1.6. Viabilidad del estudio.....	30
<b>CAPITULO II</b> .....	32
2.1. Definición y Características del Comportamiento Delincuencial .....	33
2.2. Tipologías Delincuenciales en la Provincia de Huaura .....	37
2.2.1. Delincuencia Común .....	37
2.2.2. Delincuencia Organizada .....	38
2.2.3. Delitos Violentos.....	39
2.2.4. Delitos Informáticos.....	40
2.2.5. Corrupción .....	41
2.3. Factores Socioeconómicos, Culturales y Geográficos .....	41
2.3.1. Factores Socioeconómicos .....	42
2.3.2. Factores Culturales.....	43
2.3.3. Factores Geográficos.....	43



2.4. Análisis Espacial del Crimen: Teorías de Hotspots.....	45
2.4.1. Definición de Hotspots.....	45
2.4.2. Principales Teorías de Hotspots .....	46
2.4.3. Herramientas para la Identificación de Hotspots.....	47
2.4.4. Implicaciones para la Provincia de Huaura .....	48
<b>CAPITULO III</b> .....	50
3.1. Fundamentos Teóricos de la Predicción Criminal .....	51
3.1.1. Teoría Racional de la Elección.....	51
3.1.2. Teoría de la Actividad Rutinaria.....	52
3.1.3. Teorías de Desorden Social y Control Social.....	52
3.1.4. Modelos Estocásticos y Procesos de Poisson.....	53
3.1.5. Análisis de Series Temporales .....	54
3.1.6. Teoría de Juegos Aplicada al Crimen .....	54
3.2. Fundamentos filosóficos .....	55
3.3. Definiciones de términos básicos .....	57
3.4. Revisión de Modelos Matemáticos Aplicados al Comportamiento Delincuencial....	58
3.4.1. Desarrollo del modelo matemático .....	58
3.4.2. Comportamiento delictivo.....	64
3.5. Investigaciones Internacionales Relevantes.....	66
3.6. Investigaciones Nacionales Relacionadas .....	71
3.7. Análisis Crítico de los Estudios Preexistentes.....	75
3.8. Hipótesis de Investigación .....	79
3.8.1. Hipótesis General.....	79
<b>CAPITULO IV</b> .....	80
4.1. Diseño de la Investigación: Enfoque Cuantitativo y Modelos Predictivos.....	81
4.2. Población y Muestra.....	85
4.2.1. Definición de la Población Objetivo.....	85
4.2.2. Selección y Justificación de la Muestra.....	87

4.3. Técnicas de Recolección de Datos: Encuestas, Entrevistas y Análisis de Datos	
Secundarios.....	88
4.3.1. Encuestas.....	88
4.3.2. Entrevistas.....	89
4.3.3. Análisis de Datos Secundarios .....	89
4.3.4. Procesamiento y Análisis de la Información.....	89
4.4. Métodos de Procesamiento y Análisis Estadístico .....	90
4.4.1. Organización y Clasificación de los Datos .....	90
4.4.2. Estadística Descriptiva .....	91
4.4.3. Análisis Inferencial.....	91
4.4.4. Validación del Modelo Predictivo.....	92
4.4.5. Generación de Informes y Visualización de Resultados .....	92
4.5. Herramientas de Simulación Matemática: Introducción a los Modelos Utilizados... 93	
4.5.1. Modelos Determinísticos: Previsión Basada en Datos.....	93
4.5.2. Modelos Estocásticos: Incorporación de la Incertidumbre .....	94
4.5.3. Modelos Basados en Agentes: Simulación de Comportamientos Colectivos .....	95
4.5.4. Calibración y Validación: Refinamiento del Modelo Predictivo .....	95
4.5.5. Herramientas Computacionales: Ejecución y Visualización de los Resultados ..	96
4.6. Operacionalización de las Variables .....	97
4.6.1. Variable X: Desarrollo del Modelo Matemático.....	97
4.6.2. Variable Y: Comportamiento Delincuencial.....	99
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>102</b>
5.1. Introducción a los Modelos Matemáticos Aplicados al Comportamiento Criminal103	
5.1.1. Fundamentos de los Modelos Matemáticos en Criminología .....	103
5.1.2. Tipos de Modelos Matemáticos Aplicados al Comportamiento Criminal .....	104
5.1.3. Aplicación de Modelos Matemáticos en la Provincia de Huaura.....	105
5.1.4. Desafíos y Limitaciones .....	106
5.2. Modelos de Regresión para la Proyección Criminal.....	107
5.2.1. Fundamentos de los Modelos de Regresión .....	107
5.2.2. Aplicación Práctica de los Modelos de Regresión en la Proyección Criminal ..	108
5.2.3. Aplicaciones y Consideraciones Prácticas .....	110

5.3. Modelos Basados en Series Temporales .....	111
5.4. Algoritmos de Machine Learning y Redes Neuronales.....	115
5.4.1. Algoritmos de Machine Learning .....	115
5.4.2. Aplicaciones en la Criminología.....	117
5.5. Validación y Evaluación de Modelos: Medidas de Rendimiento .....	120
5.5.1. Conceptos Fundamentales.....	120
5.5.2. Medidas de Rendimiento para Modelos Clasificatorios .....	121
5.5.3. Medidas de Rendimiento para Modelos de Regresión .....	122
5.5.4. Validación Cruzada .....	122
5.6. Simulación de Escenarios Delincuenciales .....	123
5.6.1. Conceptos Fundamentales.....	124
5.6.2. Metodologías de Simulación.....	124
5.6.3. Aplicaciones Prácticas .....	125
5.6.4. Desafíos y Consideraciones .....	126
5.7. Análisis Predictivo Espacio-Temporal.....	127
5.7.1. Fundamentos del Análisis Predictivo Espacio-Temporal.....	128
5.7.2. Técnicas de Análisis Predictivo Espacio-Temporal.....	128
5.7.3. Aplicaciones Específicas para la Provincia de Huaura .....	130
5.7.4. Desafíos y Consideraciones .....	130
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>132</b>
4.1. Análisis de resultados.....	132
4.1.1. Aspectos sociodemográficos .....	132
4.1.2. Aspectos económicos en la provincia .....	134
4.1.3. Situación del sector educación .....	135
4.1.4. Fenómenos delictivos en la provincia de Huaura .....	136
4.2. Contrastación de hipótesis .....	137
4.3. Análisis de estadísticos encontrados.....	146
<b>CAPITULO VII.....</b>	<b>149</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA PREDICCIÓN CRIMINAL.....</b>	<b>152</b>

Conclusiones Generales del Estudio..... 152

Conclusiones Específicas Relacionadas con los Modelos Matemáticos ..... 153

Impacto Social y Político de la Investigación ..... 154

Reflexión Final sobre la Predicción Criminal y su Aplicación en Huaura..... 156

Recomendaciones finales..... 158

**REFERENCIAS** ..... 160

#### RESEÑA

El libro *Anticipando el Crimen* presenta un enfoque innovador y científico al problema del comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, combinando la matemática aplicada con la criminología. A través de la utilización de modelos matemáticos, el autor desarrolla una metodología que pretende predecir y, por lo tanto, anticipar los fenómenos delictivos en esta región peruana durante el año 2022. El principal propósito del trabajo es construir un modelo matemático que permita proyectar el comportamiento delictivo, lo cual es particularmente relevante en contextos como Huaura, donde la dinámica socioeconómica influye significativamente en las tasas delictivas. El autor busca proporcionar una herramienta práctica para las autoridades locales, basada en datos y análisis cuantitativos.

El estudio sigue un enfoque cuantitativo, basado en un análisis estadístico de las incidencias delictivas registradas en Huaura. Utiliza un diseño no experimental y transversal, que implica la recopilación de datos en un único momento del tiempo. La muestra incluye 1318 incidencias delictivas, lo que da una base sólida para la elaboración del modelo. Uno de los aspectos más interesantes de la metodología es su capacidad para identificar la relación entre variables como la tasa de pobreza, desempleo y el nivel educativo promedio con la tasa de criminalidad. La evidencia estadística sugiere una correlación significativa entre estas variables, lo que subraya la naturaleza multidimensional del fenómeno delictivo. Los resultados del estudio son esclarecedores en varios frentes. En primer lugar, el análisis demuestra que la tasa de pobreza sigue una distribución normal, mientras que la tasa de delincuencia, desempleo y el promedio escolar exhiben comportamientos no normales. La bondad de ajuste ( $R^2 = 60.7\%$ ) indica que el modelo es capaz de explicar una parte considerable de la variación en la tasa de delincuencia, lo que lo convierte en un recurso valioso para las políticas públicas. La alta correlación entre las variables ( $R = 0.779$ ) muestra

una fuerte relación entre los factores socioeconómicos y el comportamiento delictivo. Esta conclusión se refuerza con un nivel crítico de significancia de 0.014, lo que permite inferir que las variables están linealmente relacionadas de manera robusta.

El libro concluye que es posible predecir el comportamiento delictivo en Huaura a través del desarrollo de modelos matemáticos basados en datos estadísticos. Esto ofrece un enfoque preventivo a las autoridades locales, permitiendo una mejor planificación de las políticas de seguridad y de los recursos destinados a la reducción de la criminalidad. Anticipando el Crimen es un libro relevante tanto para expertos en criminología como para matemáticos interesados en aplicaciones prácticas de la modelación. Aunque el libro aporta herramientas valiosas, su enfoque cuantitativo podría complementarse con un análisis cualitativo para abordar mejor las causas subyacentes de la delincuencia. Sin embargo, su contribución al campo de la seguridad pública en contextos locales es innegable y destaca por su rigor metodológico y utilidad práctica. El uso de un enfoque interdisciplinario, que combina matemáticas y análisis social, convierte a este libro en una referencia importante para quienes buscan comprender y mitigar los fenómenos delictivos en contextos similares.

## INTRODUCCIÓN

En el actual escenario global, marcado por el constante aumento de la criminalidad en diversas zonas urbanas y rurales, la capacidad para predecir y anticipar fenómenos delictivos se ha convertido en una herramienta fundamental para las políticas de seguridad pública. En este contexto, el presente libro, titulado *Anticipando el Crimen: Modelos Matemáticos para la Proyección del Comportamiento Delincuencial en la Provincia de Huaura*, se erige como una obra pionera en la intersección de la matemática aplicada, la criminología y el análisis socioeconómico.

El objetivo central de este trabajo es el desarrollo de un modelo matemático riguroso que permita proyectar el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura durante el año 2022. Este esfuerzo parte de la premisa de que los fenómenos delictivos, aunque complejos y multifactoriales, pueden ser comprendidos y predecibles a través del análisis estadístico de variables clave que impactan directamente en la criminalidad. Para lograr este propósito, hemos integrado un enfoque multidimensional que considera no solo las tasas de criminalidad previas, sino también factores socioeconómicos de gran relevancia como la tasa de desempleo, los niveles de pobreza y el promedio de escolaridad de la población.

El diseño del estudio abarca los doce distritos que conforman la provincia de Huaura, una región con características demográficas y económicas heterogéneas que aportan una riqueza de datos indispensable para la construcción de este modelo. El análisis se ha fundamentado en la recopilación de datos históricos y contemporáneos que nos han permitido identificar patrones en la actividad criminal y su relación con el entorno socioeconómico. Además, se ha hecho un esfuerzo significativo por contextualizar los resultados dentro de los marcos teóricos más actuales en criminología predictiva y matemática aplicada.

A nivel metodológico, este libro explora diversas técnicas estadísticas y modelos matemáticos avanzados, tales como la regresión múltiple y el análisis de series temporales, que han sido combinados con enfoques novedosos de proyección espacial. A través de estas herramientas, hemos logrado no solo un análisis descriptivo del comportamiento criminal, sino también la construcción de modelos predictivos que pueden ser implementados por las autoridades locales para mejorar las estrategias de prevención del delito.

Asimismo, esta obra destaca por su enfoque interdisciplinario, integrando conocimientos que van desde la sociología del crimen hasta los avances más recientes en inteligencia artificial aplicada a la predicción de eventos. Este enfoque integral, sostenido en un profundo análisis lingüístico de los fenómenos comunicacionales dentro de las comunidades afectadas por el crimen, permite una interpretación más completa de cómo los discursos sociales y las dinámicas delictivas interactúan, configurando patrones de comportamiento que pueden ser anticipados con precisión.

En los capítulos que siguen, el lector encontrará un tratamiento detallado de los componentes técnicos del modelo, así como una discusión crítica de los resultados obtenidos. Nuestro análisis pretende no solo aportar al conocimiento teórico en el campo de la criminología predictiva, sino también ofrecer una herramienta práctica y de gran utilidad para las autoridades locales, con el fin de diseñar estrategias de seguridad más efectivas y focalizadas en las áreas de mayor riesgo.

Finalmente, cabe resaltar que este trabajo no solo se inscribe dentro de una tradición académica de análisis del crimen, sino que también se nutre de un enfoque humanista, que busca comprender el fenómeno delincuencial no solo como una desviación social, sino como un síntoma de las complejas dinámicas estructurales que afectan a las poblaciones más vulnerables. Desde esta perspectiva, el modelo que proponemos se convierte en una herramienta para la acción y la transformación social, al ofrecer predicciones que permitan



intervenir de manera temprana en los factores de riesgo y generar condiciones más seguras y equitativas en la provincia de Huaura.

# CAPÍTULO I

## ENFOQUE PREDICTIVO DEL COMPORTAMIENTO DELINCUENCIAL

El desarrollo de métodos predictivos para anticipar comportamientos delictivos ha emergido como una prioridad en las estrategias contemporáneas de seguridad ciudadana. Con los avances tecnológicos y la creciente disponibilidad de datos, se han abierto nuevas posibilidades para construir modelos matemáticos que no solo analicen los delitos ocurridos, sino que ofrezcan una herramienta poderosa para prevenir crímenes futuros. Este primer capítulo, *Enfoque Predictivo del Comportamiento Delincuencial*, introduce los fundamentos teóricos y metodológicos que subyacen a la predicción del crimen, abriendo paso a los análisis profundos que se desarrollarán a lo largo del libro.

El concepto de predicción del crimen ha evolucionado significativamente en las últimas décadas. A partir de modelos rudimentarios que simplemente relacionaban tasas delictivas con factores socioeconómicos, hemos llegado a un punto en el que el análisis estadístico avanzado y las técnicas de machine learning permiten identificar patrones de comportamiento delictivo con un grado de precisión sin precedentes. Este capítulo aborda cómo este enfoque predictivo, basado en datos históricos y variables contextuales, es capaz de proporcionar una visión anticipada de los puntos críticos donde la criminalidad podría aumentar.

El foco de nuestro análisis es la provincia de Huaura, una región que, por su diversidad socioeconómica y geográfica, ofrece un escenario propicio para aplicar y validar este tipo de modelos predictivos. Este capítulo explora las características únicas de Huaura, incluyendo su configuración demográfica, los niveles de pobreza y desempleo, así como los

índices de escolaridad, todos ellos factores cruciales para comprender la dinámica delictiva de la región. Nuestra premisa es clara: la delincuencia no surge de manera espontánea o aislada, sino que es el resultado de un entramado complejo de factores sociales, económicos y culturales que, al ser debidamente estudiados y cuantificados, permiten anticipar futuros comportamientos delincuenciales.

En este sentido, la metodología utilizada en este estudio se fundamenta en la integración de distintas técnicas matemáticas y estadísticas que permiten un enfoque robusto y multidimensional de la predicción del crimen. En este capítulo, se ofrece una revisión exhaustiva de las herramientas que se han utilizado para el análisis predictivo, desde los enfoques más tradicionales como la regresión múltiple y el análisis de correlación, hasta el uso de algoritmos de inteligencia artificial que permiten el análisis de grandes volúmenes de datos con precisión y rapidez. El lector encontrará un enfoque detallado sobre cómo estas herramientas son aplicadas, no solo para analizar tendencias pasadas, sino para construir modelos que permitan prever la actividad delictiva en los diferentes distritos de Huaura.

La elección de las variables para construir estos modelos predictivos no ha sido fortuita. El desempleo, la pobreza y el acceso a la educación son, como se detallará en los próximos apartados, algunos de los principales predictores del crimen. Este capítulo profundiza en cómo estas variables actúan como motores de la delincuencia, explicando los mecanismos a través de los cuales influyen en el comportamiento criminal. Más allá de la simple cuantificación de estos factores, el enfoque predictivo que presentamos en este libro se adentra en la comprensión de las interacciones entre ellos, revelando una compleja red de influencias que permiten, cuando se modelan adecuadamente, anticipar con precisión los focos de criminalidad.

En la base de esta perspectiva predictiva subyace una premisa teórica fundamental: los patrones delictivos son, en gran medida, predecibles si se dispone de la información

adecuada y se aplican los métodos correctos. Este capítulo no solo explica esta premisa, sino que ofrece al lector una visión detallada de cómo los datos sobre crimen y los indicadores socioeconómicos pueden ser transformados en insumos para construir modelos matemáticos predictivos. Este enfoque representa un cambio de paradigma en la criminología, donde el análisis tradicional, centrado únicamente en la explicación de crímenes pasados, se complementa y amplía con la capacidad de prever dónde y cuándo es más probable que ocurran delitos en el futuro.

A medida que avanzamos en este capítulo, se destacan ejemplos de cómo estas técnicas han sido aplicadas con éxito en otras jurisdicciones, y cómo estos enfoques innovadores han ayudado a las autoridades a priorizar recursos y diseñar intervenciones más eficientes. Huaura, por sus características particulares, representa un caso de estudio ideal para aplicar estas metodologías de predicción, y en los próximos capítulos, veremos cómo los modelos que aquí se plantean no solo son teóricamente sólidos, sino también altamente aplicables en el contexto real.

Este capítulo inaugura el marco conceptual que guiará el desarrollo de los análisis predictivos en este libro. *Enfoque Predictivo del Comportamiento Delincuencial* ofrece al lector una base sólida para comprender los fundamentos de los modelos matemáticos que serán presentados a lo largo de la obra, y posiciona a la predicción del crimen como una herramienta imprescindible en la lucha contra la criminalidad en la provincia de Huaura y más allá. Este primer paso es crucial para entender que la delincuencia no es un fenómeno ineludible, sino que puede, a través del análisis científico y la tecnología, ser anticipada y, en muchos casos, prevenida eficazmente.

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La delincuencia, como fenómeno social, ha estado presente a lo largo de la historia del Perú, arraigada en las complejas interacciones de diversas culturas y grupos sociales desde la época colonial. Durante ese período, la coexistencia entre españoles, africanos e indígenas peruanos ya generaba tensiones que se reflejaban en diferentes manifestaciones de comportamiento delictivo. Sin embargo, el panorama se complejizó aún más con las migraciones internacionales ocurridas entre los siglos XIX y XX, en las que se integraron nuevas olas migratorias de chinos, austriacos, alemanes, italianos y otros grupos europeos, que contribuyeron a modificar el tejido social de las principales ciudades del país.

Paralelamente, el fenómeno migratorio interno desde la década de 1940 hasta la actualidad ha tenido un impacto considerable en la estructura social y económica del país. Este proceso provocó el despoblamiento de las áreas rurales y una acelerada concentración de la población en Lima y otras ciudades en busca de mejores oportunidades económicas y condiciones de vida más dignas (Aguilar, 2015). Este éxodo rural-urbano desencadenó un crecimiento urbano descontrolado que, a su vez, contribuyó a la creación de asentamientos informales y barrios marginales con limitados recursos, donde las condiciones precarias dieron lugar a un caldo de cultivo ideal para el surgimiento de actividades delictivas.

La Organización Internacional para las Migraciones (OIM) estima que, a partir de 2020, aproximadamente un millón de ciudadanos venezolanos residen en el Perú, lo que ha añadido nuevas complejidades al contexto social y económico del país (OIM, 2020). Si bien esta migración es producto de una crisis humanitaria en Venezuela, la integración de estos migrantes al mercado laboral ha sido limitada, lo que ha incrementado las tensiones sociales en sectores que ya enfrentaban altos niveles de pobreza y desempleo. Esto ha generado un aumento en los indicadores de criminalidad en zonas urbanas, donde la competencia por recursos económicos escasos ha intensificado la inseguridad ciudadana.

En el Perú, uno de los principales desafíos en los últimos años ha sido el crecimiento sostenido de la inseguridad ciudadana. El aumento en la frecuencia y severidad de los delitos, sumado a una sensación generalizada de impunidad, ha convertido este problema en una preocupación de alcance nacional. A lo largo de las últimas décadas, se ha observado un incremento en los actos delictivos, no solo en las grandes ciudades, sino también en las regiones periféricas y áreas rurales. El crimen organizado ha encontrado terreno fértil en este contexto, expandiendo sus actividades a través del narcotráfico, la trata de personas y el contrabando, lo que ha intensificado la percepción de inseguridad en la población.

En este escenario, la criminalidad no puede ser entendida como un fenómeno aislado. Está profundamente vinculada a factores socioeconómicos estructurales, tales como la pobreza, el desempleo y la falta de acceso a educación de calidad. Las comunidades más vulnerables, ubicadas en áreas marginadas y con escasas oportunidades de desarrollo, han sido especialmente propensas a experimentar altos niveles de delincuencia. Este problema se ve agravado por la ineficiencia del sistema judicial y la incapacidad de las autoridades para implementar medidas efectivas de control y sanción de los delitos, lo que contribuye a perpetuar un ciclo de criminalidad y desconfianza en las instituciones.

El aumento de la criminalidad en la provincia de Huaura no es una excepción a esta tendencia. La realidad problemática que enfrentan sus habitantes está profundamente arraigada en las desigualdades económicas y sociales que afectan a la región, sumado a la creciente presión de las migraciones internas y externas. La percepción de inseguridad entre los residentes ha aumentado significativamente, alimentada por una serie de delitos que abarcan desde robos y hurtos hasta crímenes violentos. La falta de recursos y la limitada capacidad de respuesta de las fuerzas del orden han contribuido a una sensación de vulnerabilidad generalizada en la provincia.

Este contexto constituye el marco de referencia para el desarrollo de modelos matemáticos predictivos que buscan comprender y anticipar los patrones delictivos en la región.

Es indiscutible que la delincuencia ha sido un fenómeno constante en la historia de nuestras sociedades. Desde tiempos remotos, el crimen ha convivido con la vida comunitaria, transgrediendo normas y desafiando el orden jurídico establecido. En el caso específico de nuestro país, los datos son elocuentes. Según el informe técnico sobre seguridad ciudadana publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en 2021, el 18.6% de los peruanos mayores de 15 años fue víctima de algún tipo de hecho delictivo durante ese año. A pesar de esta alarmante cifra, solo el 15.5% de las personas afectadas optó por presentar una denuncia formal ante las autoridades. Esta discrepancia revela una profunda desconfianza en el sistema y sus mecanismos de respuesta ante el delito.

Los motivos para la omisión de denuncias son variados, pero todos señalan hacia una percepción generalizada de ineficacia. El 34.2% de los encuestados considera que denunciar un crimen es una pérdida de tiempo, mientras que el 18.9% argumenta que no conoce al delincuente, lo que dificulta cualquier tipo de acción. Un 15.2% percibe que los delitos sufridos no tienen suficiente importancia como para ser denunciados, y un 12.8% simplemente desconfía de la Policía. Otros motivos, como el miedo a represalias por parte del agresor (6.5%) o el hecho de que el crimen no se consumó completamente (10.8%), también contribuyen a esta falta de denuncias. Estas cifras nos invitan a reflexionar sobre la efectividad de nuestras instituciones y los desafíos que enfrenta la sociedad en su lucha contra la delincuencia (INEI, 2021).

En este contexto, el uso de herramientas predictivas como el mapeo de puntos calientes (hotspots) emerge como una estrategia prometedora para enfrentar el crimen de manera más efectiva. Este enfoque consiste en identificar áreas geográficas específicas donde,

en el pasado, se ha registrado una mayor incidencia de delitos. La premisa es simple: si se logran identificar patrones recurrentes en el tiempo y en el espacio, es posible dirigir recursos de prevención hacia estas zonas críticas, anticipándose a la ocurrencia de futuros delitos.

Existen diversas metodologías para la identificación de estos puntos calientes, que varían en complejidad y precisión. Entre las más utilizadas encontramos el método de estimación de puntos, la estimación de densidad por Kernel y el método de elipses espaciales. Cada una de estas técnicas ofrece una forma de visualizar y analizar la concentración delictiva, lo que permite diseñar estrategias más focalizadas y, por ende, más efectivas.

Sin embargo, cuando se trata de modelos predictivos de alta precisión, el enfoque espacio-temporal cobra especial relevancia. Un modelo notable en este campo es el desarrollado por Mohler et al. (2012), el cual ha demostrado ser particularmente eficaz en la predicción de la delincuencia en ciertas áreas urbanas. Este modelo no solo tiene en cuenta la distribución espacial de los delitos, sino también su evolución en el tiempo, lo que añade una capa de complejidad y permite una anticipación más precisa. La capacidad de predecir no solo dónde ocurrirán los delitos, sino también cuándo es probable que sucedan, representa un avance significativo en el campo de la prevención del crimen.

El reconocimiento de los patrones delictivos mediante herramientas predictivas y descriptivas como el mapeo de puntos calientes es fundamental para una gestión más eficiente de los recursos destinados a la seguridad ciudadana. A medida que la tecnología avanza y los modelos predictivos se refinan, estamos ante la posibilidad de transformar nuestra forma de enfrentar el crimen, no desde la mera reacción, sino desde la prevención inteligente y estratégica.

Frente a la creciente problemática social que representa la delincuencia, el uso de programas predictivos ha emergido como una herramienta fundamental para la gestión y el análisis de datos en materia de seguridad pública. Estos sistemas no solo permiten almacenar



grandes volúmenes de información, sino que también ofrecen la capacidad de comparar y proyectar tendencias del comportamiento delictivo en función de un historial específico de eventos ocurridos en cada lugar. Así, se vuelve posible identificar patrones de comportamiento criminal que, de otro modo, podrían pasar desapercibidos si se analizan de manera aislada o desorganizada (National Institute of Justice, 2019).

La aplicación de modelos predictivos en el ámbito criminológico no es una mera estrategia reactiva, sino un enfoque proactivo que tiene como objetivo anticipar situaciones de riesgo. Este enfoque permite a las autoridades y tomadores de decisiones dirigir sus esfuerzos hacia las zonas y momentos de mayor vulnerabilidad, optimizando los recursos y mejorando la efectividad de las intervenciones. Para que esta metodología sea verdaderamente efectiva, es imprescindible llevar a cabo un análisis tanto cuantitativo como cualitativo de los hechos delictivos. Esto implica no solo medir la cantidad de crímenes reportados, sino también entender las dinámicas sociales, económicas y culturales que subyacen a estos fenómenos (RAND Corporation, 2015).

En el caso particular de la provincia de Huaura, es crucial desarrollar un modelo matemático que sea capaz de predecir con precisión los comportamientos delictivos. Este modelo debe basarse en datos sólidos, como las denuncias interpuestas ante las instituciones policiales a lo largo del año, lo que permitirá identificar patrones de conducta y anticipar futuros comportamientos delictivos en los diferentes distritos de la provincia. Al analizar los registros históricos de delitos en la provincia, es posible identificar picos de criminalidad, zonas más propensas a ciertos tipos de delitos y otros factores que influyen en la conducta delictiva. Estos datos proporcionan una base empírica sólida para la construcción de un modelo predictivo que no solo proyecte tendencias, sino que también permita tomar medidas correctivas y preventivas en los puntos más críticos (Mugari & Obioha, 2021).

El enfoque aquí propuesto no se limita a un análisis meramente numérico de los hechos, sino que contempla también las variables cualitativas que influyen en la delincuencia. Factores como el desempleo, el nivel de pobreza y el acceso a la educación deben ser incorporados al modelo, ya que estos elementos juegan un papel determinante en la configuración del comportamiento criminal. Al integrar estos factores, el modelo matemático no solo será más robusto, sino también más representativo de la realidad socioeconómica que afecta a la provincia de Huaura (National Institute of Justice, 2019).

En definitiva, el desarrollo de un modelo predictivo eficaz requiere una comprensión profunda de los datos disponibles y una metodología rigurosa para procesarlos. Este enfoque permite transformar datos históricos en información accionable, facilitando la planificación estratégica de las políticas de seguridad pública. No se trata solo de predecir dónde y cuándo es más probable que ocurra un delito, sino de entender por qué ocurren, cuáles son los factores que los motivan, y cómo se pueden intervenir para prevenirlos. Este enfoque integral es lo que permitirá avanzar hacia una gestión más eficaz y proactiva de la seguridad en la provincia de Huaura, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de sus habitantes y a reducir los índices de criminalidad en la región (RAND Corporation, 2015).

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Cómo el desarrollo de un modelo matemático de fenómenos delictivos podrá ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo la ubicación de las denuncias de los fenómenos delictivos podrá ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022?
- ¿Cómo el desarrollo de algoritmos de los fenómenos delictivos podrá ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022?

- ¿Cómo el uso de una adecuada conectividad con la población podrá ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022?

### 1.3. Objetivos de la investigación

#### 1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un modelo matemático de fenómenos delictivos que pueda ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer la ubicación de las denuncias de los fenómenos delictivos que puedan ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022.
- Desarrollar algoritmos de los fenómenos delictivos que puedan ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022.
- Establecer una conectividad con la población que puedan ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022.

### 1.4. Justificación de la investigación

El presente estudio reviste una importancia fundamental tanto para la ciudadanía como para la sociedad en general, ya que tiene como objetivo desarrollar un modelo matemático que permita predecir el comportamiento delictivo, partiendo de los datos obtenidos en la provincia de Huaura. Este enfoque se justifica ampliamente, dado que la delincuencia no solo tiene un impacto directo sobre las víctimas, sino que afecta gravemente a la cohesión social, la seguridad en los espacios públicos y la estabilidad económica local. La inseguridad generada por el crimen socava la confianza en las instituciones, desintegra el tejido familiar, y provoca un ambiente de miedo e incertidumbre que afecta la vida cotidiana de los ciudadanos.

Además, el crimen tiene consecuencias profundas en la salud mental de la población, generando altos niveles de estrés, ansiedad y desconfianza, lo que a su vez impacta negativamente en la productividad y en las oportunidades de desarrollo económico de la región y del país. Una sociedad que vive bajo la amenaza constante de la delincuencia se ve obstaculizada en su capacidad de crecimiento y desarrollo, ya que la inversión y la prosperidad económica están directamente ligadas a un entorno seguro y estable.

La creación de este modelo matemático permitirá a las autoridades anticipar con mayor precisión el comportamiento delictivo, lo que a su vez facilitará la planificación de estrategias preventivas y la optimización de los recursos en materia de seguridad pública. Para alcanzar este objetivo, será esencial contar con una base de datos robusta y actualizada que incluya las denuncias interpuestas ante las instituciones policiales. Estos datos deberán registrar aspectos clave como el tiempo y lugar de los delitos, así como información detallada sobre los antecedentes y actividades de las bandas criminales involucradas, tales como extorsionadores, narcotraficantes y redes de trata de personas.

Este enfoque, que combina análisis cuantitativo y cualitativo, permitirá no solo una mejor comprensión de los patrones delictivos, sino también la identificación de tendencias emergentes que podrían ser abordadas de manera proactiva. A largo plazo, esta investigación no solo beneficiará a la provincia de Huaura, sino que también podría servir como un modelo replicable para otras regiones, contribuyendo a la seguridad y bienestar general del país.

## 1.5. Delimitaciones del estudio

### Delimitación espacial

La delimitación espacial de este estudio se centra exclusivamente en la provincia de Huaura, un territorio conformado por diversas jurisdicciones que presentan características socioeconómicas heterogéneas. A lo largo de esta investigación, se han considerado todas las

denuncias interpuestas ante las instituciones policiales de la provincia, abarcando los doce distritos que la componen. Este enfoque permite obtener una visión integral y específica de los patrones de criminalidad en la región, proporcionando un mapa detallado de los puntos críticos donde se concentra la mayor actividad delictiva.

La elección de las denuncias policiales como principal fuente de datos responde a la necesidad de trabajar con información oficial, cuantificable y verificada, lo que garantiza la validez del análisis. Al recoger y examinar estas denuncias, es posible establecer un panorama claro de la frecuencia, distribución y tipología de los delitos que se cometen en Huaura. Este proceso de recopilación de datos nos ha permitido identificar correlaciones entre la ubicación geográfica de los delitos y otros factores, como la situación económica de las diferentes áreas de la provincia, el nivel de acceso a la educación y las tasas de empleo.

Este tipo de delimitación espacial no solo nos permite mapear de manera precisa los lugares donde ocurren con mayor frecuencia los incidentes delictivos, sino que también nos ofrece la posibilidad de aplicar herramientas de análisis predictivo que ayuden a anticipar futuros delitos. A través de la identificación de zonas con mayores concentraciones de denuncias, se pueden diseñar modelos que no solo describen los patrones pasados, sino que también proyectan las tendencias delictivas a futuro, permitiendo a las autoridades locales tomar decisiones más informadas y proactivas.

Además, la delimitación espacial tiene como objetivo observar cómo la dinámica delictiva varía en función de las características específicas de cada distrito. Al analizar los datos de denuncias en conjunto con otras variables, como la infraestructura urbana o el nivel de presencia policial, se logra comprender de manera más completa el contexto en el que surgen estos comportamientos delictivos, facilitando la intervención focalizada en los lugares donde se necesita una mayor acción preventiva.

La delimitación espacial en este estudio no es simplemente una cuestión de trazar fronteras geográficas, sino un ejercicio detallado de análisis territorial que busca profundizar en las realidades locales para generar predicciones precisas y diseñar estrategias efectivas que mejoren la seguridad en la provincia de Huaura.

#### **Delimitación social**

Al abordar el impacto de la delincuencia en la provincia de Huaura, es fundamental establecer una delimitación social que permita comprender plenamente quiénes son las personas más afectadas por estos delitos. La delincuencia no es un fenómeno que afecta de manera homogénea a toda la población; al contrario, su impacto varía según factores como la vulnerabilidad social, la ubicación geográfica, y las condiciones económicas de los individuos y comunidades afectadas.

En el caso específico de Huaura, la delincuencia golpea de manera desproporcionada a las comunidades más vulnerables. Este grupo incluye, en su mayoría, a personas que viven en condiciones de pobreza, con acceso limitado a recursos como la educación, la salud y el empleo estable. Estas condiciones socioeconómicas suelen exacerbar su exposición a situaciones delictivas, tanto como víctimas como en ocasiones, desafortunadamente, como perpetradores. Los residentes de áreas con altos niveles de desempleo y bajos niveles de escolaridad son particularmente susceptibles a sufrir las consecuencias de la actividad delictiva, lo que a menudo refuerza un ciclo de criminalidad en sus comunidades.

Asimismo, los jóvenes son una de las poblaciones más afectadas por la criminalidad en la provincia de Huaura. Las condiciones de marginación y la falta de oportunidades laborales los sitúan en un estado de vulnerabilidad que puede derivar tanto en la victimización como en la participación en actos delictivos. A medida que las tasas de pobreza y exclusión social aumentan en ciertos distritos de la provincia, también lo hace la propensión de los

jóvenes a verse atrapados en redes delictivas o en situaciones de riesgo que los conducen al delito. Esta situación se agrava cuando el sistema de justicia y las instituciones de seguridad pública no cuentan con los recursos o las estrategias necesarias para implementar políticas de prevención eficaces.

Otro sector fuertemente afectado son las familias que habitan zonas urbanas marginales y rurales, donde los servicios de seguridad y vigilancia suelen ser insuficientes o ineficaces. En estos contextos, la sensación de impunidad es elevada, lo que a su vez fomenta un clima de inseguridad que impacta gravemente en la calidad de vida de los habitantes. El miedo constante a sufrir un delito, como robos, asaltos o actos de violencia, limita la movilidad y el desarrollo de la vida comunitaria, provocando un aislamiento social que perpetúa las dinámicas de criminalidad.

Además de las víctimas directas, también es importante considerar a los comerciantes y empresarios locales, cuyas actividades económicas se ven frecuentemente afectadas por el crimen. Las extorsiones, robos y daños a la propiedad privada son delitos comunes que obstaculizan el desarrollo económico de la provincia y desincentivan la inversión. Estos sectores productivos, que deberían ser motores del crecimiento local, se ven mermados por la amenaza constante de la delincuencia, lo que genera una mayor inestabilidad y precariedad en la región.

Esta delimitación social pone de manifiesto la necesidad de un análisis integral del impacto del crimen en Huaura, uno que no solo identifique a las personas directamente afectadas, sino también a las comunidades y sectores económicos que, aunque no siempre visibles, sufren las consecuencias indirectas de la criminalidad. La comprensión de este entramado social es crucial para el desarrollo de políticas públicas efectivas que aborden tanto las causas estructurales de la delincuencia como sus efectos devastadores en la vida de los ciudadanos. Solo con un enfoque inclusivo y adaptado a las realidades locales será posible

mitigar los impactos del crimen y promover un entorno más seguro y justo para toda la provincia.

#### **Delimitación temporal**

La presente investigación se desarrollará durante un periodo específico que abarca desde agosto hasta diciembre del año 2022. Este marco temporal ha sido cuidadosamente seleccionado para permitir una recopilación exhaustiva de datos y un análisis en profundidad de las tendencias delictivas en la provincia de Huaura. Durante estos cinco meses, se prevé que las condiciones socioeconómicas y los patrones delictivos puedan ofrecer información relevante para el desarrollo del modelo predictivo propuesto. La elección de este intervalo no es arbitraria, sino que responde a la necesidad de obtener un panorama suficientemente amplio para captar las fluctuaciones estacionales del comportamiento criminal, así como para evaluar el impacto de factores coyunturales que puedan influir en las dinámicas delictivas de la región.

Este periodo abarca meses clave en términos de variabilidad social y económica, lo que permite observar posibles correlaciones entre la actividad criminal y las variables que afectan el comportamiento de la población, tales como el desempleo, la migración interna o el ciclo académico. Asimismo, el análisis temporal facilita la identificación de patrones delictivos repetitivos o excepcionales, fundamentales para la validación y ajuste de los modelos matemáticos que se emplearán en la investigación. En este sentido, agosto y diciembre ofrecen puntos de referencia cruciales, dado que marcan el inicio y cierre del año académico, las festividades y otros eventos que pueden alterar los índices de criminalidad en la región.

Al acotar la investigación a este intervalo, se garantiza que los resultados obtenidos serán representativos de las dinámicas anuales de la provincia, permitiendo al mismo tiempo



que las conclusiones derivadas puedan ser extrapoladas con mayor precisión a otros contextos temporales.

#### 1.6. Viabilidad del estudio

El presente libro de investigación no solo cumple con los estándares académicos establecidos por la unidad de grados y títulos de la Facultad de Ciencias, sino que también supera los requisitos tradicionales al abordar de manera exhaustiva el comportamiento de la nueva generación frente a la aceptación de productos o servicios innovadores. La viabilidad del estudio se fundamenta en su enfoque multidimensional, que no solo tiene en cuenta factores demográficos y de mercado, sino que también pone un énfasis particular en el rol de los medios y canales de comunicación en la formación de percepciones y decisiones de consumo.

En un contexto cada vez más digitalizado, los medios de comunicación y las plataformas interactivas han adquirido un papel central en la manera en que las nuevas generaciones interactúan con los productos y servicios. A través de este estudio, ha sido posible observar cómo los canales de comunicación no son simplemente vehículos para transmitir información, sino también espacios donde se construyen identidades y expectativas en torno a las marcas y los productos. Este entendimiento profundo de las dinámicas comunicacionales permite que el estudio no solo sea relevante para el ámbito académico, sino que también ofrezca aplicaciones prácticas para las empresas que buscan sintonizar con los valores y preferencias de los consumidores contemporáneos.

Adicionalmente, la investigación ha demostrado que la viabilidad del estudio está respaldada por un enfoque metodológico sólido, que incluye tanto herramientas cuantitativas como cualitativas. Esto ha permitido obtener una visión holística de las tendencias de consumo, evaluando no solo la aceptación inmediata de los productos o servicios, sino

también las expectativas y demandas a largo plazo de esta nueva generación. Así, la investigación se convierte en un puente entre la teoría y la práctica, ofreciendo conclusiones que pueden ser implementadas para optimizar las estrategias de marketing y comunicación en un entorno en constante evolución.

En definitiva, la viabilidad de este estudio no solo se refleja en su cumplimiento de los estándares académicos, sino también en su capacidad para generar conocimientos aplicables, alineando la investigación con las necesidades del mercado actual y anticipando las tendencias que moldearán el comportamiento del consumidor en los años venideros.

# CAPITULO II

## ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DELINCUENCIAL

El análisis y la predicción del comportamiento delictivo requieren una sólida comprensión de las bases teóricas y metodológicas que sustentan tanto la criminología como las matemáticas aplicadas. En el segundo capítulo de *Anticipando el Crimen: Modelos Matemáticos para la Proyección del Comportamiento Delincuencial en la Provincia de Huaura*, se exploran las teorías criminológicas fundamentales y los modelos matemáticos que han sido empleados para comprender y predecir patrones delictivos.

Este capítulo tiene como objetivo conectar las teorías tradicionales del comportamiento criminal con los métodos matemáticos contemporáneos. Al abordar el crimen como un fenómeno que puede ser modelado y proyectado, resulta fundamental revisar las teorías criminológicas que explican por qué ocurren los delitos. Entre las teorías más relevantes están el *racionalismo criminal*, que sugiere que los delincuentes toman decisiones basadas en un cálculo racional de riesgos y beneficios, y la *teoría de las actividades rutinarias*, que propone que el crimen es el resultado de la convergencia en tiempo y espacio de un delincuente motivado, un objetivo vulnerable y la ausencia de guardianes efectivos.

En cuanto a los modelos matemáticos, este capítulo presenta un enfoque detallado sobre cómo el análisis estadístico, la teoría de probabilidad y los algoritmos predictivos pueden ayudar a anticipar comportamientos delictivos. Los modelos de regresión y series temporales, por ejemplo, han sido utilizados durante décadas para proyectar tendencias delictivas en función de variables socioeconómicas y demográficas. Sin embargo, los avances recientes en la ciencia de datos han permitido el desarrollo de técnicas más sofisticadas, como

el *machine learning* y los modelos espacio-temporales, que permiten una predicción más precisa al integrar datos geográficos y temporales de manera dinámica.

El capítulo también explora cómo la combinación de modelos criminológicos y matemáticos puede aportar una nueva perspectiva a la predicción del crimen. Las teorías sociales del crimen ayudan a identificar las variables clave que deben incluirse en los modelos, como la pobreza, el desempleo, la desigualdad y los niveles educativos, mientras que los modelos matemáticos aportan la capacidad para cuantificar y proyectar la influencia de estas variables. Además, se revisan algunos estudios de casos en los que estas metodologías han sido aplicadas con éxito en otras jurisdicciones, lo que ofrece un punto de referencia para su implementación en la provincia de Huaura.

De esta manera, este capítulo establece el puente entre las teorías criminológicas clásicas y los métodos cuantitativos modernos, proporcionando al lector las herramientas necesarias para comprender cómo es posible predecir patrones delictivos con un alto grado de precisión. Esta combinación teórica y técnica permite no solo entender el fenómeno del crimen, sino también anticiparlo, lo que resulta crucial para diseñar políticas públicas de seguridad más efectivas.

## 2.1. Definición y Características del Comportamiento Delincuencial

La Teoría del Autocontrol plantea que la inseguridad pública es el resultado de procesos ambientales, grupales y cognitivo-perceptuales a través de los cuales los hechos de violencia, crimen o delictivos inciden en el comportamiento humano (Nordenstedt, H. & Ivanisevic, J. , 2010).

La percepción es un proceso psicológico básico, en tanto subsistema de procesamiento de información. La percepción está incluida en un ciclo de doce etapas a partir de la sensación de un acontecimiento, la señal del evento, el proceso perceptivo-comparativo,

el referenciación de los símbolos, errores de apreciación-atribución, almacenamiento de efectos, sentido de uncausalidad, disturbios ambientales y retroalimentación con otros sistemas (Pando, M., Aranda, C. y Olivares, D. , 2012).

Si la percepción es un instrumento cognitivo para intercambiar información con el entorno, la inseguridad pública será el resultado de dicho intercambio informativo entre los sistemas. En el caso de la percepción de inseguridad, seis subsistemas vinculados entre sí, Puesto que el autocontrol está determinado por: la estructura social, los factores biológicos, la dinámica familiar, las prácticas parentales, la fe religiosa y la formación escolar. De esta manera, la inseguridad será el resultado del desequilibrio entre estos subsistemas. Es decir, a medida que la fe religiosa se sobrepone a la formación escolar genera un desbalance en la dinámica familiar, las prácticas parentales y la estructuración social. La adquisición de principios morales y normativos deviene en un autocontrol sesgado a los dogmas religiosos o educativos. El quebrantamiento de tales límites, ejercerá una presión sobre la cognición humana y las acciones personales (Taguenca, 2012).

En la primera etapa, el autocontrol tendría su origen en creencias, normas, actitudes, percepciones y motivaciones en torno a un evento de inseguridad. Se trata de una etapa en la que los individuos observan un hecho delictivo, agresivo o violento, pero al parecer solo registran el acontecimiento en pequeñas partes de imágenes, tiempos y movimientos de forma espontánea, sin la existencia de alguna presión de por medio. Las personas se limitan a reproducir y recrear los acontecimientos una vez que estos han ocurrido o están por acontecer (Tena, 2010).

En esta etapa de procesamiento de la información, los individuos que han sufrido los acontecimientos de inseguridad se muestran cautos y expectantes ante los cambios intempestivos. Cada individuo, a partir de sucesos que espera se lleven a cabo, procesa

información de tal modo que toma una serie de decisiones las cuales le permitirán afrontar deliberadamente una amenaza o peligro (Torres, 2013).

No obstante, una consecuencia de la relación entre los hechos de inseguridad y los procesos de autocontrol es la minimización o maximización de acontecimientos que llevan a la inacción o indefensión. Es decir, la vida sedentaria sería una consecuencia de altas expectativas de autocontrol de la inseguridad. O bien, un efecto de expectativas bajas de autocontrol con respecto a los acontecimientos de inseguridad en el presente o en el futuro (Uvalle, 2011).

A menudo, las teorías son representadas por modelos desde los cuales es posible observar ciclos de desarrollo de problemáticas, cogniciones o comportamientos. En el caso de la inseguridad, los acontecimientos son conceptuados como disturbios que afectarán la ejecución de acciones con respecto a las expectativas de inseguridad. Una vez que la información es transferida y comparada, los individuos llevan a cabo acciones que reactivarán el ciclo de la inseguridad desde la óptica del autocontrol (Van Bamereld, H., Rodríguez, B. y Robles, E. , 2012).

Piénsese en la vigilancia policíaca como un atenuante de la inseguridad pública. A medida que las personas consideran la vigilancia continua de la policía como garante de la seguridad al disminuir los hechos de violencia, al mismo tiempo incrementan sus percepciones de inseguridad porque su propio autocontrol de los acontecimientos como ciudadanía estaría sustentado en las rondas de vigilancia del policía de barrio (Zambrano, 2014).

En contraste, la cobertura mediática, al ajustar sus contenidos a los niveles de rating, podría influir en la minimización o maximización de la inseguridad. Una vez que las personas se han enterado por los medios de comunicación que la inseguridad es cada vez menos o

más frecuente, los niveles de autocontrol individual se verían determinados por el contenido de las noticias o notas de prensa policíaca (Zúñiga, 2011).

Sin embargo, existen otros factores de orden socioeconómico, educativo o demográfico que también estarían influyendo en las acciones que indican el autocontrol respecto a la inseguridad. Precisamente, el objetivo del presente estudio es establecer las relaciones causales entre sexo, edad, ingreso, estado civil, religión, vigilancia continua, cobertura mediática y percepción de inseguridad. Los hechos de inseguridad pública, en tanto señales de autocontrol son mensurables, predecibles y comparables, son evidencia de relaciones entre variables personales, ambientales o grupales que al interactuar explican las situaciones de inseguridad desde el punto de vista y la opinión de quienes han experimentado amenazas, asaltos, agresiones o cualquier otro hecho fuera de sus posibilidades de representación, estimación o reacción (Torres, 2013).

Los estudios psicológicos de la inseguridad muestran que el autocontrol es el determinante del afrontamiento de la inseguridad pública. En este sentido, las variables que determinan el autocontrol estarían vinculadas indirectamente con los acontecimientos de inseguridad. En el caso del factor mediático, la cobertura de los hechos por parte de los medios sería una variable a considerar ya que sus efectos de contextualización, encuadre, enmarcado o intensificación podrían incrementar o disminuir significativamente la percepción de seguridad personal o familiar. En el presente estudio, se consideró el análisis de las relaciones existentes entre que las percepciones sean mediáticas, observadas o inclusivas a la dinámica cotidiana de las personas, sus familias o barrios con respecto a los hechos de inseguridad pública. La Teoría del Autocontrol (TAC) ha dominado la escena de los estudios criminológicos (Cruz, 2015).

En este sentido, el bajo autocontrol se refiere a un conjunto de rasgos de insensibilidad, impulsividad e irresponsabilidad persistentes en la vida personal que hacen

más proclive a un individuo al delito. Este principio no solo explica el comportamiento criminal sino también el comportamiento de la víctima. Es decir, la comisión de un delito está relacionado con autocontroles bajos tanto en el criminal como en su víctima quien muestra un bajo autocontrol al sistemáticamente buscar experiencias de riesgo y aventura que lo hacen vulnerable a los delincuentes por su proceder imprudente o no preventivo del delito (Harvey, J. y Muños, L., 2013).

El estado del arte ha establecido asociaciones entre el miedo, la indignación, el menosprecio, la imprudencia y los delitos. En otras palabras, es más probable la ejecución de un delito por parte de una persona emocionalmente inestable. Los delitos implican la combinación de personalidades con bajo control de sus emociones que los llevan a asumir riesgos. A menudo, estas personalidades, la del delincuente y la de la víctima, improvisan sus actos porque los llevan a cabo a partir de heurísticos que les impiden visualizar las consecuencias de sus actos (Gazca, E. y Olvera, J., 2011).

## 2.2. Tipologías Delincuenciales en la Provincia de Huaura

Para abordar de manera eficiente la problemática delincidencial en la provincia de Huaura, es crucial identificar y comprender las distintas tipologías delictivas que predominan en esta región. Este análisis no solo permite reconocer los patrones actuales de criminalidad, sino que también proporciona la base para proyectar tendencias futuras, a fin de anticipar comportamientos delictivos y diseñar estrategias preventivas más efectivas. A continuación, se detallan las principales manifestaciones de la delincuencia en Huaura, sustentadas en estudios criminológicos, datos estadísticos y reportes de las autoridades locales.

### 2.2.1. Delincuencia Común

La delincuencia común engloba aquellos delitos que suelen ejecutarse de manera espontánea, sin planificación compleja ni la participación de organizaciones criminales



estructuradas. Estos actos, mayormente motivados por necesidades económicas inmediatas o por la oportunidad que se presenta en un contexto específico, tienen un impacto significativo en la seguridad ciudadana. Dentro de esta categoría destacan:

- **Robo y hurto:** Constituyen las manifestaciones más prevalentes de la delincuencia común en Huaura. Los robos, que a menudo involucran el uso de violencia o intimidación, y los hurtos, que se caracterizan por la sustracción de bienes sin confrontación directa, afectan tanto a individuos como a comercios. Zonas comerciales densamente pobladas, como el distrito de Huacho, son escenarios frecuentes de estos delitos. En particular, el robo de celulares, carteras y bienes de alto valor son un problema constante en áreas de alta concurrencia.
- **Vandalismo:** El vandalismo, si bien es considerado un delito menor en comparación con el robo, tiene implicaciones importantes en términos de percepción de seguridad. La destrucción o deterioro de la propiedad pública y privada, a menudo perpetrada por grupos de jóvenes, no solo afecta la infraestructura de la provincia, sino que también incrementa la sensación de inseguridad entre los residentes. Los espacios públicos como parques y plazas son los más vulnerables a este tipo de actos.

#### 2.2.2. Delincuencia Organizada

A diferencia de los crímenes esporádicos de la delincuencia común, la delincuencia organizada opera bajo estructuras bien definidas, con jerarquías y roles establecidos. Estas organizaciones llevan a cabo actividades delictivas complejas que requieren planificación, coordinación y, en muchos casos, conexiones con redes criminales más amplias. En Huaura, dos de las formas más preocupantes de delincuencia organizada son:

- **Tráfico de drogas:** La proximidad geográfica de Huaura a las rutas que conectan con Lima y otras regiones del país ha favorecido la instalación de redes de tráfico de

drogas. Bandas locales se encargan de la distribución de sustancias ilícitas tanto a nivel local como hacia otras ciudades. Las operaciones de estas bandas suelen involucrar varios eslabones de la cadena delictiva, desde la producción hasta la distribución al por menor, lo que complica los esfuerzos de las autoridades para dismantelar estas estructuras.

- **Extorsión:** La extorsión es otra manifestación de la delincuencia organizada que ha ganado terreno en Huaura. Las bandas delictivas extorsionan a comerciantes, empresarios y hasta a pequeños emprendedores, exigiendo pagos periódicos a cambio de "protección". Este tipo de delito no solo afecta la economía local, sino que también genera un ambiente de temor en las zonas urbanas, especialmente en sectores comerciales y empresariales.

### 2.2.3. Delitos Violentos

Los delitos violentos, aquellos que implican agresión física o amenazas graves, han experimentado un incremento en los últimos años en Huaura, reflejando una tendencia preocupante en la provincia. Entre las formas más comunes de violencia destacan:

- **Homicidios:** Si bien la tasa de homicidios en Huaura es relativamente baja en comparación con otras zonas del país, cada caso tiene un fuerte impacto en la comunidad. La mayoría de los homicidios registrados están vinculados a disputas entre bandas criminales o ajustes de cuentas, aunque también se han documentado casos relacionados con conflictos personales o familiares.
- **Violencia familiar:** La violencia doméstica representa una forma de criminalidad que, aunque se desarrolla en el ámbito privado, tiene graves consecuencias sociales. En Huaura, los casos de violencia familiar, y en particular de feminicidio, han aumentado en los últimos años, reflejando una crisis que afecta no solo a las víctimas

directas, sino también a las comunidades en las que se desenvuelven. Factores como la precariedad económica, el consumo de alcohol y drogas, y la falta de acceso a mecanismos efectivos de protección contribuyen a la perpetuación de este tipo de delitos.

#### 2.2.4. Delitos Informáticos

Con el advenimiento de las nuevas tecnologías y el creciente acceso a internet en la provincia, han surgido nuevas formas de criminalidad que aprovechan las vulnerabilidades del entorno digital. Los delitos informáticos han ganado relevancia en Huaura, y entre los más destacados se encuentran:

- **Fraude electrónico:** El fraude a través de plataformas digitales es una práctica cada vez más común. Los delincuentes utilizan técnicas como el phishing para obtener información personal o financiera de sus víctimas, lo que les permite acceder a cuentas bancarias, realizar compras no autorizadas o cometer otras formas de fraude. Este tipo de delito afecta tanto a individuos como a empresas, generando desconfianza en el uso de tecnologías digitales.
- **Ciberacoso:** Otra manifestación delictiva que ha aumentado con la expansión del uso de internet es el ciberacoso. Jóvenes y adolescentes son las principales víctimas de esta forma de agresión, que incluye el envío de mensajes amenazantes o la difusión de información personal sin consentimiento. Los efectos del ciberacoso son profundamente dañinos, ya que impactan el bienestar emocional y psicológico de las víctimas.

#### 2.2.5. Corrupción

La corrupción, aunque no es una tipología delictiva que afecte directamente a la seguridad ciudadana en el corto plazo, tiene implicaciones a largo plazo en la percepción de la justicia y el estado de derecho en Huaura. Los actos de corrupción, como el soborno a funcionarios públicos o la malversación de fondos, socavan los esfuerzos de las autoridades para combatir otros tipos de criminalidad. Además, generan un clima de desconfianza entre la población, que percibe a las instituciones encargadas de velar por su seguridad como ineficaces o cómplices de la delincuencia.

El panorama delictivo en Huaura es complejo y está compuesto por una variedad de tipologías que interactúan entre sí, afectando la seguridad y el bienestar de la población. La identificación detallada de estas tipologías es esencial para la construcción de modelos matemáticos que permitan prever el comportamiento delictivo y diseñar intervenciones preventivas más eficientes. Solo mediante una comprensión integral de las formas de criminalidad presentes en la provincia se podrán implementar estrategias que no solo respondan a las manifestaciones actuales del crimen, sino que también anticipen su evolución futura.

#### 2.3. Factores Socioeconómicos, Culturales y Geográficos

La comprensión del comportamiento delictivo en la provincia de Huaura exige un análisis profundo y matizado de los factores socioeconómicos, culturales y geográficos que interactúan y moldean la dinámica criminal en este territorio. Estos elementos, lejos de ser meros datos estadísticos, son piezas fundamentales en la configuración de patrones delictivos que, observados en su conjunto, permiten desentrañar las razones que subyacen al aumento o disminución de la delincuencia en determinadas áreas. Esta sección explorará cómo cada uno de estos factores influye en la realidad criminal de Huaura, proporcionando una visión

integral para la construcción de modelos matemáticos que anticipen el comportamiento delictivo.

#### 2.3.1. Factores Socioeconómicos

El tejido socioeconómico de una comunidad es una ventana abierta al entendimiento del porqué de ciertos comportamientos delictivos. En el caso de Huaura, las desigualdades marcadas en términos de acceso a recursos económicos, educativos y laborales crean un caldo de cultivo propicio para el desarrollo de actividades ilícitas. La brecha entre los sectores económicamente activos y aquellos marginados por la pobreza es notoria, y esta condición de desigualdad frecuentemente deriva en frustración, resentimiento y la búsqueda de alternativas ilegales para la supervivencia.

El desempleo juvenil es una preocupación alarmante en la provincia, donde un sector significativo de la población joven enfrenta barreras para integrarse al mercado laboral formal. Esta situación empuja a muchos a buscar salidas alternativas, algunas de ellas fuera del marco legal, como el tráfico de drogas, el robo y otras formas de criminalidad. A este panorama se suman la informalidad y la falta de redes de apoyo social que agravan la situación, aumentando la vulnerabilidad de las comunidades más pobres.

Por otro lado, los datos demográficos y económicos sugieren que las áreas con mayores índices de pobreza y exclusión social tienden a experimentar más delitos violentos, lo que refuerza la correlación entre el entorno socioeconómico y la criminalidad. En este sentido, la falta de acceso a servicios básicos como salud y educación no solo debilita el tejido social, sino que también aumenta la propensión a que ciertas zonas de la provincia se conviertan en puntos críticos de delincuencia, especialmente en los sectores periurbanos y rurales.

#### 2.3.2. Factores Culturales

El análisis cultural ofrece una perspectiva indispensable para entender la conducta delictiva en Huaura. Las prácticas, creencias y normas culturales de una región influyen directamente en la forma en que se conceptualiza el delito y la justicia. Huaura, con su diversidad cultural y rica tradición, presenta dinámicas sociales en las que las costumbres comunitarias a menudo se superponen al marco legal formal. En algunas áreas rurales, por ejemplo, la resolución de conflictos tiende a gestionarse a través de métodos informales, como la justicia comunal o las represalias personales, lo que puede conducir a escaladas de violencia o a la aceptación social de ciertos tipos de delito.

La influencia cultural también se manifiesta en las percepciones y roles de género, que impactan de manera significativa en los índices de criminalidad. Las estructuras patriarcales arraigadas en muchas comunidades locales refuerzan la violencia de género, incrementando los casos de feminicidio, violencia doméstica y abuso. En este sentido, la cultura del machismo no solo normaliza ciertas actitudes violentas, sino que dificulta la denuncia y el acceso a la justicia para las víctimas.

Además, es importante destacar que las creencias culturales también influyen en la relación de la población con las autoridades. En comunidades donde prevalece la desconfianza hacia las instituciones estatales, los delitos tienden a no ser denunciados, lo que perpetúa una cultura de impunidad. Este fenómeno es especialmente visible en zonas rurales donde la distancia física y simbólica entre las instituciones del Estado y las comunidades contribuye a la falta de intervención oficial frente a delitos como el abigeato o el contrabando.

#### 2.3.3. Factores Geográficos

La geografía de Huaura ofrece un escenario único que complica y, en algunos casos, facilita la actividad delictiva. La provincia presenta una diversidad geográfica que incluye áreas

urbanas, rurales y costeras, cada una con sus propios desafíos en términos de control y prevención del delito. Las áreas urbanas, como la ciudad de Huacho, concentran los delitos relacionados con la vida urbana, como robos, asaltos y vandalismo. En contraste, las áreas rurales, debido a su lejanía y dificultad de acceso, son el escenario ideal para actividades delictivas menos visibles, como el tráfico de drogas, el contrabando y el robo de ganado.

La proximidad de Huaura a Lima y su ubicación estratégica en el corredor que conecta la capital con el norte del país hacen de esta provincia un punto clave para el transporte tanto de bienes legales como ilegales. Las principales rutas comerciales, que cruzan la provincia, son utilizadas no solo por comerciantes, sino también por delincuentes que aprovechan la vasta red de carreteras y caminos secundarios para movilizar contrabando y sustancias ilícitas.

Los accidentes geográficos, como los valles y los ríos, también desempeñan un rol importante, ya que pueden actuar como barreras naturales que dificultan el acceso de las fuerzas del orden. Al mismo tiempo, estas zonas remotas se convierten en refugios seguros para quienes buscan evadir la justicia. La falta de infraestructura adecuada y la limitada presencia estatal en muchas de estas áreas contribuyen a que ciertos delitos se perpetúen sin intervención significativa.

Los factores socioeconómicos, culturales y geográficos se entrelazan de manera compleja, dando forma a un escenario delictivo multifacético en la provincia de Huaura. Su análisis detallado es esencial para la elaboración de modelos matemáticos que permitan predecir con mayor precisión la ocurrencia y la distribución de los delitos. Estos modelos, que incorporan variables como el desempleo, la cultura local y la geografía, ofrecen una herramienta poderosa para anticipar la dinámica delictiva en diferentes partes de la provincia. Al considerar estos factores, se garantiza que las proyecciones no solo se basen en patrones

estadísticos, sino también en una comprensión profunda de la realidad social y territorial de Huaura.

#### 2.4. Análisis Espacial del Crimen: Teorías de Hotspots

El análisis espacial del crimen se ha consolidado como una herramienta imprescindible para comprender la distribución y concentración de eventos delictivos en áreas geográficas concretas. Entre los enfoques más influyentes y aplicados dentro de este campo, destaca el concepto de **hotspots** o puntos calientes. Estos son áreas delimitadas donde la incidencia criminal es notoriamente más alta en comparación con otras zonas, revelando patrones que pueden estar profundamente arraigados en factores socioeconómicos, ambientales o incluso relacionados con el diseño urbano.

##### 2.4.1. Definición de Hotspots

Un **hotspot** puede describirse como un área geográfica claramente identificable, donde la tasa de criminalidad excede el promedio circundante de forma sustancial y recurrente. Estos puntos calientes no se limitan a grandes extensiones de terreno; por el contrario, pueden ser pequeños sectores, como una esquina transitada, una plaza pública, o una zona comercial específica. Lo que distingue a un **hotspot** es la frecuencia y densidad inusualmente altas de actividad criminal concentrada en un espacio reducido. Estos patrones de comportamiento delictivo no son casuales ni aleatorios, sino que responden a una serie de factores que convergen para propiciar un entorno propicio para la delincuencia.

Este fenómeno ha sido clave en la elaboración de políticas de seguridad pública, ya que la identificación y estudio de los **hotspots** permite a las fuerzas del orden optimizar el uso de recursos, diseñar estrategias de intervención más eficaces, y desarrollar enfoques preventivos ajustados a las particularidades de cada área.



### 2.4.2. Principales Teorías de Hotspots

Diversas teorías criminológicas han buscado explicar por qué ciertos lugares se convierten en puntos focales de actividad criminal, y cómo estas zonas evolucionan con el tiempo. A continuación, se detallan las teorías más relevantes que aportan perspectivas complementarias para el entendimiento de los **hotspots**.

#### 1. Teoría de las Actividades Rutinarias

Esta teoría, formulada por Cohen y Felson en 1979, postula que el crimen no es un evento espontáneo, sino el resultado de la convergencia de tres elementos fundamentales: un delincuente motivado, un objetivo vulnerable o propicio, y la ausencia de un guardián efectivo. Los **hotspots** emergen en aquellos lugares donde estas condiciones se dan con regularidad. En el contexto de la provincia de Huaura, los espacios con alta actividad comercial, baja vigilancia policial o una afluencia constante de personas pueden convertirse en zonas calientes al ofrecer una combinación óptima de oportunidades para el delito.

#### 2. Teoría de los Lugares del Crimen (Crime Pattern Theory)

Propuesta por Brantingham y Brantingham en 1984, esta teoría sugiere que los delincuentes actúan dentro de áreas que conocen bien, típicamente en los alrededores de sus rutas diarias, como el trabajo, el hogar o lugares de ocio. Los **hotspots** son una manifestación de los patrones de movimiento de los delincuentes, quienes aprovechan la familiaridad con el entorno para cometer crímenes. En Huaura, las rutas que conectan áreas residenciales con zonas comerciales o de entretenimiento son lugares donde podrían desarrollarse estos puntos calientes debido al tránsito constante y a la oportunidad que ofrecen para actividades ilícitas.

#### 3. Teoría de la Desorganización Social

Esta teoría, inicialmente planteada por Shaw y McKay en 1942, sostiene que las áreas que padecen una alta inestabilidad social y económica tienden a exhibir mayores niveles de criminalidad. Factores como el desempleo, la pobreza, la disolución de las redes comunitarias

y una elevada movilidad poblacional crean un caldo de cultivo ideal para la actividad delictiva. En la provincia de Huaura, es probable que barrios afectados por la marginalidad y la falta de oportunidades económicas presenten una mayor concentración de **hotspots**. La descomposición del tejido social local dificulta la cohesión y la vigilancia comunitaria, lo que favorece la proliferación de delitos.

#### 4. Teoría del Crimen Ambiental

Desarrollada en gran parte por Paul J. Brantingham, esta teoría se enfoca en cómo el entorno físico contribuye a la concentración delictiva. Los **hotspots** no solo se generan por factores sociales, sino también por la disposición y características físicas del entorno urbano. Aspectos como una pobre iluminación, la falta de visibilidad o áreas propensas al ocultamiento —como callejones estrechos o edificios abandonados— pueden incrementar la oportunidad para el delito. En Huaura, como en muchas otras ciudades, la infraestructura urbana juega un papel crucial en la configuración de estos puntos calientes, y las intervenciones físicas como la mejora del alumbrado público o la apertura de espacios comunitarios pueden tener un impacto directo en la reducción del crimen.

##### 2.4.3. Herramientas para la Identificación de Hotspots

La identificación precisa de los **hotspots** ha sido posible gracias al uso de herramientas tecnológicas avanzadas, especialmente los **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**. Estas herramientas permiten mapear el crimen en tiempo real y visualizar con exactitud las áreas de mayor concentración delictiva. Los principales métodos utilizados para el análisis de **hotspots** incluyen:

- **Mapas de Kernel Density:** Estos mapas proporcionan una representación visual de la densidad del crimen en un área específica, calculando la concentración de eventos

delictivos en relación con el espacio geográfico. Esta técnica resulta especialmente útil para visualizar áreas que presentan una acumulación significativa de delitos.

- **Análisis Espacio-Temporal:** Este método se enfoca en analizar tanto la localización geográfica como los patrones temporales del crimen. Al integrar ambas dimensiones, se pueden identificar los momentos del día o del año en los que ciertas zonas son más vulnerables a la criminalidad. En Huaura, este análisis puede revelar fluctuaciones en la actividad criminal vinculadas a eventos estacionales o festivos.
- **Clustering Algorítmico:** Algoritmos como **K-means** y **DBSCAN** se utilizan para agrupar los delitos en función de su proximidad geográfica. Estos métodos son útiles para definir con mayor precisión los límites de un **hotspot** y para detectar patrones emergentes de actividad criminal.

#### 2.4.4. Implicaciones para la Provincia de Huaura

En la provincia de Huaura, el análisis espacial del crimen, basado en las teorías de **hotspots**, ofrece una oportunidad única para mejorar las políticas de seguridad pública. La identificación precisa de estos puntos críticos permitirá a las autoridades locales asignar recursos de manera más eficiente, focalizar la intervención policial, y diseñar estrategias preventivas adaptadas a las características específicas de cada área.

La aplicación de modelos matemáticos, combinada con el análisis espacial, no solo facilitará la predicción de comportamientos delictivos, sino que también puede contribuir a una planificación urbana más segura y cohesionada. Por ejemplo, intervenciones físicas como la mejora del alumbrado público en zonas críticas, el desarrollo de programas comunitarios en barrios marginales, y el refuerzo de la presencia policial en los momentos y lugares más vulnerables son estrategias que podrían reducir significativamente la incidencia de delitos en los **hotspots**.

De esta manera, el estudio detallado de los **hotspots** en Huaura permitirá a las autoridades anticipar patrones delictivos y tomar decisiones informadas que fortalezcan la seguridad pública, mitigando el impacto del crimen en la calidad de vida de sus ciudadanos.

# CAPITULO III

## BASES TEÓRICAS PARA LA PREDICCIÓN DEL CRIMEN

La predicción del crimen constituye un área de estudio interdisciplinaria que integra enfoques teóricos, herramientas matemáticas y análisis empíricos para anticipar el comportamiento delictivo. En este capítulo, se presentarán las bases conceptuales necesarias para comprender cómo los diversos factores sociales, económicos, espaciales y temporales se combinan para formar patrones de delincuencia que pueden ser utilizados para proyectar futuras ocurrencias delictivas. A través de un análisis detallado, se explorarán investigaciones tanto nacionales como internacionales que han avanzado en el uso de modelos predictivos, así como una evaluación crítica de su eficacia y aplicabilidad en diferentes contextos.

El presente capítulo se estructura en seis secciones. En la primera, se revisarán los **Fundamentos Teóricos de la Predicción Criminal**, exponiendo las principales teorías criminológicas que explican el comportamiento delictivo desde una perspectiva histórica y contemporánea. A continuación, se realizará una **Revisión de Modelos Matemáticos Aplicados al Comportamiento Delincuencial**, donde se desglosarán las diversas metodologías y algoritmos empleados en la predicción del crimen, destacando su utilidad y limitaciones en distintos escenarios.

Posteriormente, se analizarán las **Investigaciones Internacionales Relevantes**, examinando estudios desarrollados en contextos avanzados que han implementado estos modelos con resultados notables, y su influencia en la mejora de las políticas de seguridad pública. Seguido de ello, se presentarán las **Investigaciones Nacionales Relacionadas**, donde se hará un repaso de los estudios más recientes y relevantes en el contexto peruano y

latinoamericano, considerando las particularidades de la región y los desafíos para adaptar los enfoques internacionales a la realidad local.

El capítulo también incluirá un **Análisis Crítico de los Estudios Preexistentes**, que proporcionará una evaluación detallada de las fortalezas y debilidades de las investigaciones analizadas, lo cual servirá de base para refinar los modelos actuales y proponer mejoras. Finalmente, se concluirá con la **Hipótesis de Investigación**, que delineará las principales proposiciones del presente estudio en función de los hallazgos teóricos y empíricos previamente discutidos, orientando así las preguntas clave que se abordarán en los siguientes capítulos del trabajo.

### **3.1. Fundamentos Teóricos de la Predicción Criminal**

La predicción criminal se sustenta en la premisa de que el crimen, lejos de ser un fenómeno puramente aleatorio, sigue patrones detectables que responden a factores sociales, económicos y geográficos. Comprender y anticipar el comportamiento delictivo requiere una profunda inmersión en varias teorías que ofrecen explicaciones tanto del entorno como de la lógica detrás de las decisiones de quienes cometen delitos. En esta sección, se exploran las teorías fundamentales que sustentan los modelos matemáticos y las técnicas analíticas utilizadas para proyectar y prever la incidencia criminal.

#### **3.1.1. Teoría Racional de la Elección**

La **teoría de la elección racional**, nacida en el ámbito económico y posteriormente adaptada al campo de la criminología, propone que el delito es el resultado de un cálculo consciente y racional por parte del delincuente. Este enfoque, formalizado por Cornish y Clarke en 1986, establece que los delincuentes valoran los riesgos y recompensas antes de actuar. Al evaluar la posibilidad de éxito frente al riesgo de ser capturados o castigados, un delincuente realiza un análisis racional que influye en su decisión final.

Desde un punto de vista matemático, esta teoría se modela mediante funciones de utilidad, donde se asignan valores a las diferentes alternativas que un delincuente podría contemplar. Esta metodología es especialmente adecuada para explicar crímenes que requieren una planificación previa, como el robo o el fraude. Dichos crímenes son sensibles a cambios en las variables del entorno, como el nivel de vigilancia policial o el valor del bien a robar, lo cual hace de este enfoque una herramienta vital en la proyección del crimen.

#### 3.1.2. Teoría de la Actividad Rutinaria

La **teoría de la actividad rutinaria**, formulada por Cohen y Felson en 1979, introduce un enfoque basado en la convergencia de tres elementos clave para que se cometa un delito: un delincuente motivado, una víctima o blanco vulnerable, y la ausencia de un guardián o mecanismo disuasivo efectivo. A diferencia de la teoría de la elección racional, que se enfoca en la motivación individual del delincuente, la teoría de la actividad rutinaria se centra en las circunstancias externas que facilitan o dificultan la perpetración del delito.

Esta teoría ha sido clave para comprender cómo el tiempo y el espacio influyen en la oportunidad de cometer crímenes. A través de herramientas como el **análisis de redes espaciales** y los **modelos de autocorrelación espacial**, se puede determinar cómo las actividades diarias de la población, como la movilidad y las interacciones sociales, crean condiciones propicias para el delito. Los mapas de hotspots, que identifican áreas geográficas de alta concentración delictiva, son una aplicación directa de esta teoría y permiten a las autoridades priorizar sus esfuerzos de vigilancia en áreas críticas.

#### 3.1.3. Teorías de Desorden Social y Control Social

La **teoría del desorden social** plantea que el entorno físico y social de un vecindario influye directamente en su nivel de criminalidad. Sampson y Groves (1989) afirman que en comunidades caracterizadas por la desorganización social —es decir, en áreas donde hay una baja cohesión entre los vecinos y un deterioro físico evidente—, el crimen tiene más

probabilidades de proliferar. La incapacidad de estas comunidades para imponer normas y vigilarse a sí mismas permite que los delitos ocurran con mayor frecuencia.

De forma complementaria, la **teoría del control social**, propuesta por Hirschi en 1969, se enfoca en los lazos sociales que unen a los individuos con la sociedad. Según esta perspectiva, cuando estos lazos se debilitan, el control sobre el comportamiento delictivo también disminuye. Instituciones como la familia, la escuela y el trabajo son fundamentales para mantener a los individuos dentro de los límites de la ley. La desintegración de estos lazos reduce la efectividad del control social, permitiendo que el crimen florezca.

En términos de predicción, estas teorías permiten identificar áreas en las que los niveles de cohesión social y el acceso a recursos básicos, como la educación y el empleo, influyen en las tasas de criminalidad. El análisis estadístico multivariado es una herramienta clave en este enfoque, ya que permite examinar cómo las variables socioeconómicas, como la pobreza o el desempleo, afectan los niveles delictivos en determinadas áreas.

#### 3.1.4. Modelos Estocásticos y Procesos de Poisson

Dentro del ámbito matemático, los **modelos estocásticos** son fundamentales para capturar la naturaleza probabilística del crimen. Entre estos, el **proceso de Poisson** es ampliamente utilizado para modelar la ocurrencia de eventos delictivos. Este modelo asume que los crímenes ocurren de manera independiente unos de otros y a una tasa constante en el tiempo, lo que lo convierte en una herramienta valiosa para la predicción en contextos donde la distribución del delito es homogénea.

Sin embargo, las limitaciones del proceso de Poisson en situaciones donde el crimen varía significativamente en el tiempo y el espacio han llevado al desarrollo de versiones más avanzadas, como los **procesos de Poisson no homogéneos**, que permiten modelar cambios en la tasa de ocurrencia del crimen en función de factores externos como la variación de las actividades de la población o la intensificación de la vigilancia policial.



### 3.1.5. Análisis de Series Temporales

El **análisis de series temporales** es una metodología crucial en la predicción de tendencias delictivas, ya que permite estudiar cómo evoluciona la criminalidad a lo largo del tiempo. Las técnicas como los **modelos ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)** y los **modelos de suavización exponencial** permiten analizar datos históricos para identificar patrones temporales en la ocurrencia de delitos, lo cual es fundamental para prever cambios a corto y largo plazo.

Además, esta técnica permite identificar ciclos estacionales en el comportamiento delictivo, así como cambios estructurales que podrían ser indicativos de nuevas tendencias. Al combinar el análisis de series temporales con otros enfoques, como la regresión múltiple, se mejora la capacidad de los modelos para capturar dinámicas complejas que influyen en la criminalidad.

### 3.1.6. Teoría de Juegos Aplicada al Crimen

Finalmente, la **teoría de juegos** ofrece un marco teórico para modelar la interacción estratégica entre delincuentes y fuerzas de seguridad. En este contexto, tanto los criminales como las autoridades actúan como jugadores en un juego en el que cada uno intenta maximizar su ganancia: los delincuentes buscan evitar ser capturados, mientras que la policía se esfuerza por reducir el número de delitos mediante la asignación de recursos.

Uno de los modelos más relevantes en este contexto es el **juego de Stackelberg**, que ha sido aplicado para optimizar la distribución de recursos policiales en áreas de alta criminalidad. Estos modelos permiten anticipar cómo los delincuentes adaptarán sus comportamientos en respuesta a las medidas de seguridad, lo que hace posible diseñar estrategias más efectivas para la prevención del crimen.

Los fundamentos teóricos de la predicción criminal integran un amplio conjunto de enfoques y disciplinas, desde la economía y la sociología hasta las matemáticas y la teoría de

juegos. La correcta comprensión e implementación de estas teorías en modelos predictivos permite no solo identificar patrones en la criminalidad, sino también anticipar y mitigar su impacto. En la Provincia de Huaura, donde los desafíos delictivos presentan matices sociales, económicos y geográficos únicos, la aplicación de estos fundamentos será esencial para el diseño de estrategias de prevención efectivas y la proyección precisa del comportamiento delictivo.

### 3.2. Fundamentos filosóficos

La Filosofía de las Matemáticas se erige como un campo de estudio que examina con detenimiento los fundamentos ontológicos, epistemológicos y metodológicos de las matemáticas. Aunque las matemáticas son reconocidas universalmente como una ciencia fundamental, desempeñando un papel crucial en el ámbito de las ciencias experimentales, la Filosofía de las Matemáticas se distingue como una especialización dentro de la Filosofía de la Ciencia. Esta distinción se debe a la singularidad de los objetos matemáticos—entidades abstractas como los números y las funciones—y al carácter peculiar del conocimiento matemático, que se percibe como inherentemente necesario y a priori. Por ello, la Filosofía de las Matemáticas se configura como una disciplina filosófica independiente, que demanda un análisis particularizado.

Desde los albores de la Filosofía occidental, la reflexión sobre las matemáticas ha ocupado un lugar destacado. Este interés se puede atribuir a al menos tres razones fundamentales. En primer lugar, las matemáticas ejemplifican una serie de distinciones tradicionales en la reflexión filosófica, tales como la oposición entre lo uno y lo múltiple, lo eterno y lo cambiante, y lo inteligible y lo sensible. Estas distinciones ponen de manifiesto la capacidad de las matemáticas para abordar conceptos abstractos y, a la vez, aplicarse a

problemas concretos, ofreciendo una perspectiva única sobre la naturaleza de la realidad y el conocimiento.

En segundo lugar, las matemáticas han sido consideradas, a lo largo de la tradición occidental, como un modelo ejemplar de conocimiento. Los avances en el campo matemático han sido interpretados como progresos significativos en la comprensión general, evidenciando la habilidad de las matemáticas para expandir y profundizar nuestro entendimiento del mundo. Ejemplos históricos relevantes incluyen los "Elementos" de Euclides, que establecieron una base sólida para la geometría, el descubrimiento de los números irracionales e imaginarios, el desarrollo del cálculo diferencial e integral, y la introducción de geometrías no euclidianas. Cada uno de estos logros ha contribuido de manera notable a la evolución del conocimiento matemático y, por extensión, al avance del saber en general.

Por último, el estudio de las matemáticas ha conducido a descubrimientos fundamentales sobre la propia naturaleza de la disciplina. Las posibilidades de formalización, representación y axiomatización en distintas ramas de las matemáticas han proporcionado valiosos conocimientos sobre la estructura y funcionamiento de esta ciencia. Estos desarrollos han permitido una mayor comprensión de cómo las matemáticas pueden auto-reflexionar y auto-definir sus principios y métodos. Así, la Filosofía de las Matemáticas se convierte no solo en un campo de investigación sobre la esencia misma de las matemáticas, sino también en un examen de cómo estos conceptos abstractos se interrelacionan con otras formas de conocimiento y su impacto en la ciencia y la filosofía en general (Cobrerros, 2016).

La Filosofía de las Matemáticas aborda preguntas fundamentales sobre la naturaleza de los conceptos matemáticos, su desarrollo histórico y su relación con otras áreas del conocimiento, constituyendo un campo de estudio esencial para una comprensión profunda del rol de las matemáticas en la ciencia y la filosofía.

### 3.3. Definiciones de términos básicos

- **Adaptación:** Es el proceso de describir el ajuste del fenotipo de un organismo a su ambiente. Esto se llama adaptabilidad, adaptación fisiológica o aclimatación.
- **Condición:** Es la propiedad o naturaleza de las cosas. En el pasado, este término también se usaba para designar el estado que se reconocía en las personas, la calidad del nacimiento, que podía ser de siervo, de libre o de noble, entre otras posibilidades.
- **Denuncia:** Es el acto por el que se comunica a la autoridad competente que existe un hecho que el denunciante considera infracción a las leyes. La legislación de cada país establece cuál es la autoridad ante la cual se debe realizar una denuncia.
- **Frecuencia:** Número de veces que aparece, sucede o se realiza una cosa durante un período o un espacio determinados.
- **Geolocalización:** Proceso que consiste en obtener la ubicación geográfica de un objeto como puede ser un teléfono móvil, un coche o una calle.
- **Impacto:** Es el conjunto de cambios de comportamientos, pensamientos o emociones que aparecen, o se intensifican, como consecuencia de la experiencia de algún tipo de situación que implica una pérdida, un daño o una amenaza intensos, importantes o prolongados.
- **Intervenciones:** En cuanto a la intervención, esta es entendida como la primera interacción entre la Policía y el ciudadano, el efectivo policial se encuentra facultado para intervenir a una persona en la vía pública, las razones de su intervención pueden ser caso de flagrancia delictiva; por orden fiscal o judicial; y para realizar el procedimiento de control de identidad.
- **Parámetros:** Se trata de valores conocidos o controlables del modelo.

- **Predicción:** Es una expresión que anticipa aquello que, supuestamente, va a suceder. Se puede predecir algo a partir de conocimientos científicos, relevaciones de algún tipo, hipótesis o indicios.
- **Relaciones entre las variables:** El modelo establece una determinada relación entre las variables apoyándose en teorías económicas, físicas, químicas, etc.
- **Representaciones simplificadas:** Una de las características esenciales de un modelo matemáticos es la representación de las relaciones entre las variables estudiadas a través de elementos de las matemáticas tales como: funciones, ecuaciones, fórmulas, etc.
- **Restricciones:** Son determinados límites que nos indican que los resultados del análisis son razonables.
- **Variables:** Son los conceptos u objetos que se busca entender o analizar. Sobre todo, con respecto a su relación con otras variables.
- **Zonificación:** Es parte del proceso de ordenamiento territorial. Consiste en definir zonas con un manejo o destino homogéneo que en el futuro serán sometidas a normas de uso a fin de cumplir los objetivos para el área.

### 3.4. Revisión de Modelos Matemáticos Aplicados al Comportamiento Delincuencial

#### 3.4.1. Desarrollo del modelo matemático

Un modelo es una representación matemática simplificada de una realidad compleja. Modelar es la acción de construir un modelo, de encorsetar la realidad. Implica la relación entre dos figuras (no necesariamente encarnadas por personas únicas sino por equipos): el modelador (encargado de la especificación y desarrollo del modelo) y el experto sobre la realidad (conocedor del problema real). La mayoría de las veces, el desarrollo de un modelo puede involucrar a un equipo multidisciplinar compuesto por matemáticos, estadísticos,

ingenieros, economistas, psicólogos, etc. que aportan diferentes perspectivas y conocimiento en la representación de la realidad. Un modelo debe equilibrar la necesidad de contemplar todos los detalles con la factibilidad de encontrar técnicas de solución adecuadas. Un modelo es, en definitiva, una herramienta de ayuda a la toma de decisiones. Por esta razón, sus resultados deben ser inteligibles y útiles. Modelar se puede entender simultáneamente como ciencia y como arte. Es una ciencia pues se basa en un conjunto de procesos estructurados: análisis y detección de las relaciones entre los datos, establecimiento de suposiciones y aproximaciones en la representación de los problemas, desarrollo o uso de algoritmos específicos de solución. Es un arte porque materializa una visión o interpretación de la realidad no siempre de manera unívoca. Cada persona imprime su estilo en el modelo mismo y en la especificación, en el desarrollo y en la documentación. Características tales como elegancia o simplicidad pueden atribuirse a un modelo. El desarrollo de un modelo es una creación hecha con ayuda de ciencias básicas o herramientas de apoyo. Entre los beneficios explícitos o implícitos, tanto para el modelador como para el experto, derivados del proceso de modelado además del modelo en sí mismo, se pueden mencionar: Ayuda a establecer un diálogo con intercambio de información entre el modelador y el experto (Ramos et al., 2010).

### **Regresión de Poisson**

El Modelo de Regresión Poisson (MRP) se deriva a partir de la función de enlace del Modelo Lineal Generalizado (MLG), donde se parametriza la relación entre la media,  $m$ , y las variables predictoras. La idea básica para este modelo es que la información de las variables predictoras ( $X$ ) están relacionadas a la razón o susceptibilidad de la respuesta al incremento o decrecimiento en los conteos ( $Y$ ). (Figueroa, 2005)

El MRP tiene la siguiente forma:

$$\log \mu_i = \eta_i = \beta^T x_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Los tres componentes del Modelo de Regresión Poisson son:

- ✓ **Componente aleatoria:** La variabilidad de Y no explicada por h sigue una distribución de Poisson:

$$\varepsilon \sim \text{Poisson}(\mu)$$

- ✓ **Componente sistemática:** El predictor lineal que expresa la combinación lineal de las variables explicativas y proporciona el valor predicho es:

$$\eta_i = \beta^T x_i$$

- ✓ **Función de enlace:** aquella que relaciona h con m es:

$$g(\mu_i) = \log(\mu_i)$$

Como la respuesta media debe ser positiva, se considera insatisfactorio un modelo aditivo. En cambio, al construirse la relación  $\mu = \exp(\eta)$ , se asegura que  $\mu$  será siempre positivo para cualquier  $\eta$ , por tanto, este tipo de modelo de efectos multiplicativos será el más adecuado. La función de enlace tiene la propiedad de que:

$$\begin{aligned} \mu_i &= \exp\left(\sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j\right) \\ &= e^{x_{i1}\beta_1} \dots e^{x_{ip}\beta_p} \\ &= g^{-1}(x_{i1}\beta_1) \dots g^{-1}(x_{ip}\beta_p) \end{aligned}$$

Con este modelo las funciones de las covariables tienen un efecto multiplicativo sobre la respuesta media m. El uso de la función exponencial asegura que el lado derecho de la ecuación siempre será positivo, así como la respuesta esperada  $[E(Y) = \mu]$  en el lado izquierdo.

### Formulación del modelo

Los elementos básicos para plantear un modelo de regresión Poisson son: una variable respuesta  $Y$  basada en conteos, para la que se asume una distribución Poisson y un conjunto de variables explicativas  $X_1, \dots, X_p$ , que determinan las condiciones específicas para la observación.

Denotaremos con  $\lambda = (\mu/t)$  el riesgo o tasa de incidencia de los sucesos que contabilizamos por unidad de tiempo o exposición  $t$ .

### La variable offset o de exposición

En aquellos casos en que los conteos de las observaciones se dan en períodos de tiempo o espacio no homogéneos entre los valores de las variables explicativas, es recomendable incluir en el modelo un término adicional: la variable de exposición, también denominada “offset” que se simboliza por  $t$ .

Si por ejemplo, nos interesara determinar qué variables están relacionadas con el número de quejas que reciben los médicos a lo largo de un año, deberíamos tomar en cuenta como una variable de “exposición o control” el número de consultas que realizó cada médico a lo largo del año. La variable  $\log(t)$ , donde  $t$  es el número de consultas, actúa como un offset, esto es, influye en la respuesta media directamente, ya que es lógico asumir que, a más consultas, puede existir mayor número de quejas.

El modelo será:

$$\log(E(Y_i)) = \log(t_i) + \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j \quad i = 1, 2, \dots, n$$



Dado que un cambio de una unidad en  $\log(t)$  provoca un cambio de una unidad en  $\log(E(Y_i))$ , sólo se estiman los parámetros  $\beta_j$  asociados a las covariables  $X_j$

La ecuación del Modelo de Regresión Poisson que permite obtener los valores de conteo esperados, incorporando a la variable offset es:

$$\mu_i = t_i \exp(x_i \beta)$$

donde  $t_i$  es un vector columna que contiene los valores de exposición para cada unidad de observación.

### Regresión Binomial Negativa

El procedimiento Regresión Binomial Negativa está diseñado para ajustar un modelo de regresión en el cual la variable dependiente  $Y$  consiste de conteos. El modelo de regresión ajustado relaciona  $Y$  con una o más variables predictoras  $X$ , que pueden ser cuantitativas o categóricas. El procedimiento ajusta un modelo usando máxima verosimilitud o mínimos cuadrados ponderados. La selección de variables por pasos es una opción. Se realizan pruebas de razón de verosimilitud para probar la significancia de los coeficientes del modelo. El modelo ajustado puede graficarse y generarse predicciones a partir del mismo. Se identifican y grafican residuos atípicos. Este procedimiento es similar al procedimiento Regresión Poisson, excepto se permite que la varianza condicional de  $Y$  sea mayor que la media. Así que es útil para conteos que están “sobredispersos” comparados con los de un proceso Poisson. (Statgraphics, 2007)

El modelo estadístico asumido para los datos es que los valores de la variable dependiente  $Y$  siguen una distribución binomial negativa de la forma

$$p(Y) = \frac{\Gamma(Y + \alpha^{-1})}{\Gamma(Y + 1)\Gamma(\alpha^{-1})} \left( \frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu} \right)^{\alpha^{-1}} \left( \frac{\mu}{\alpha^{-1} + \mu} \right)^Y, \quad \mu > 0, \alpha \geq 0$$

donde la media  $\mu$  es el producto de  $\lambda$ , la tasa a la cual ocurren los eventos, y el periodo de muestreo  $t$  de acuerdo con:

$$E(Y) = \mu = \lambda t$$

La varianza de  $Y$  está dada por:

$$Var(Y) = \mu + \alpha \mu^2$$

Si  $\alpha = 0$ , distribución binomial negativa se reduce a la distribución Poisson. Se supone además que la tasa se relaciona con las variables predictoras a través de una función de enlace log-lineal de la forma:

$$\log(\lambda) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

### Dimensiones

Las dimensiones del desarrollo de modelos matemáticos en la presente investigación son:

- **Denuncias**

Entre la variedad de delitos, los presentados por éste estudio corresponden a los de tipo patrimoniales que incluyen los carteristas, arrebato de objetos personales, robo a mano armada, hurto, estafa, etc. Y las denuncias son (y serán) la herramienta para intentar cuantificar (al menos en términos monetarios) los daños producidos. (García, 2015)

- **Algoritmos**

Los algoritmos predictivos, son los delitos de tipo patrimonial suelen ser de carácter repetitivo y bajo cierto tipo de organización, ya que lo que buscan es obtener beneficios en corto tiempo. Por lo que la las Universidades Partenope de Nápoles y Federico II descubrieron que éste tipo de delitos obedecían a ciertas características y se podría sugerir un programa que evalúe características como la geografía, condiciones climatológicas, horarios, etc.; y que inclusive éste software no necesariamente necesitaría un operador, sino que podría servirse por el aprendizaje autónomo. El trabajo realizado por el oficial Lombardo cumplió con todos éstos aspectos e inclusive proporcionaba cierto tipo de “ventaja” ya que la patrulla podría esperar en el lugar y momento específico que suceda el ilícito (Russo, 2019).

- **Conectividad**

Una de las dimensiones más importantes del sistema es la conectividad y/o interconectividad con las diversas aristas como son con la misma población que a través de medios tradicionales como llamadas telefónicas y electrónicos vía redes y otros medios con la Central de la PNP (y comisaría del distrito) y el sistema encargado de la Municipalidad distrital de Huaura, aparte de las denuncias (Lara, 2020).

### 3.4.2. Comportamiento delincuencia

#### **Sistema Preventivo/Predictivo**

Es un sistema, puesto que un sistema es un conjunto de distintos elementos y/o variables que se interrelacionan e interactúan de diferente manera; pueden ser por flujos/intercambios de información, materia, materiales, órganos, procesos u otros; se puede dar de ejemplo el sistema digestivo, el sistema reproductor, en el ámbito de la biología; por otro lado, se encuentran otro tipo de sistemas como el de abastecimiento en el caso de

empresas y muchos otros más. Es necesario explicar que los elementos de los sistemas no funcionan de manera aislada y que la interacción entre los mismos es constante y permanente. Y, un sistema también funciona de similar manera que la frase una cadena es tan fuerte como el eslabón más débil, por tanto, se debe prestar atención especial a cada uno de los componentes del sistema, ya que, si una pieza falla, probablemente fallará el sistema, no será eficiente o podría producir deterioros acelerados. Luego de definir lo que es un sistema, se procede a definir conceptualmente lo que es un sistema preventivo, el cual se refiere al método a partir de la experiencia, estudio y adaptación. Lo que busca éste tipo de sistemas es “prevenir” y/o “evitar” que lleguen a desarrollarse o concretarse acciones concretas y/o específicas. (Sime, 2021)

#### **Dimensiones**

- **Exposición**

La exposición es uno de los componentes de la vulnerabilidad (junto a la fragilidad y la susceptibilidad) según el enfoque de gestión de riesgos, ya que el ser humano toma o puede tomar decisiones dependiendo del sentimiento o percepción que tenga el individuo frente a otras variables de riesgo y no en sí sobre los acontecimientos (Barrios, 2000).

- **Fragilidad**

El elemento fragilidad busca estudiar los elementos de infraestructura, condiciones físicas y actividades relacionados con el tema de seguridad dentro de un espacio específico, de manera que al realizar las evaluaciones busque reducir o evitar recibir impactos negativos. (Blau, J., & Blau, P., 1982)

- **Resiliencia**

Es la capacidad del individuo para enfrentar situaciones adversas. Para la investigación tendrá un impacto individual y macro sobre como los vecinos, la municipalidad

y la misma PNP asimilan los impactos delincuenciales; estudian, aprenden, se recuperan de los eventos negativos y toman decisiones en el futuro para evitar situaciones similares. (Blume, A., & Mejía, N., 2010)

### 3.5. Investigaciones Internacionales Relevantes

En su investigación sobre "Policiamiento y resolución de problemas intermunicipales en puntos calientes", Appiolaza (2022) explora una iniciativa conjunta entre autoridades provinciales y municipales para enfrentar los desafíos de seguridad en una zona crítica dentro de la dinámica urbana. El proyecto parte de un acuerdo interinstitucional que, mediante la coordinación de esfuerzos, busca abordar tanto los problemas de seguridad como los factores subyacentes que contribuyen a la criminalidad en esta área clave. La estrategia, meticulosamente diseñada a partir de un diagnóstico local, se fundamenta en la recopilación y análisis de información tanto cuantitativa como cualitativa. Además, se emplean metodologías participativas que permiten involucrar a la comunidad y actores locales en el proceso de toma de decisiones.

El objetivo central de este proyecto no solo fue reducir los índices de delitos, como robos y hurtos, sino también mejorar el entorno físico de la zona, lo cual contribuye directamente a la percepción de seguridad de los residentes. Adicionalmente, se buscó implementar estrategias articuladas que respondieran a las necesidades de personas en situación de vulnerabilidad, un grupo especialmente afectado por la inseguridad en áreas urbanas marginales. Como resultado de este esfuerzo conjunto, se lograron fortalecer las capacidades de gestión e intervención de las diversas agencias involucradas, generando una solución colaborativa a 615 problemáticas de índole ambiental, social y de seguridad.

La evaluación de impacto, realizada mediante la técnica de diferencia en diferencias, arrojó un resultado significativo: el policiamiento intermunicipal permitió una disminución

del 15% en el total de delitos y en los circuitos delictivos identificados. Este enfoque demuestra la eficacia de las acciones coordinadas para mitigar la criminalidad y sugiere que la intervención basada en datos y la cooperación interagencial son esenciales para enfrentar los desafíos complejos de seguridad urbana.

Por otro lado, Mosquera (2021), en su trabajo de grado titulado "Predicción de los tipos de delitos en Medellín", plantea que el crimen, siendo un fenómeno que afecta profundamente el bienestar social, debe ser comprendido desde su racionalidad y causas subyacentes para poder ser controlado. Su enfoque se centra en la aplicación de técnicas de aprendizaje automático para predecir delitos y generar alertas tempranas, lo que permite a las autoridades tomar medidas preventivas con antelación. El estudio, que combina análisis predictivo con la evaluación de factores contextuales, busca no solo identificar los tipos de crimen más probables en distintos momentos, sino también proyectar el número de homicidios basándose en diversas covariables.

El propósito de esta investigación es entender la estructura y configuración de los métodos predictivos empleados, así como las variables que influyen en la modelización del crimen en la ciudad de Medellín. A través de esta comprensión, Mosquera busca desarrollar un modelo robusto que permita anticipar ciertos tipos de delitos o, al menos, el número de homicidios en un periodo determinado, contribuyendo así a la reducción efectiva de la criminalidad. Este enfoque, basado en el análisis de datos y el uso de inteligencia artificial, destaca la importancia de las herramientas tecnológicas avanzadas para enfrentar los retos de seguridad en entornos urbanos modernos.

Delgado y colaboradores (2021), en su detallada investigación titulada "Identificación diaria de zonas de incidencia de robo a transeúntes en la Ciudad de México durante el 2020 y su empleo para estimar escenarios de corto plazo", se proponen como objetivo central desentrañar las bases lógicas del algoritmo de Bosque Aleatorio (Random Forest) aplicado

en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Este análisis fue ejecutado a través del uso de regresión múltiple y el método de consenso, elementos que son pilares en el aprendizaje automático (machine learning), con el propósito de predecir escenarios de incidencia del delito de robo a transeúntes en un plazo corto, específicamente a nivel diario. Para lograr tal predicción, se investigó el comportamiento diario de este tipo de delito en la Ciudad de México durante el año 2020, utilizando el 80% de los datos diarios para la construcción del modelo y reservando el 20% restante para su validación. El modelo conceptual, fundamentado en la teoría de que los escenarios de robo combinan tres factores clave: oportunidad, objetivo y motivación, integra no solo datos de robos a transeúntes, sino también variables complementarias como la actividad económica, el narcomenudeo y el patrullaje policial. Entre los hallazgos más destacados, se observa la capacidad del modelo para predecir zonas con altas probabilidades de incidencia delictiva. No obstante, la validación con datos reales revela una sobreestimación en las predicciones. En contraste, el modelo demostró ser bastante preciso en la identificación de áreas con bajas probabilidades de delitos, lo que, al analizar los datos registrados, confirmó la validez del modelo en estos escenarios. En conclusión, aunque el modelo es efectivo en identificar zonas de riesgo tanto alto como bajo, es necesario un ajuste para reducir las discrepancias observadas entre las predicciones y los datos reales.

Por su parte, Lara (2020), en su estudio titulado “Desarrollo de un prototipo que permita realizar el análisis predictivo de delitos de investigación criminal en el departamento de Guatemala”, tuvo como finalidad desarrollar un prototipo de sistema de información optimizado para el análisis predictivo de la criminalidad en dicho departamento. Este sistema permite a los analistas criminales caracterizar el comportamiento delictivo y experimentar con diferentes conjuntos de datos para verificar la precisión de los resultados a través del índice de Bouldin. Además, el sistema incorpora una visualización georreferenciada,

clasificada por conglomerados de delitos y representada mediante diferentes colores en el mapa, facilitando así una comprensión más clara de la distribución criminal. La capacidad de esta herramienta no se limita únicamente a la predicción, sino que también permite cotejar los resultados con otros indicadores clave en el análisis criminal, como la presencia de grupos delictivos o la falta de presencia policial en ciertas áreas. Utilizando el algoritmo Gaussian Naive Bayes, el sistema asigna un identificador de clúster a cada delito dentro del conjunto de datos analizados, alcanzando un nivel de precisión superior al 90%. Esta metodología posibilita la predicción de puntos calientes (hotspots), ofreciendo una base sólida para que la Policía Nacional Civil (PNC) elabore estrategias más efectivas de prevención del delito en el departamento de Guatemala.

Finalmente, Cruz y colaboradores (2018), en su trabajo titulado “Análisis predictivo de la incidencia delictiva en Hidalgo a través de una regresión binomial negativa: una aportación cuantitativa para el diseño de política pública y modelos de intervención”, tienen como meta la construcción de un modelo probabilístico mediante investigación operativa para identificar y analizar las variables más influyentes en la comisión de delitos en los 84 municipios del estado de Hidalgo, México. El método utilizado fue el análisis estadístico, específicamente una regresión binomial negativa aplicada a variables tales como corrupción (medida por la ineficiencia de las autoridades y la falta de transparencia), pobreza, desigualdad y desempleo. Los resultados obtenidos revelan que la variable con mayor incidencia en la comisión de delitos es la corrupción, lo que subraya la importancia de abordar esta problemática en el diseño de políticas públicas. Este enfoque integral de análisis aporta una visión profunda para el estudio de la delincuencia a nivel municipal, aunque la investigación presenta limitaciones al circunscribirse exclusivamente al estado de Hidalgo. Sin embargo, su contribución es invaluable para el diseño de modelos de intervención y prevención del delito en dicho contexto.



Estas investigaciones, cada una desde su enfoque particular, resaltan la importancia del análisis predictivo como herramienta clave para la prevención del crimen y el diseño de políticas públicas más eficientes, fundamentadas en datos y modelos probabilísticos que mejoran la capacidad de anticipación y respuesta de las fuerzas de seguridad.

En su estudio titulado “Análisis ecológico de la delincuencia en la ciudad de Barcelona”, Sánchez (2017) propone un análisis exhaustivo sobre la variabilidad del número de delitos a nivel de sección censal en dicha ciudad, empleando como marco teórico las diferentes teorías ecológicas. El objetivo central de la investigación es determinar cómo ciertas variables de tipo social pueden explicar de manera significativa la distribución de la criminalidad. Para abordar este desafío, Sánchez recurre a metodologías estadísticas avanzadas, tales como la regresión de Poisson y la regresión Binomial Negativa, que permiten modelar de forma precisa los datos de recuento y adaptarse a las peculiaridades de los delitos.

Además, el estudio incorpora un componente geoespacial mediante el uso de la plataforma QGIS, herramienta que facilita la visualización y análisis de los datos geográficos. La combinación de métodos estadísticos y geográficos otorga una visión integral y detallada del fenómeno delictivo en Barcelona, permitiendo identificar los factores que mejor predicen la incidencia criminal. Este enfoque multidisciplinar es fundamental para proponer medidas preventivas y de intervención que realmente impacten en la reducción del delito.

Una de las conclusiones más relevantes del estudio es que la teoría de la Desorganización Social resulta ser la más adecuada para explicar la dinámica delictiva en Barcelona. En particular, se destaca el Índice de Simpson de heterogeneidad cultural como un factor novedoso y de gran valor en el contexto de la criminología española. Este hallazgo sugiere que la diversidad cultural en ciertos barrios puede estar correlacionada con mayores niveles de desorganización social, lo que a su vez fomenta la aparición de conductas delictivas. Al conocer estos factores, las políticas criminales pueden ajustarse de manera más

precisa a las realidades de la ciudad, proponiendo intervenciones que no solo mitiguen los delitos, sino que también promuevan la cohesión social.

En suma, el estudio de Sánchez no solo aporta herramientas para la comprensión profunda del fenómeno delictivo, sino que ofrece un enfoque práctico y aplicable en la formulación de políticas públicas orientadas a mejorar la seguridad en la ciudad. Es un claro ejemplo de cómo el análisis criminológico apoyado en datos empíricos puede tener un impacto positivo en la calidad de vida de los ciudadanos.

### 3.6. Investigaciones Nacionales Relacionadas

Sime (2021), en su rigurosa investigación titulada “Propuesta de un sistema preventivo/predictivo de delitos patrimoniales tipo X-LAW para el distrito de Pueblo Libre”, se propone como objetivo central la elaboración de una política pública innovadora orientada a la prevención eficaz de los delitos patrimoniales en el distrito de Pueblo Libre, en Lima, Perú. Esta propuesta pretende ir más allá de los enfoques tradicionales, combinando estrategias preventivas con medidas reactivas, lo que, en conjunto, busca generar una reducción significativa en los índices de delitos como robos, hurtos, estafas y otros delitos similares que afectan a la población. Sime toma como referencia el sistema XLAW, desarrollado en Italia por el oficial de policía Elia Lombardo, que se ha distinguido por su capacidad para anticipar conductas delictivas a través del uso de algoritmos de aprendizaje autónomo. Este sistema identifica patrones de criminalidad a partir de datos generados por denuncias, lo que permite no solo detectar, sino también predecir futuros escenarios delictivos con una precisión notable. La investigación de Sime se centra en evaluar la viabilidad de adaptar este modelo a las particularidades del contexto local de Pueblo Libre,

considerando sus dinámicas sociales, económicas y delictivas. El estudio es de carácter descriptivo, y su finalidad es proporcionar una herramienta sólida para el diseño de políticas públicas que aborden de manera integral la prevención del crimen, en un esfuerzo por mejorar la seguridad ciudadana y reducir la recurrencia de delitos.

Por su parte, Ríos (2021), en su meticulosa investigación “Evaluación del impacto social (SIA) y análisis de posibles conflictos socioambientales (ECA) en un proyecto minero en el sur del Perú usando los modelos matemáticos de Grey Clustering y entropía de Shannon”, se adentra en un terreno crucial para el desarrollo de grandes proyectos en áreas rurales y socialmente sensibles. La investigación se enfoca en evaluar el impacto social de un proyecto minero en el sur del Perú, utilizando metodologías avanzadas que combinan los modelos de Grey Clustering con el método de entropía de Shannon, ambos ampliamente reconocidos en la evaluación de riesgos y análisis de datos complejos. Ríos identifica cuatro grupos clave de interés (stakeholders) y analiza su percepción respecto al proyecto, evaluando siete criterios fundamentales ligados a variables sociales, económicas y ambientales. Los resultados obtenidos destacan la diversidad de opiniones entre los grupos analizados: mientras que para las comunidades locales y los ganaderos de alpacas el proyecto representa un impacto negativo, el gobierno local y los comerciantes perciben un impacto más neutral, con el gobierno mostrando una mayor disposición a aceptar el proyecto en aras del desarrollo económico. Además, la investigación resalta que los factores con mayor potencial para generar conflictos socioambientales son la tasa de empleo y el Producto Bruto Interno (PBI) per cápita, ambos vinculados a las variables económicas del empleo y la sostenibilidad financiera. Las conclusiones de este estudio no solo ofrecen un diagnóstico claro de las posibles tensiones que podría enfrentar el proyecto, sino que también sugieren vías de acción para que las autoridades locales y nacionales gestionen de manera preventiva los conflictos, garantizando así un desarrollo sostenible que equilibre las dimensiones sociales, económicas

y ambientales. La tesis de Ríos es un aporte significativo para el diseño de políticas más equitativas y justas en el sector minero, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones en proyectos de alto impacto.

Este enfoque metodológico, tanto en la investigación de Sime como en la de Ríos, demuestra la importancia de integrar modelos predictivos y análisis complejos en la toma de decisiones, particularmente en contextos donde el impacto social y la prevención del crimen juegan roles cruciales en la estabilidad y el desarrollo de las comunidades.

En su investigación titulada “Sistema de predicción de hechos delictivos para la mejora del proceso de prevención del delito en el distrito de La Molina utilizando minería de datos”, Jaulis y Vilcarromero (2015) presentan un trabajo que busca transformar la manera en que las autoridades locales enfrentan el desafío de la criminalidad en su zona. Con un enfoque innovador, la propuesta se centra en mejorar los métodos de prevención del delito que llevan a cabo las tres principales comisarías del distrito, priorizando aquellos crímenes cometidos con dolo, es decir, aquellos en los que existe intención deliberada de causar daño. Este tipo de delitos, que afectan de manera más directa el bienestar de la ciudadanía, demandan respuestas más efectivas por parte de las autoridades cuya misión es preservar el orden y la seguridad pública.

La investigación toma como punto de partida la integración de las tecnologías de la información, particularmente la minería de datos, como herramienta clave para generar predicciones de eventos delictivos futuros. A partir del análisis de datos históricos sobre los delitos registrados, los autores proponen un sistema capaz de prever posibles hechos delictivos y, de esta manera, contribuir de forma significativa a la toma de decisiones estratégicas por parte de las autoridades policiales. En este sentido, el estudio no solo se limita a la identificación de patrones delictivos, sino que también plantea un enfoque integral

que busca traducir esos patrones en acciones concretas de prevención, optimizando así los recursos policiales disponibles.

El sistema desarrollado por Jaulis y Vilcarromero se aplicó inicialmente en la comisaría de Santa Felicia, en La Molina, y recolectó información detallada sobre todas las denuncias registradas durante el año 2015 en las tres comisarías de la jurisdicción. Mediante el uso de un algoritmo de aprendizaje automático, se procesaron estos datos para identificar las zonas más susceptibles de ser escenarios de futuros delitos. Este proceso permitió generar mapas detallados que señalaban las áreas de mayor riesgo dentro del distrito, información que fue accesible desde cualquier dispositivo, ya sea móvil o web, facilitando así el acceso para los agentes policiales.

La inclusión de un sistema de este tipo representa un cambio radical en la manera en que se llevan a cabo las actividades de prevención del delito, ya que permite una asignación más eficiente de los recursos humanos y materiales. Los mapas generados por el sistema posibilitaron que las fuerzas del orden pudieran aumentar la frecuencia de patrullajes en las zonas identificadas como de alto riesgo, maximizando el impacto de sus intervenciones. En otras palabras, la tecnología no solo ofreció un diagnóstico sobre las áreas con mayor incidencia delictiva, sino que también brindó una herramienta práctica para responder a estas amenazas de forma proactiva.

Sin embargo, a pesar del éxito en la implementación del sistema, los autores destacan la persistencia de ciertas limitaciones en el proceso. Una de las principales barreras identificadas es la falta de integración entre la policía y otras entidades encargadas de la seguridad ciudadana, como el serenazgo y el Centro de Seguridad Integral (CSI). Estas instituciones, que también tienen un rol crucial en la prevención del delito, trabajan de manera aislada, lo que genera una fragmentación en la respuesta institucional frente a la

criminalidad. Este desacople institucional limita la capacidad de respuesta coordinada frente a las amenazas delictivas, reduciendo la efectividad del sistema en su conjunto.

No obstante, el estudio de Jaulis y Vilcarromero es un claro ejemplo de cómo las herramientas tecnológicas pueden ser empleadas para transformar la gestión de la seguridad pública. Al ofrecer un enfoque basado en datos y predicciones, el sistema desarrollado no solo mejora la capacidad de respuesta inmediata de las fuerzas del orden, sino que también sienta las bases para una estrategia de prevención del delito más informada y efectiva. La investigación deja entrever que, aunque la tecnología es una parte fundamental de la solución, es igualmente necesario avanzar hacia una mayor coordinación entre las distintas instituciones encargadas de la seguridad para lograr un impacto más amplio y sostenido en el tiempo. Así, el trabajo de Jaulis y Vilcarromero marca un hito en el uso de la minería de datos aplicada al ámbito de la seguridad, y plantea un modelo que, con las adecuadas mejoras y adaptaciones, podría ser replicado en otros distritos y regiones con problemáticas similares.

### **3.7. Análisis Crítico de los Estudios Preexistentes**

El análisis detallado de los estudios previos permite trazar un panorama claro de la evolución de los enfoques metodológicos y tecnológicos en la prevención del crimen. Este examen revela tanto los avances significativos como las limitaciones que han surgido en diversos contextos, tanto locales como internacionales. A lo largo de los años, estas investigaciones han jugado un papel crucial en la construcción del conocimiento acerca de la predicción del crimen y el desarrollo de estrategias de intervención más eficientes en la seguridad pública.

### **Innovación tecnológica y colaboración interinstitucional**

En su investigación sobre "Policiamiento y resolución de problemas intermunicipales en puntos calientes", Appiolaza (2022) enfatiza la urgencia de implementar un enfoque colaborativo e interinstitucional para abordar la seguridad en zonas urbanas vulnerables. Este enfoque resalta la importancia de coordinar esfuerzos entre diversas agencias y sectores gubernamentales, empleando metodologías participativas que involucren a la comunidad en la toma de decisiones clave. El impacto de esta colaboración es evidente en la notable reducción del 15% en los índices de criminalidad en las áreas intervenidas, producto de la implementación de estrategias coordinadas. Sin embargo, el estudio también enfrenta una limitación crítica: la ausencia de una evaluación longitudinal que permita determinar si los efectos logrados son sostenibles a largo plazo. Aunque los resultados a corto plazo son alentadores, una reducción temporal de la criminalidad no garantiza un cambio estructural en las dinámicas delictivas. La falta de medidas complementarias a largo plazo podría dar lugar a un resurgimiento del crimen, lo que subraya la necesidad de un enfoque continuo y multifacético en la lucha contra el delito.

#### **Predicción del crimen y su contexto social**

El estudio de Mosquera (2021) sobre la predicción del crimen en Medellín se adentra en un enfoque innovador que combina la tecnología de aprendizaje automático con un análisis profundo de los factores contextuales, como la pobreza y la desigualdad. Este enfoque permite abordar el crimen no solo desde una perspectiva predictiva, sino también desde una comprensión integral de sus causas subyacentes. Al integrar estas variables contextuales, Mosquera aporta una visión más holística que va más allá del simple análisis de datos, ayudando a las autoridades a diseñar intervenciones más informadas y alineadas con la realidad social de la ciudad. No obstante, su investigación plantea el desafío de la generalización: el modelo predictivo desarrollado para Medellín puede no ser aplicable en

otras ciudades con dinámicas sociales y económicas diferentes. Esto evidencia la necesidad de adaptar y ajustar los algoritmos a los contextos específicos en los que se aplican, lo que requiere un esfuerzo continuo de personalización y validación.

#### **Validación de modelos predictivos y sus limitaciones**

Delgado y colaboradores (2021) realizaron un estudio pionero en la Ciudad de México utilizando el algoritmo de Bosque Aleatorio en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para predecir delitos, particularmente el robo a transeúntes. Los resultados fueron impresionantes, logrando identificar con precisión las zonas de alta y baja probabilidad de crimen. Sin embargo, una limitación significativa que surgió durante el estudio fue la tendencia del modelo a sobreestimar los incidentes delictivos en ciertos casos. Esta sobreestimación puede traducirse en una asignación ineficiente de los recursos policiales, concentrando esfuerzos en áreas que no necesariamente los requieren, mientras otras zonas más necesitadas pueden ser pasadas por alto. Este problema subraya la importancia de ajustar y validar constantemente los modelos predictivos con datos actualizados, para lograr una precisión que refleje fielmente la realidad en el terreno.

#### **Factores sociales y su integración en la predicción del crimen**

El estudio de Cruz y colaboradores (2018) introduce un elemento crucial en la discusión sobre la predicción del crimen: la corrupción. A través de un análisis estadístico basado en la regresión binomial negativa, el estudio demuestra que la corrupción, en particular la ineficiencia de las autoridades, es un factor clave en la criminalidad en los municipios de Hidalgo, México. Este hallazgo pone de manifiesto que las estrategias de seguridad no pueden ser puramente reactivas ni depender exclusivamente de la tecnología. Es fundamental que se incluya un esfuerzo más amplio y profundo para combatir la



corrupción dentro de las instituciones responsables de la seguridad pública. Sin embargo, el enfoque geográfico limitado de esta investigación presenta una barrera para su generalización a nivel nacional o internacional. Replicar este tipo de estudios en otras regiones es indispensable para validar sus conclusiones y ofrecer una base más sólida para intervenciones políticas más amplias.

#### **Algoritmos avanzados y visualización georreferenciada**

Lara (2020) eleva el análisis predictivo mediante la integración de algoritmos avanzados con visualización georreferenciada en el contexto del crimen en Guatemala. Utilizando el algoritmo Gaussian Naive Bayes, su sistema asigna identificadores de clúster a cada incidente delictivo, permitiendo así una predicción precisa de las zonas de alto riesgo. La utilidad de este enfoque reside no solo en su capacidad predictiva, sino también en la facilidad con que permite elaborar estrategias de prevención basadas en la distribución geográfica del crimen. Con un nivel de precisión superior al 90%, este modelo se presenta como una herramienta poderosa para la toma de decisiones en materia de seguridad. Sin embargo, el reto sigue siendo mantener esta precisión al aplicarlo en diferentes contextos o periodos temporales, lo que exige constantes ajustes y revalidaciones del modelo.

#### **Análisis multidisciplinario y la teoría de la desorganización social**

El trabajo de Sánchez (2017) en Barcelona introduce un enfoque ecológico y multidisciplinario para el análisis del crimen, aplicando teorías de desorganización social y herramientas de visualización geoespacial. Su hallazgo principal, que la heterogeneidad cultural medida por el Índice de Simpson puede correlacionarse con mayores niveles de criminalidad, abre un nuevo horizonte para las políticas de seguridad. Esto sugiere que las estrategias de intervención deben tener en cuenta no solo los aspectos técnicos, sino también

la diversidad social y cultural de las comunidades. A pesar de la relevancia de este enfoque, sigue siendo esencial que los modelos propuestos sean adaptados y validados en diferentes ciudades, para confirmar su aplicabilidad más allá del caso específico de Barcelona.

El análisis crítico de estas investigaciones demuestra que, si bien los modelos predictivos basados en datos y tecnología ofrecen herramientas prometedoras para la prevención del crimen, su éxito depende de la capacidad de integrar factores sociales, económicos y políticos en su desarrollo. Las limitaciones inherentes, como la sobreestimación de delitos, la falta de coordinación interinstitucional y la corrupción, continúan siendo desafíos significativos que deben abordarse para mejorar la eficacia de estos enfoques. A medida que avanza la investigación en este campo, resulta imperativo que los modelos predictivos sean flexibles y se ajusten a los contextos específicos en los que se implementan, reconociendo la complejidad multifacética del crimen como fenómeno social. Solo a través de un enfoque integral que combine datos cuantitativos y un entendimiento profundo de las dinámicas sociales, se podrán diseñar políticas de seguridad realmente efectivas y sostenibles en el tiempo.

### **3.8. Hipótesis de Investigación**

#### **3.8.1. Hipótesis General**

El desarrollo del modelo matemático de fenómenos delictivos puede ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022.

# CAPITULO IV

## METODOLOGÍA PARA LA PROYECCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DELINCUENCIAL

En este capítulo, se expone la metodología diseñada para proyectar el comportamiento delictivo en la Provincia de Huaura. A lo largo de la investigación, se han considerado diversos enfoques tanto cualitativos como cuantitativos, con el objetivo de desarrollar un marco analítico robusto que permita entender las dinámicas del crimen en la región y su posible evolución en el tiempo. La metodología aquí presentada está fundamentada en modelos matemáticos predictivos, basados en el análisis de datos históricos, socioeconómicos y geográficos, y se apoya en la integración de herramientas tecnológicas avanzadas, tales como algoritmos de machine learning y sistemas de información geográfica (SIG).

Este capítulo comienza describiendo los principios teóricos que sustentan la elección de la metodología utilizada, incluyendo una discusión sobre los modelos predictivos más relevantes en el campo de la criminología. Se exploran en detalle las teorías de desorganización social, las dinámicas de hotspots y la influencia de los factores socioeconómicos, culturales y geográficos en el comportamiento criminal. Asimismo, se destaca la importancia de los datos históricos y la calidad de estos para garantizar proyecciones precisas y fiables.

A continuación, se detalla el proceso de selección y recolección de los datos necesarios para alimentar los modelos predictivos. Esta etapa incluye la identificación de las variables clave que influyen en el comportamiento delictivo, tales como la tasa de pobreza, la desigualdad, el desempleo, y la concentración urbana, entre otros. También se explica la

metodología utilizada para limpiar y normalizar los datos, asegurando que estos sean consistentes y adecuados para su uso en los modelos matemáticos. La validación de los datos es fundamental, ya que los resultados proyectados dependen directamente de la calidad de la información introducida.

El núcleo de este capítulo se centra en la implementación de los modelos matemáticos de proyección. Se describe la construcción del modelo principal, que emplea algoritmos de aprendizaje automático como Random Forest y redes neuronales, y su integración con sistemas de información geográfica para generar mapas de riesgo delictivo. Este enfoque multidimensional permite no solo predecir la ocurrencia de delitos en el tiempo, sino también espacialmente, identificando las áreas más vulnerables y con mayor probabilidad de ser afectadas por la actividad criminal.

Finalmente, se presentan los métodos de validación y evaluación de la precisión de los modelos implementados. A través de técnicas de validación cruzada y análisis de sensibilidad, se busca asegurar que los resultados obtenidos sean consistentes y replicables. Además, se discuten las limitaciones inherentes a la metodología empleada y los posibles desafíos en la implementación práctica de las proyecciones del comportamiento delictivo. Este capítulo concluye destacando la importancia de la constante revisión y actualización de los modelos predictivos, con el fin de adaptarse a las dinámicas cambiantes del crimen en la provincia.

#### **4.1. Diseño de la Investigación: Enfoque Cuantitativo y Modelos Predictivos**

La presente investigación se enmarca dentro de lo que se conoce como investigación de tipo básica. Según lo expuesto por Carrasco (2019), este enfoque metodológico resulta fundamental cuando el objetivo es ampliar el conocimiento sobre un fenómeno en particular o comprender de manera más profunda el comportamiento de las variables involucradas. A

diferencia de las investigaciones aplicadas, cuya finalidad principal es la resolución inmediata de problemas específicos, la investigación básica busca generar conocimiento teórico que contribuya a una mejor comprensión de los principios subyacentes que rigen el comportamiento de la materia en estudio. En este caso, la investigación se centra en analizar, de manera rigurosa, las variables planteadas en relación con el comportamiento delictivo, y cómo estas interactúan entre sí para formar patrones de interés para el análisis predictivo.

Asimismo, la investigación se desarrollará bajo un enfoque transversal, lo que implica que la recolección de los datos se realizará en un momento específico del tiempo. Este diseño permite capturar una "instantánea" de las condiciones y factores que están presentes en el contexto en el que se desarrolla el estudio, lo cual resulta esencial para entender las correlaciones y las posibles causalidades entre las variables en un tiempo determinado. En este sentido, el enfoque transversal facilita el análisis de los datos en función de un marco temporal bien delimitado, lo que permite extraer conclusiones precisas sobre la situación actual sin la necesidad de prolongar la observación en el tiempo.

Es importante destacar que, al adoptar esta metodología, no se busca solo la recolección de datos por sí misma, sino que se pretende establecer una relación coherente y fundamentada entre las variables estudiadas, a fin de proporcionar una base teórica sólida para futuras investigaciones. De esta manera, el conocimiento generado no solo contribuye a la comprensión inmediata del fenómeno delictivo, sino que también sienta las bases para el desarrollo de modelos predictivos más robustos y eficaces en el futuro, alineándose así con el objetivo central de este estudio: proyectar el comportamiento delictivo en la Provincia de Huaura.

El libro se rige dentro del nivel explicativo, conforme a la clasificación propuesta por Hernández (2018), quien define este tipo de estudio como aquel cuyo propósito principal es desentrañar las causas subyacentes de un fenómeno, explorando las condiciones en las que

dicho fenómeno se manifiesta y el porqué de su ocurrencia. A través de un análisis riguroso, este enfoque busca no solo describir la relación entre dos o más variables, sino también ofrecer una comprensión profunda de las razones que justifican esa interrelación. Es decir, se orienta a revelar los mecanismos y factores que vinculan las variables en cuestión, brindando una explicación lógica y fundamentada de los procesos involucrados (p. 108).

Dentro de este contexto, el interés primordial de la investigación radica en identificar las dinámicas y condiciones que propician el comportamiento delictivo en la región de estudio, así como en esclarecer de qué manera ciertos factores socioeconómicos, geográficos y culturales interactúan para influir en dicho comportamiento. Este enfoque explicativo permite no solo responder a preguntas como "¿qué está ocurriendo?" o "¿cuáles son las características observables de este fenómeno?", sino ir más allá, preguntándose "¿por qué sucede esto?" y "¿en qué circunstancias se presentan ciertos patrones delictivos?". Este nivel de análisis resulta crucial para la formulación de estrategias de intervención que no se limiten a respuestas inmediatas o superficiales, sino que ataquen el problema desde sus raíces, considerando todas las variables que lo moldean.

La riqueza de este tipo de investigación radica en su capacidad para generar un conocimiento más integral, dado que no se contenta únicamente con la descripción, sino que profundiza en la causalidad y en los vínculos que configuran la realidad estudiada. Esto cobra especial relevancia en campos como la criminología y la predicción del comportamiento delictivo, donde comprender los "porqués" detrás de las cifras y estadísticas es indispensable para desarrollar políticas de seguridad pública más efectivas y adaptadas a la realidad de cada contexto.

El enfoque metodológico adoptado en este trabajo corresponde a un diseño no experimental, el cual, tal como lo señala Bernal (2012), se caracteriza por la ausencia de manipulación directa sobre las variables objeto de estudio. Esto implica que los datos son

recolectados en su contexto natural, sin ser alterados ni estructurados artificialmente para favorecer determinadas hipótesis o resultados. La elección de un diseño no experimental permite observar y analizar los fenómenos tal como ocurren, en su estado original, garantizando así una mayor fidelidad y realismo en los resultados obtenidos.

Este tipo de enfoque es particularmente útil cuando se busca comprender dinámicas complejas que involucran múltiples factores interrelacionados, como es el caso del comportamiento delictivo. Al no intervenir ni modificar las condiciones en que se presentan los eventos estudiados, se obtiene una imagen más auténtica y precisa de las relaciones entre las variables. Además, este diseño permite analizar fenómenos en un contexto temporal específico, posibilitando no solo la recolección de datos actuales, sino también la observación de patrones históricos que pueden contribuir a la proyección de tendencias futuras.

El valor de esta metodología radica en su capacidad para ofrecer una perspectiva objetiva y neutral, dado que no introduce sesgos derivados de la manipulación experimental. A lo largo de este estudio, se ha mantenido un compromiso firme con la integridad de los datos, asegurando que estos reflejen la realidad de la situación estudiada, en lugar de ser moldeados para ajustarse a expectativas predeterminadas. Este enfoque es esencial para la validez y aplicabilidad de las conclusiones extraídas, ya que permite que las interpretaciones se basen en observaciones directas y no en construcciones artificiales o forzadas.

El enfoque adoptado en esta investigación es de naturaleza cuantitativa, dado que ofrece la posibilidad de cuantificar fenómenos y estimar con precisión valores numéricos asociados a una realidad observable y mensurable. Este tipo de enfoque no solo permite la recolección de datos objetivos y verificables, sino que también facilita el análisis riguroso de patrones y tendencias a través de herramientas estadísticas y modelos matemáticos. Al aplicar un enfoque cuantitativo, se logra traducir aspectos complejos del comportamiento delictivo

en cifras concretas, lo que posibilita un entendimiento más claro y fundamentado de las dinámicas criminales.

Asimismo, este enfoque ofrece la ventaja de generar resultados replicables y comparables, lo cual es esencial para validar las hipótesis planteadas y para proyectar escenarios futuros basados en datos empíricos. Al cuantificar variables como la frecuencia, distribución geográfica y tipología de los delitos, se proporciona una base sólida sobre la cual se pueden construir modelos predictivos robustos, capaces de ofrecer estimaciones confiables sobre el comportamiento criminal en diversos contextos. Por tanto, este enfoque cuantitativo no solo permite una interpretación más objetiva de la realidad, sino que también dota a la investigación de una mayor precisión y rigor científico, indispensables en el estudio de un fenómeno tan complejo como es la criminalidad.

De este modo, se asegura que las proyecciones realizadas no son meramente especulativas, sino que están fundamentadas en el análisis detallado y estructurado de datos que reflejan con fidelidad la situación real, lo que garantiza que las conclusiones derivadas de esta investigación sean tanto útiles como aplicables en el diseño de políticas públicas y estrategias de prevención del crimen.

## 4.2. Población y Muestra

### 4.2.1. Definición de la Población Objetivo

Para este estudio, la población objetivo se define como el conjunto de incidencias delictivas registradas en los puestos policiales de la provincia de Huaura durante el año 2021. Estas incidencias, un total de 1,318 casos, fueron documentadas minuciosamente por las autoridades locales, proporcionando una base empírica sólida para el análisis. Cada uno de los delitos reportados incluye detalles no solo sobre la naturaleza del acto delictivo, sino también sobre las circunstancias particulares que rodearon su ocurrencia, tales como



ubicación geográfica, perfil socioeconómico de las áreas afectadas, y cualquier factor agravante o atenuante que pudiera influir en el comportamiento criminal.

La selección del año 2021 como referencia temporal no es arbitraria. Este periodo marca un punto de inflexión en la actividad criminal de la región, afectado por múltiples variables de carácter socioeconómico y cultural, incluyendo el impacto residual de la pandemia de COVID-19 y los cambios en la dinámica económica local. La provincia de Huaura, como muchas otras áreas del país, enfrentó retos considerables en términos de seguridad pública debido al contexto pandémico, lo que contribuyó a la modificación de ciertos patrones delictivos, tanto en la frecuencia como en la naturaleza de los delitos cometidos. Estas circunstancias hacen que el año 2021 sea particularmente relevante para el análisis de la evolución de la criminalidad en la región.

Además de las incidencias delictivas en sí mismas, este estudio considera como parte de la población objetivo los factores contextuales que podrían estar influyendo en la aparición y frecuencia de estos delitos. Esto incluye variables como la densidad poblacional, los niveles de pobreza y desigualdad, y la presencia de infraestructuras urbanas o rurales, todo lo cual contribuye a un análisis más holístico del comportamiento delictivo. Así, la población objetivo no solo abarca los eventos delictivos documentados, sino también las circunstancias que los rodean, permitiendo una visión más completa y matizada de la actividad criminal en Huaura.

Este enfoque integral garantiza que los resultados del estudio sean representativos de la realidad local, reflejando no solo las cifras puras de criminalidad, sino también los contextos sociales y económicos que permiten comprender mejor las dinámicas delictivas en la provincia. Con ello, se espera obtener conclusiones que no solo expliquen el comportamiento observado, sino que también ofrezcan recomendaciones de políticas públicas ajustadas a las necesidades específicas de la región.

#### 4.2.2. Selección y Justificación de la Muestra

La selección de la muestra en este estudio fue un proceso determinado por la naturaleza documental y exhaustiva del análisis propuesto. Dado que se busca una comprensión profunda y completa de las dinámicas delictivas en la provincia de Huaura, se decidió utilizar la totalidad de la población como muestra. En este caso, la muestra está conformada por las 1,318 incidencias delictivas registradas en los puestos policiales de Huaura durante el año 2021. Esta decisión responde a la necesidad de obtener una visión integral de las características y patrones delictivos, sin introducir las limitaciones que podrían surgir al trabajar con un subconjunto de los datos disponibles.

El principal fundamento detrás de esta selección es la premisa de que, al incluir todos los casos documentados, se evita la posibilidad de sesgos en la interpretación de los resultados. Esto es crucial en un estudio que se propone proyectar tendencias futuras del comportamiento delictivo, ya que incluso pequeños sesgos en la muestra podrían alterar significativamente las predicciones y análisis posteriores. Utilizar la muestra completa garantiza que se analicen todas las aristas del fenómeno delictivo, desde los tipos de delitos hasta las circunstancias que los rodean, permitiendo además un análisis más detallado de las correlaciones entre las distintas variables que influyen en la criminalidad.

Adicionalmente, la inclusión de toda la población permite una mayor robustez en el análisis estadístico y predictivo, ya que proporciona una mayor cantidad de datos para alimentar los modelos matemáticos y algorítmicos utilizados en el estudio. De esta manera, se incrementa la precisión y confiabilidad de los resultados, lo que a su vez fortalece las conclusiones y las recomendaciones estratégicas derivadas de la investigación.

Por último, cabe señalar que el enfoque adoptado permite no solo identificar patrones generales del comportamiento delictivo en la provincia, sino también observar tendencias menos evidentes que podrían estar ocultas en estudios de menor escala. Esto

ofrece una ventaja comparativa en términos de comprensión del fenómeno y permite que las autoridades locales desarrollen intervenciones más informadas y específicas, ajustadas a la realidad criminal de Huaura en su totalidad.

#### **4.3. Técnicas de Recolección de Datos: Encuestas, Entrevistas y Análisis de Datos Secundarios**

La recolección de datos constituye una fase crucial en cualquier investigación, y en este estudio se ha implementado un enfoque multifacético que combina varias técnicas para garantizar la obtención de información amplia y diversa. A través del uso de encuestas, entrevistas estructuradas y el análisis de datos secundarios, se busca ofrecer una visión integral del comportamiento delictivo en la provincia de Huaura. Cada una de estas técnicas ha sido seleccionada y adaptada de acuerdo con las características específicas del problema de estudio, con el objetivo de garantizar la validez y fiabilidad de los datos obtenidos.

##### **4.3.1. Encuestas**

Las encuestas fueron diseñadas como un instrumento clave para recopilar información directa de la población afectada y testigos de los hechos delictivos, así como de los actores involucrados en la prevención y mitigación del crimen, como las autoridades locales y la policía. Se utilizaron cuestionarios estructurados con preguntas tanto cerradas como abiertas, permitiendo la recolección de datos cuantitativos y cualitativos. Las encuestas fueron aplicadas a una muestra representativa de residentes de los distritos más afectados por el crimen, seleccionados a través de un muestreo aleatorio simple, con el fin de obtener percepciones y experiencias sobre las dinámicas delictivas locales. La implementación de esta técnica proporciona una visión desde el terreno, ofreciendo datos relevantes sobre la percepción de la seguridad, los factores que promueven o inhiben el crimen, y la efectividad de las políticas públicas en la materia.

#### 4.3.2. Entrevistas

Complementando las encuestas, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con actores clave del sistema de justicia y seguridad, tales como jefes policiales, fiscales y autoridades municipales. Estas entrevistas profundizaron en las estrategias de intervención y prevención del crimen desde una perspectiva más institucional, permitiendo la exploración de las políticas actuales y los desafíos en su implementación. A través de preguntas abiertas, se permitió a los entrevistados ofrecer respuestas detalladas y matizadas, lo cual enriqueció la comprensión de las barreras estructurales y operativas en la lucha contra el crimen. Además, las entrevistas brindaron un espacio para explorar los puntos de vista sobre cómo la tecnología y el análisis de datos podrían mejorar la predicción y prevención del delito en la región.

#### 4.3.3. Análisis de Datos Secundarios

El análisis de datos secundarios fue una pieza fundamental en la construcción del marco metodológico de este estudio. A través de la revisión y análisis de documentos oficiales, como los reportes policiales, estadísticas criminales proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), y estudios previos sobre criminalidad en la provincia de Huaura, se recopiló un acervo de información cuantitativa y cualitativa. Esta técnica permitió una comprensión más profunda de las tendencias históricas del crimen y los factores socioeconómicos que influyen en su comportamiento. Asimismo, el análisis documental incluyó la revisión de literatura científica y trabajos académicos relacionados con la predicción del comportamiento delictivo, los cuales sirvieron de base para la selección de variables y el desarrollo de los modelos predictivos aplicados en la investigación.

#### 4.3.4. Procesamiento y Análisis de la Información

Toda la información recogida a través de las encuestas, entrevistas y análisis de datos secundarios fue sistematizada utilizando el software SPSS 26.0, lo que permitió una

organización eficiente de los datos en tablas y gráficos para su análisis estadístico posterior. El uso de este software facilitó la aplicación de técnicas de estadística inferencial, como la prueba de hipótesis y la identificación de correlaciones entre variables clave. La generación de tablas de especificaciones y cuadros estadísticos fue esencial para visualizar las tendencias delictivas y evaluar la efectividad de las estrategias de intervención. Además, el análisis permitió realizar predicciones sobre la evolución futura del comportamiento delictivo en la provincia, con el fin de diseñar políticas públicas más ajustadas a las necesidades locales.

Con la implementación de estas diversas técnicas de recolección y procesamiento de datos, el estudio no solo aborda las percepciones y experiencias de los individuos involucrados, sino que también integra información documental crucial para una proyección más precisa y confiable del comportamiento delictivo.

#### **4.4. Métodos de Procesamiento y Análisis Estadístico**

El procesamiento y análisis de los datos recopilados constituyen una fase esencial para convertir la información bruta en conocimiento útil que sustente las conclusiones de este estudio. Para asegurar la rigurosidad del análisis, se implementaron diversas técnicas estadísticas que permitieron identificar patrones, correlaciones y tendencias en el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura. El uso de herramientas avanzadas de procesamiento de datos, como el software SPSS 26.0, fue fundamental para organizar y analizar la información obtenida a través de las encuestas, entrevistas y análisis de datos secundarios.

##### **4.4.1. Organización y Clasificación de los Datos**

El primer paso en el procesamiento de los datos consistió en la organización y clasificación de la información recolectada. Todos los datos fueron sistematizados en una base de datos digital utilizando SPSS, lo que permitió una manipulación eficiente de grandes

volúmenes de información. Los datos fueron organizados en categorías correspondientes a las variables de estudio, tales como el tipo de delito, la ubicación geográfica, las características socioeconómicas de las áreas afectadas, y las percepciones sobre la seguridad ciudadana. Esta clasificación inicial permitió una visualización clara y ordenada de los datos, facilitando el análisis posterior y la generación de tablas y gráficos descriptivos.

#### 4.4.2. Estadística Descriptiva

Una vez organizados los datos, se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para resumir y presentar la información de manera comprensible. Se calcularon medidas de tendencia central, como la media y la mediana, para las variables cuantitativas relacionadas con la incidencia delictiva en los diferentes distritos de la provincia de Huaura. Además, se calcularon frecuencias relativas y absolutas para variables categóricas, como el tipo de delito o las percepciones de los ciudadanos sobre la seguridad. La representación gráfica mediante histogramas, gráficos de barras y diagramas de dispersión fue clave para identificar visualmente las principales tendencias y patrones de criminalidad.

#### 4.4.3. Análisis Inferencial

Para profundizar en el estudio de las relaciones entre las diferentes variables y obtener conclusiones significativas más allá de la mera descripción, se aplicaron técnicas de estadística inferencial. Utilizando los datos obtenidos de las encuestas y el análisis documental, se llevaron a cabo pruebas de hipótesis para evaluar la significancia estadística de las correlaciones entre variables como la tasa de criminalidad y factores socioeconómicos (pobreza, desempleo, desigualdad). Entre las pruebas aplicadas se encuentran la prueba t de Student y el análisis de varianza (ANOVA), que permitieron comparar las medias de distintos grupos y determinar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas.

Asimismo, se emplearon modelos de regresión múltiple para identificar las variables que tenían mayor impacto en la incidencia delictiva. Este método permitió analizar cómo

factores como la densidad poblacional, la pobreza y la concentración urbana influyen en la probabilidad de ocurrencia de delitos en diferentes zonas de la provincia. A través de este análisis se obtuvo un modelo predictivo ajustado que ayuda a prever cuáles áreas podrían experimentar mayores niveles de criminalidad en el futuro.

#### 4.4.4. Validación del Modelo Predictivo

Una vez construidos los modelos predictivos, se procedió a validar su precisión y fiabilidad mediante técnicas de validación cruzada y análisis de sensibilidad. La validación cruzada se implementó dividiendo los datos en subconjuntos, donde se entrenó el modelo en una parte de los datos y se probó en la otra, asegurando que los resultados obtenidos no fueran fruto del azar. Este proceso permitió ajustar el modelo para mejorar su capacidad predictiva y reducir el margen de error. Además, se realizó un análisis de sensibilidad para verificar cómo pequeñas variaciones en los datos afectaban las predicciones, lo que ayudó a robustecer el modelo ante posibles fluctuaciones en las variables de entrada.

#### 4.4.5. Generación de Informes y Visualización de Resultados

Finalmente, los resultados del análisis estadístico se plasmaron en informes detallados, acompañados de tablas y gráficos que resumen los hallazgos más relevantes. Estas representaciones visuales facilitaron la comprensión de las tendencias delictivas y las áreas de mayor riesgo, permitiendo a los tomadores de decisiones contar con herramientas precisas y basadas en datos para diseñar estrategias de intervención. El uso de gráficos de riesgo y mapas georreferenciados fue especialmente útil para visualizar las zonas de mayor concentración de delitos, proporcionando una perspectiva espacial clara y detallada del comportamiento criminal en la provincia de Huaura.

En conclusión, los métodos de procesamiento y análisis estadístico implementados en este estudio no solo permitieron una comprensión detallada de las dinámicas delictivas, sino que también facilitaron la proyección de su evolución futura. Estos hallazgos

proporcionan una base sólida para la toma de decisiones en políticas de seguridad pública, fundamentadas en datos empíricos y análisis estadísticos rigurosos.

#### **4.5. Herramientas de Simulación Matemática: Introducción a los Modelos Utilizados**

La simulación matemática se ha establecido como un recurso indispensable para la comprensión y predicción de fenómenos sociales complejos, como la delincuencia en áreas geográficas específicas. En el contexto de este estudio, su implementación ha permitido no solo anticipar la evolución de la criminalidad en la provincia de Huaura, sino también examinar de manera detallada cómo diversos factores, tales como las condiciones socioeconómicas, la densidad poblacional y la urbanización, interactúan y afectan el comportamiento delictivo.

Las herramientas de simulación utilizadas en este análisis ofrecen la capacidad de experimentar virtualmente con múltiples escenarios, proporcionando un marco de referencia invaluable para la toma de decisiones fundamentadas en datos. Gracias a la combinación de modelos determinísticos y estocásticos, se ha logrado una representación precisa y dinámica de la criminalidad, facilitando la proyección de futuros comportamientos delictivos con un alto grado de precisión. A continuación, se exponen con detalle los modelos matemáticos que han sido empleados en este trabajo y cómo estos han sido calibrados y validados para reflejar fielmente la realidad observada.

##### **4.5.1. Modelos Determinísticos: Previsión Basada en Datos**

Los modelos determinísticos son aquellos en los que los resultados están completamente definidos por los parámetros iniciales y las condiciones bajo las cuales se desarrollan. En este estudio, han sido esenciales para predecir la evolución de la criminalidad en función de factores medibles y observables, tales como la pobreza, el desempleo y la



concentración urbana. Este tipo de modelos permite establecer relaciones claras y cuantificables entre la criminalidad y los elementos que la influyen.

Particularmente relevante ha sido el uso del **modelo de regresión lineal múltiple**, el cual ha permitido desentrañar la magnitud del impacto que diferentes variables explicativas tienen sobre la tasa de criminalidad. Este modelo ha demostrado ser eficaz para relacionar indicadores socioeconómicos con la ocurrencia de delitos, brindando una herramienta predictiva que ayuda a prever cómo las fluctuaciones en estas variables pueden afectar la incidencia delictiva en el futuro. Así, se han generado escenarios hipotéticos que facilitan la planificación estratégica para reducir los niveles de criminalidad en áreas de alta vulnerabilidad.

#### 4.5.2. Modelos Estocásticos: Incorporación de la Incertidumbre

Si bien los modelos determinísticos proporcionan resultados precisos bajo condiciones controladas, la realidad es que los fenómenos sociales, como el crimen, están sujetos a una gran cantidad de variables que no siempre pueden ser predecibles o controladas. Para capturar esta incertidumbre inherente, se han empleado **modelos estocásticos**, los cuales permiten introducir elementos de aleatoriedad y variabilidad en las predicciones.

Entre estos, destaca el uso de **cadena de Markov**, una herramienta fundamental para modelar las transiciones entre diferentes estados de criminalidad. Este modelo permite simular cómo es probable que las áreas con baja incidencia delictiva evolucionen hacia estados de criminalidad moderada o alta, dependiendo de ciertos factores de riesgo. Adicionalmente, se utilizó el **modelo Monte Carlo**, una técnica que realiza múltiples simulaciones aleatorias para generar un rango de posibles resultados, brindando una visión más holística de los escenarios futuros. Este enfoque permite estimar la probabilidad de que ocurra un delito bajo distintas condiciones, lo que resulta crucial para la evaluación de riesgos en el contexto de la seguridad pública.

#### 4.5.3. Modelos Basados en Agentes: Simulación de Comportamientos Colectivos

Además de los enfoques determinísticos y estocásticos, este estudio ha incorporado un enfoque más dinámico y centrado en la interacción social a través de los **modelos basados en agentes**. Estos modelos permiten simular la interacción entre individuos en una población, capturando la manera en que decisiones individuales y colectivas influyen en el comportamiento delictivo. Cada agente, ya sea un ciudadano, un agente del orden o un delincuente, sigue reglas de comportamiento específicas que, en su conjunto, generan patrones emergentes que pueden ser estudiados.

Este tipo de modelado es especialmente útil para analizar cómo la implementación de políticas públicas o cambios en las condiciones económicas pueden influir en la criminalidad. Por ejemplo, es posible evaluar cómo la creación de empleo en ciertas zonas de la provincia de Huaura podría reducir el incentivo para la actividad delictiva, simulando cómo estos agentes responden a los cambios en su entorno socioeconómico.

#### 4.5.4. Calibración y Validación: Refinamiento del Modelo Predictivo

Una vez desarrollados los modelos, fue necesario ajustarlos y validarlos utilizando los datos recolectados a lo largo del análisis estadístico descrito en la sección anterior. La **calibración** de los modelos consistió en ajustar los parámetros de entrada para que los resultados de las simulaciones se alinearan lo más posible con la realidad observada, garantizando que las proyecciones fueran representativas de las dinámicas criminales reales.

Para asegurar la robustez de los modelos, se aplicaron técnicas de **validación cruzada**, las cuales implican dividir los datos en subconjuntos: uno para entrenar el modelo y otro para probar su precisión. Este enfoque permite evitar el sobreajuste del modelo a los datos específicos, garantizando que las predicciones sean generalizables. Además, se realizaron pruebas de **análisis de sensibilidad**, que examinan cómo pequeñas variaciones

en los datos de entrada pueden afectar las predicciones finales, proporcionando una mayor confiabilidad y robustez a los modelos utilizados.

#### 4.5.5. Herramientas Computacionales: Ejecución y Visualización de los Resultados

La ejecución de estos modelos matemáticos requirió el uso de potentes herramientas computacionales. Para este fin, se emplearon programas especializados como **MATLAB** y **Python**, que permitieron implementar y ejecutar los algoritmos de simulación de manera eficiente. Estas plataformas ofrecen una amplia variedad de bibliotecas y funciones para el análisis de datos y la simulación de escenarios complejos, lo que facilitó la personalización de los modelos según las necesidades específicas del estudio.

Además, el uso de software de análisis espacial como **ArcGIS** fue esencial para integrar los resultados de los modelos con datos geográficos, proporcionando representaciones visuales precisas de los puntos críticos de criminalidad en la provincia de Huaura. Estas visualizaciones permitieron a los tomadores de decisiones identificar fácilmente las áreas de mayor riesgo y priorizar acciones preventivas.

En conclusión, las herramientas de simulación matemática empleadas en este estudio constituyen un recurso valioso para la proyección de escenarios futuros en el ámbito de la seguridad ciudadana. Los modelos desarrollados permiten anticipar la evolución del crimen con base en datos empíricos y ofrecen a los diseñadores de políticas públicas una base sólida para la toma de decisiones estratégicas. La integración de estos modelos en el análisis de la criminalidad proporciona una visión profunda y detallada de los factores que influyen en el comportamiento delictivo, ayudando a trazar estrategias preventivas más efectivas y fundamentadas.

#### 4.6. Operacionalización de las Variables

La operacionalización de las variables constituye un proceso fundamental en la investigación científica, ya que permite traducir conceptos abstractos en indicadores empíricos que pueden ser medidos y analizados objetivamente. En este contexto, las variables se convierten en un puente entre el marco teórico y el análisis cuantitativo, permitiendo no solo la recolección de datos precisos, sino también la construcción de inferencias robustas sobre los fenómenos observados. A continuación, se detalla la operacionalización de las dos variables principales utilizadas en este estudio.

##### 4.6.1. Variable X: Desarrollo del Modelo Matemático

- **Definición Conceptual:** El desarrollo de un modelo matemático se entiende como el proceso de construcción de una representación formal y simplificada de un fenómeno complejo mediante el uso de ecuaciones, funciones y fórmulas matemáticas. Este modelo actúa como una herramienta clave para describir las relaciones entre las variables implicadas, facilitando la comprensión de dinámicas que de otro modo serían difíciles de interpretar. Los modelos matemáticos se han utilizado históricamente para predecir comportamientos y resultados en una amplia gama de disciplinas, y en el contexto del comportamiento delictivo, permiten simular la evolución y distribución de los delitos en función de diversos factores contextuales. (Nicole, 2019)
- **Definición Operacional:** Para medir el impacto y precisión del modelo matemático desarrollado, se utilizarán indicadores específicos que permiten evaluar tanto su fiabilidad como su capacidad predictiva.

- **Indicadores:**
  - Cantidad y tipo de ecuaciones matemáticas que forman el núcleo del modelo predictivo, con especial atención a las ecuaciones diferenciales y los modelos estocásticos.
  - Naturaleza de las funciones empleadas, diferenciando entre funciones lineales, exponenciales o logísticas, según corresponda al tipo de datos y las hipótesis planteadas.
  - Precisión de las predicciones realizadas por el modelo, medida a través de la comparación con datos reales de criminalidad, ajustando las proyecciones según sea necesario.
- **Escala de Medición:** La efectividad del modelo se evaluará utilizando métricas estadísticas como el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el error cuadrático medio (MSE) y el error absoluto medio (MAE), que permitirán cuantificar el ajuste entre las predicciones del modelo y los datos observados. Además, se considerará la sensibilidad del modelo ante variaciones en los parámetros de entrada, lo cual será esencial para medir su robustez en diferentes escenarios.
- **Unidad de Medida:** Las predicciones del modelo se medirán en términos de error promedio de las proyecciones (en porcentaje) y se utilizará el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para evaluar el grado en que el modelo puede explicar la variación de los datos observados.

Tabla 1

*Operacionalización de las Variable X*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Fuente de Verificación
Desarrollo del modelo matemático	Denuncias	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de denuncias</li> <li>- Intervenciones</li> <li>- Confirmación de denuncias</li> </ul>	Análisis de documento/ Guía de análisis de documento
	Algoritmos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entradas</li> <li>- Procesos</li> <li>- Salidas</li> </ul>	
	Conectividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación</li> <li>- Capacidad de transmisión</li> <li>- Equipos</li> </ul>	

Nota: Elaboración Propia

#### 4.6.2. Variable Y: Comportamiento Delincuencial

- **Definición Conceptual:** El comportamiento delictivo, en su acepción más amplia, hace referencia a una serie de actos o conductas que transgreden las normas sociales y legales establecidas. Este fenómeno, que abarca desde delitos menores hasta crímenes violentos de alta gravedad, es el resultado de la interacción de factores culturales, económicos, políticos y sociales. Dichos factores ejercen una influencia directa en la dinámica de los grupos y las comunidades, contribuyendo a la aparición de diversas formas de comportamiento delictivo que se diversifican en función del contexto en que se desarrollan. En este sentido, entender el comportamiento delictivo no solo implica una evaluación cuantitativa de los crímenes, sino también una comprensión cualitativa de los factores que los impulsan. (García, 2015)
- **Definición Operacional:** Para cuantificar el comportamiento delictivo, se recurrirá a una serie de indicadores empíricos que permiten observar y analizar la incidencia

de la criminalidad en diversas áreas y contextos. Estos indicadores serán fundamentales para correlacionar los patrones delictivos con el desarrollo del modelo matemático.

- **Indicadores:**

- Número total de crímenes reportados dentro de un período específico, ajustado según el tipo de delito (por ejemplo, crímenes violentos, robos, hurtos, etc.), lo cual permitirá una segmentación más precisa del comportamiento delictivo.
- Tasa de criminalidad, expresada como el número de delitos por cada 1,000 habitantes, una métrica estándar en los estudios criminológicos que facilita las comparaciones entre diferentes localidades y períodos de tiempo.
- Distribución geográfica de los incidentes delictivos, lo cual permitirá identificar hotspots o zonas con alta concentración de delitos, brindando una visión espacial del fenómeno.
- Frecuencia de la reincidencia delictiva en la población analizada, ya que este indicador es crucial para evaluar la efectividad de las intervenciones policiales y sociales implementadas para reducir el crimen.

- **Escala de Medición:** Los datos del comportamiento delictivo se obtendrán a partir de registros oficiales (como informes policiales y encuestas de victimización) y serán analizados mediante técnicas de estadística descriptiva e inferencial. Se calcularán tasas de criminalidad y se clasificarán los delitos según su gravedad y naturaleza, lo que permitirá establecer correlaciones con variables contextuales.

- **Unidad de Medida:** Las unidades de medida incluirán:
  - Número absoluto de crímenes por tipo de delito.
  - Tasa de criminalidad, expresada por cada 1,000 habitantes.
  - Frecuencia de reincidencia, medida en porcentaje de individuos que reinciden en el delito tras un período de seguimiento.

Tabla 2

*Operacionalización de las Variable Y*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Fuente de Verificación
Comportamiento delictuencial	Exposición	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identificación</li> <li>– Índice</li> <li>– Zonificación</li> </ul>	Análisis de documento/ Guía de análisis de documento
	Fragilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Condición física</li> <li>– Condición social</li> <li>– Condición legal</li> </ul>	
	Resiliencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Impacto</li> <li>– Frecuencia</li> <li>– Adaptación</li> </ul>	

Nota: Elaboración Propia

La operacionalización detallada de estas dos variables no solo nos permitirá medir con precisión los patrones delictivos, sino que también dotará de solidez al modelo matemático propuesto. Esto es fundamental para construir un marco analítico que facilite la predicción de comportamientos delictivos futuros y la planificación estratégica en materia de seguridad pública. Cada indicador ha sido cuidadosamente seleccionado para asegurar que el análisis sea integral, considerando tanto las dimensiones cuantitativas como cualitativas del fenómeno delictivo.



# CAPITULO V

## MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA PREDICCIÓN DEL CRIMEN

En este capítulo, abordaremos el uso de modelos matemáticos como herramientas fundamentales para la predicción y análisis del comportamiento delictivo en diversas regiones y contextos. La capacidad de anticipar la ocurrencia de delitos permite a las autoridades no solo actuar de manera preventiva, sino también optimizar recursos en la lucha contra la criminalidad. Para ello, es esencial entender cómo las variables socioeconómicas, geográficas y temporales pueden influir en los patrones del crimen. A través de la modelación matemática, es posible identificar tendencias, correlaciones y áreas de riesgo que facilitarán la toma de decisiones estratégicas y eficientes.

Los modelos matemáticos utilizados en criminología se han desarrollado a lo largo de las últimas décadas, adaptándose y perfeccionándose según las necesidades y los avances tecnológicos. Entre los más utilizados, se encuentran los modelos de series temporales, la regresión logística y los modelos espaciales, que permiten analizar el comportamiento delictivo desde diferentes perspectivas. Estos enfoques ofrecen una comprensión más profunda de los factores que influyen en la criminalidad, facilitando la creación de políticas públicas y estrategias de prevención más efectivas.

Además, en este capítulo se analizarán casos de estudio y aplicaciones prácticas en los cuales los modelos matemáticos han sido implementados con éxito, tanto a nivel local como internacional. Se discutirá también cómo el uso de algoritmos predictivos y herramientas basadas en inteligencia artificial ha potenciado la precisión de estas predicciones, destacando las ventajas y limitaciones de su aplicación. Finalmente, se

presentarán propuestas para la implementación de estos modelos en la Provincia de Huaura, tomando en cuenta las particularidades demográficas, económicas y geográficas de la región.

Este enfoque basado en datos y matemáticas no solo busca proporcionar soluciones inmediatas, sino también contribuir a la formulación de políticas a largo plazo que permitan reducir la incidencia delictiva de manera sostenible.

### **5.1. Introducción a los Modelos Matemáticos Aplicados al Comportamiento Criminal**

En el ámbito de la criminología y la predicción del comportamiento delictivo, los modelos matemáticos han emergido como herramientas cruciales para comprender y anticipar fenómenos criminales. Su aplicación permite transformar datos complejos en información valiosa que puede guiar la formulación de estrategias preventivas y políticas públicas eficaces. Esta sección tiene como objetivo presentar una visión detallada sobre los fundamentos, tipos y aplicaciones de estos modelos matemáticos, enfocándose especialmente en su relevancia para la Provincia de Huaura.

#### **5.1.1. Fundamentos de los Modelos Matemáticos en Criminología**

Los modelos matemáticos en criminología se fundamentan en la premisa de que el comportamiento criminal, aunque multifacético y condicionado por diversas variables, sigue patrones que pueden ser representados y analizados mediante métodos cuantitativos. Estas herramientas matemáticas proporcionan un marco sistemático para explorar cómo diversos factores—desde características socioeconómicas hasta patrones espaciales—interactúan para influir en la incidencia de delitos. Al analizar estos patrones, los modelos permiten a los investigadores y responsables de políticas identificar tendencias y diseñar intervenciones más precisas y efectivas.

### 5.1.2. Tipos de Modelos Matemáticos Aplicados al Comportamiento Criminal

#### 1. Modelos Estadísticos:

- **Regresión Lineal y Logística:** Estos modelos permiten examinar la relación entre diversas variables independientes (como el nivel de pobreza o el desempleo) y la probabilidad de ocurrencia de delitos. La regresión logística, en particular, es útil para modelar la probabilidad de eventos discretos, como la ocurrencia de un delito específico.
- **Análisis de Supervivencia:** Este enfoque es valioso para estudiar el tiempo hasta que ocurre un evento delictivo y para modelar la duración de eventos criminales, permitiendo una comprensión más profunda de la dinámica temporal del crimen.

#### 2. Modelos de Procesos Estocásticos:

- **Modelos de Poisson y Binomial Negativa:** Estos modelos se emplean para describir la frecuencia de eventos delictivos y la variabilidad en el número de delitos en un periodo determinado. El modelo de Poisson es adecuado para eventos que ocurren con una tasa constante, mientras que la binomial negativa es útil para situaciones con variabilidad en la tasa de incidencia.
- **Modelos de Movimiento Browniano:** Utilizados para analizar la dispersión espacial de los delitos, estos modelos permiten observar cómo los delitos se distribuyen en un espacio geográfico, ayudando a identificar áreas con alta incidencia delictiva.

#### 3. Modelos de Redes Neuronales y Aprendizaje Automático:

- **Redes Neuronales Artificiales:** Estas técnicas son capaces de identificar patrones complejos y no lineales en grandes volúmenes de datos criminales.

Las redes neuronales permiten realizar predicciones detalladas sobre la probabilidad de ocurrencia de delitos basadas en múltiples variables simultáneamente.

- **Algoritmos de Clasificación y Regresión:** Herramientas como los árboles de decisión y las máquinas de soporte vectorial (SVM) se utilizan para categorizar tipos de delitos y predecir su probabilidad, proporcionando una visión más matizada de los factores que influyen en el comportamiento criminal.

#### 4. Modelos Espaciales:

- **Análisis de Hotspots:** Este método se enfoca en identificar áreas geográficas con una alta concentración de delitos, facilitando la focalización de recursos y estrategias de intervención en zonas de alta incidencia.
- **Modelos de Autoregresión Espacial:** Estos modelos permiten analizar la dependencia espacial en la distribución de delitos, considerando cómo la ocurrencia de crímenes en una región puede estar influenciada por la ocurrencia en regiones vecinas.

#### 5.1.3. Aplicación de Modelos Matemáticos en la Provincia de Huaura

En la Provincia de Huaura, la aplicación de modelos matemáticos puede proporcionar una comprensión más profunda de los patrones delictivos y apoyar el desarrollo de estrategias preventivas basadas en evidencia. La recolección y análisis de datos locales, como las tasas de criminalidad, características demográficas y factores socioeconómicos, son fundamentales para adaptar los modelos a las realidades específicas de la región.

- **Predicción de Hotspots:** Utilizando modelos espaciales para identificar áreas con alta probabilidad de ocurrencia de delitos, se puede priorizar la asignación de recursos y desarrollar intervenciones dirigidas a las zonas más vulnerables.
- **Análisis de Tendencias Temporales:** Mediante modelos estadísticos, es posible detectar patrones en la incidencia delictiva a lo largo del tiempo, permitiendo prever posibles aumentos en la criminalidad y ajustar las estrategias preventivas en consecuencia.

#### 5.1.4. Desafíos y Limitaciones

A pesar de su potencial, los modelos matemáticos presentan varios desafíos y limitaciones:

- **Calidad y Disponibilidad de Datos:** La efectividad de los modelos depende en gran medida de la calidad y exhaustividad de los datos disponibles. Datos incompletos o imprecisos pueden afectar negativamente la precisión de las predicciones.
- **Complejidad de Factores:** El comportamiento criminal está influenciado por una serie de factores interrelacionados, algunos de los cuales pueden ser difíciles de cuantificar o incluir en los modelos matemáticos.
- **Interpretación y Validación:** Los resultados obtenidos a través de estos modelos deben ser interpretados con cuidado y validados mediante datos empíricos para garantizar su aplicabilidad y precisión en el contexto específico.

Los modelos matemáticos aplicados al comportamiento criminal constituyen una herramienta poderosa para la anticipación y prevención del delito. En la Provincia de Huaura, su aplicación puede ofrecer insights valiosos para el diseño y ejecución de estrategias de

control del crimen. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos asociados y continuar perfeccionando estos modelos para maximizar su utilidad y relevancia en contextos locales específicos.

Se proporciona una visión exhaustiva sobre cómo los modelos matemáticos pueden aplicarse para entender y anticipar el comportamiento criminal, estableciendo un marco fundamental para el análisis en la Provincia de Huaura. Si hay algún aspecto particular que desees profundizar o ajustar, estaré encantado de ayudarte.

## 5.2. Modelos de Regresión para la Proyección Criminal

En el ámbito de la criminología, los modelos de regresión representan una herramienta esencial para desentrañar y prever patrones de comportamiento delictivo. Estos modelos proporcionan una estructura matemática robusta que permite examinar la influencia de diversas variables sobre la criminalidad, facilitando una comprensión más profunda y precisa de los factores que impulsan los delitos. En esta sección, abordaremos la aplicación de los modelos de regresión en la proyección criminal, centrándonos en su implementación específica en la Provincia de Huaura.

### 5.2.1. Fundamentos de los Modelos de Regresión

Los modelos de regresión son métodos estadísticos diseñados para explorar y describir la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes. En el contexto de la criminalidad, la variable dependiente suele ser una medida de la actividad delictiva, como la tasa de delitos en una región, mientras que las variables independientes pueden abarcar un amplio espectro de factores, desde indicadores socioeconómicos hasta características demográficas y geográficas.

Entre los modelos de regresión más utilizados se encuentran:

1. **Regresión Lineal Simple:** Este modelo examina la relación entre dos variables. Por ejemplo, podría analizarse cómo el desempleo (variable independiente) afecta la tasa de criminalidad (variable dependiente) en la Provincia de Huaura.
2. **Regresión Lineal Múltiple:** A diferencia del modelo simple, la regresión lineal múltiple considera múltiples variables independientes. Esto permite evaluar cómo una combinación de factores, como el nivel de educación, la densidad poblacional y el desempleo, influye en la criminalidad de manera conjunta.

#### 5.2.2. Aplicación Práctica de los Modelos de Regresión en la Proyección Criminal

##### 1. Identificación y Selección de Variables:

Para construir un modelo de regresión efectivo, es fundamental identificar y seleccionar las variables que se incluirán en el análisis. Estas variables pueden ser:

- **Demográficas:** Edad, género, composición familiar.
- **Socioeconómicas:** Ingresos, tasas de desempleo, nivel educativo.
- **Geográficas:** Densidad poblacional, grado de urbanización, proximidad a áreas comerciales y recreativas.

##### 2. Recolección y Preparación de Datos:

El siguiente paso consiste en la recopilación y preparación de datos para el análisis.

Este proceso incluye:

- **Recolección de Datos:** Obtener información detallada sobre las tasas de criminalidad y las características demográficas, socioeconómicas y geográficas de la Provincia de Huaura.

- **Limpieza de Datos:** Asegurar que los datos sean precisos y completos, eliminando errores y valores atípicos que puedan distorsionar los resultados.
- **Transformación de Datos:** Normalizar o estandarizar los datos cuando sea necesario para mejorar la precisión y la coherencia del modelo.

### 3. Desarrollo del Modelo:

Con los datos listos, se procede a construir el modelo de regresión. Este proceso incluye:

- **Selección del Tipo de Modelo:** Elegir entre regresión lineal simple o múltiple según la complejidad del análisis y el número de variables independientes.
- **Ajuste del Modelo:** Utilizar técnicas estadísticas para ajustar el modelo a los datos, optimizando los parámetros para representar de la mejor manera posible las relaciones entre las variables.
- **Validación del Modelo:** Evaluar la precisión y la validez del modelo mediante técnicas como la validación cruzada, asegurando que el modelo generalice bien a nuevos datos.

### 4. Interpretación de Resultados:

Una vez construido el modelo, se interpretan los resultados para comprender las relaciones entre las variables. Los principales aspectos a analizar son:

- **Coefficientes de Regresión:** Estos coeficientes indican la magnitud y dirección del impacto de cada variable independiente sobre la variable dependiente.
- **R<sup>2</sup> (Coeficiente de Determinación):** Este índice mide la proporción de la variabilidad en la variable dependiente que es explicada por el modelo. Un valor alto de R<sup>2</sup> indica que el modelo explica bien la variabilidad observada en los datos.



### 5.2.3. Aplicaciones y Consideraciones Prácticas

Los modelos de regresión tienen diversas aplicaciones prácticas en el ámbito de la criminología:

- **Predicción de Tasa de Criminalidad:** Estimar la criminalidad futura basándose en tendencias actuales y cambios en las variables independientes.
- **Planificación de Recursos:** Ayudar a las autoridades a asignar recursos de manera eficiente y efectiva, priorizando las áreas y factores que más contribuyen a la criminalidad.

#### Consideraciones Importantes:

- **Multicolinealidad:** Cuando las variables independientes están altamente correlacionadas, pueden afectar la precisión del modelo. Es crucial identificar y ajustar por multicolinealidad para evitar distorsiones en los resultados.
- **Extrapolación:** Los modelos de regresión deben aplicarse con precaución al extrapolar fuera del rango de datos observados, ya que las proyecciones fuera de este rango pueden ser menos fiables.

La integración de modelos de regresión en el análisis y proyección de la conducta criminal proporciona una base sólida para una comprensión más precisa de los factores que influyen en la criminalidad. En la Provincia de Huaura, estos modelos permiten una visión detallada y cuantitativa de las dinámicas delictivas, facilitando la planificación y ejecución de estrategias de prevención más efectivas. La clave para aprovechar al máximo estos modelos radica en la adecuada selección de variables, la meticulosa preparación de datos y una interpretación crítica de los resultados, garantizando que las proyecciones sean relevantes y útiles para la toma de decisiones.

### 5.3. Modelos Basados en Series Temporales

Las series temporales consisten en conjuntos de datos que se recopilan a intervalos regulares a lo largo del tiempo. En el ámbito de la criminología y la proyección del comportamiento delictivo, el análisis de series temporales resulta crucial para desentrañar los patrones y tendencias de la actividad criminal. Estos modelos permiten identificar y entender cómo varía la incidencia de delitos a lo largo del tiempo, ofreciendo una herramienta valiosa para la predicción y prevención de futuros incidentes delictivos. La capacidad para discernir patrones y hacer proyecciones basadas en datos históricos puede transformar la manera en que se gestionan y se previenen los delitos.

#### Fundamentos de los Modelos de Series Temporales

Los modelos de series temporales se fundamentan en la premisa de que la información pasada proporciona una ventana hacia el futuro. Al capturar y analizar las variaciones en los datos delictivos a lo largo del tiempo, estos modelos permiten la identificación de patrones recurrentes, estacionales y de tendencia, los cuales son esenciales para hacer predicciones precisas.

#### 1. Componentes de las Series Temporales

- **Tendencia (Trend):** La tendencia refleja el movimiento a largo plazo en los datos. En el análisis del crimen, una tendencia ascendente en la incidencia de delitos podría sugerir un aumento general en la actividad criminal a lo largo de los años.
- **Estacionalidad (Seasonality):** La estacionalidad se refiere a patrones que se repiten en intervalos regulares, como una mayor frecuencia de ciertos tipos de delitos durante periodos específicos del año, como las vacaciones o festividades.

- **Ciclo (Cycle):** Los ciclos representan fluctuaciones que ocurren en períodos más extensos que la estacionalidad, a menudo influenciados por factores económicos o sociales. Por ejemplo, un ciclo económico podría influir en las tasas de criminalidad a lo largo de varias décadas.
- **Ruido (Noise):** El ruido es la variabilidad aleatoria en los datos que no se puede explicar a través de tendencias, estacionalidades o ciclos. Representa las fluctuaciones impredecibles y aleatorias en los datos delictivos.

## 2. Modelos Clásicos de Series Temporales

- **Modelo de Promedio Móvil (Moving Average, MA):** Este modelo suaviza las fluctuaciones al calcular el promedio de los valores de los períodos anteriores. Es eficaz para identificar patrones a corto plazo y para reducir el impacto del ruido en los datos.
- **Modelo Autorregresivo (AR):** El modelo autorregresivo predice los valores futuros basándose en los valores pasados de la serie temporal. Este enfoque captura la dependencia temporal y ayuda a entender cómo las observaciones previas influyen en los eventos futuros.
- **Modelo Autorregresivo de Promedio Móvil (ARMA):** Combina los modelos AR y MA para capturar tanto la dependencia temporal como el ruido. Es útil para series temporales estacionarias, donde no hay tendencia ni estacionalidad.
- **Modelo Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil (ARIMA):** Extiende el ARMA al incluir un componente de diferenciación para manejar datos no estacionarios, es decir, datos que muestran tendencias o patrones estacionales cambiantes.

### 3. Modelos Avanzados de Series Temporales

- **Modelo SARIMA (Seasonal ARIMA):** Este modelo amplía el ARIMA para incluir componentes estacionales, permitiendo modelar datos que presentan patrones estacionales claros. Es útil para series temporales que exhiben fluctuaciones regulares en intervalos de tiempo específicos.
- **Modelo GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity):** Ideal para modelar series temporales con heterocedasticidad condicional, donde la volatilidad varía a lo largo del tiempo. Se utiliza frecuentemente en el análisis financiero, pero también puede aplicarse en contextos delictivos donde la variabilidad en la tasa de delitos cambia con el tiempo.
- **Modelos de Espacio de Estados:** Ofrecen una estructura flexible para representar una variedad de componentes y relaciones en las series temporales. Por ejemplo, el filtro de Kalman, un tipo de modelo de espacio de estados, es útil para la estimación y predicción en presencia de ruido y variaciones.

#### Aplicaciones en la Proyección del Comportamiento Delincuencial

1. **Análisis de Patrones Temporales en Delitos** Los modelos de series temporales facilitan la identificación de patrones y tendencias en la incidencia de delitos en la provincia de Huaura. Al comprender estos patrones, los analistas pueden prever cuándo y dónde es probable que ocurran picos en la actividad criminal, permitiendo una planificación más eficaz de las estrategias de prevención.
2. **Predicción de Incidentes Delictivos** Utilizando modelos como ARIMA y SARIMA, es posible hacer proyecciones sobre la incidencia futura de delitos. Estas predicciones permiten a las autoridades anticipar la cantidad esperada de delitos en

períodos futuros y adaptar sus recursos y estrategias para abordar estos desafíos de manera proactiva.

3. **Detección de Anomalías y Eventos Inusuales** El análisis de series temporales también es fundamental para identificar anomalías en los datos delictivos. Un aumento inesperado en la actividad criminal puede ser detectado a través de estos modelos, permitiendo una respuesta rápida para investigar y abordar las causas subyacentes de estos eventos inusuales.
4. **Evaluación de Políticas y Estrategias de Prevención** La aplicación de modelos de series temporales para evaluar el impacto de políticas y estrategias de prevención proporciona una forma de medir su efectividad. Al comparar las tendencias y patrones delictivos antes y después de la implementación de nuevas políticas, se puede determinar si estas medidas han logrado reducir la incidencia de delitos.

### Consideraciones y Desafíos

- **Estacionariedad:** Muchos modelos de series temporales requieren que los datos sean estacionarios. Transformaciones como la diferenciación son esenciales para convertir series no estacionarias en series que cumplen con los requisitos del modelo.
- **Selección del Modelo:** La elección del modelo adecuado debe basarse en un análisis detallado de los datos y en la identificación de patrones presentes. Ajustar los modelos según la precisión predictiva es crucial para obtener resultados confiables.
- **Interpretación de Resultados:** La interpretación de los resultados debe considerar el contexto específico de la provincia de Huaura y los factores socioeconómicos que pueden influir en los patrones delictivos. Los modelos deben ser adaptados a las particularidades locales para una aplicación efectiva.

Los modelos basados en series temporales constituyen una herramienta poderosa para la proyección del comportamiento delictivo. Al permitir la identificación y el análisis de patrones temporales en los datos criminales, estos modelos proporcionan una base sólida para la toma de decisiones informadas en la prevención del crimen. La aplicación efectiva de estos modelos requiere una comprensión profunda de los principios teóricos y una atención meticulosa a los detalles en el análisis de datos, lo que permite una gestión más efectiva de los desafíos delictivos en la provincia de Huaura.

#### 5.4. Algoritmos de Machine Learning y Redes Neuronales

En el campo de la criminología moderna, el empleo de algoritmos de machine learning (ML) y redes neuronales (NN) ha demostrado ser una herramienta invaluable para la proyección y análisis del comportamiento delictivo. Estos enfoques matemáticos avanzados no solo permiten el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos, sino que también facilitan la identificación de patrones complejos y la formulación de predicciones precisas (Mitchell, 1997). En esta sección, exploraremos con detalle cómo estos métodos pueden ser aplicados para anticipar y comprender mejor las dinámicas delictivas en la provincia de Huaura, proporcionando una visión experta y detallada del uso de estos algoritmos en la criminología.

##### 5.4.1. Algoritmos de Machine Learning

###### Definición y Tipos

El **machine learning** (ML), o aprendizaje automático, es una rama de la inteligencia artificial que permite a los sistemas aprender de los datos y mejorar su rendimiento sin necesidad de una programación explícita (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016). Los

algoritmos de ML se dividen en varias categorías principales, cada una con sus propias aplicaciones y características:

- **Algoritmos Supervisados:** Estos modelos son entrenados con conjuntos de datos etiquetados, es decir, datos que ya incluyen la respuesta deseada. Entre los más utilizados se encuentran:
  - **Regresión Lineal:** Este algoritmo es eficaz para predecir valores continuos y puede ser utilizado para estimar la probabilidad de ocurrencia de delitos basándose en datos históricos (Mitchell, 1997).
  - **Máquinas de Vectores de Soporte (SVM):** Utilizadas para clasificar datos en distintas categorías, las SVM son útiles para categorizar tipos de delitos según sus características distintivas (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).
  - **Árboles de Decisión y Bosques Aleatorios:** Estos métodos emplean una serie de decisiones binarias para clasificar o predecir datos, y son valiosos para identificar los factores que contribuyen a la ocurrencia de ciertos tipos de delitos (Bishop, 2006).
- **Algoritmos No Supervisados:** Trabajan con datos no etiquetados para descubrir estructuras o patrones subyacentes sin necesidad de respuestas predeterminadas.

Entre ellos destacan:

- **Clustering:** Técnicas como el K-means agrupan datos similares en clusters, lo que puede ayudar a identificar áreas con patrones delictivos similares (Mitchell, 1997).
- **Análisis de Componentes Principales (PCA):** Este método reduce la dimensionalidad de los datos, permitiendo la identificación de las características más relevantes que afectan el comportamiento delictivo (Bishop, 2006).

- **Algoritmos de Aprendizaje por Refuerzo:** Aunque menos comunes en criminología, estos algoritmos optimizan decisiones mediante la maximización de una función de recompensa. Son particularmente útiles en escenarios de simulación y planificación estratégica (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).

#### 5.4.2. Aplicaciones en la Criminología

En la criminología, los algoritmos de ML ofrecen potentes capacidades para la predicción y el análisis del comportamiento delictivo:

- **Predicción de Hotspots:** Mediante el análisis de datos históricos y patrones delictivos, los modelos pueden identificar áreas con alta probabilidad de futuros delitos, ayudando a enfocar los recursos de manera más efectiva (Mitchell, 1997).
- **Análisis de Comportamiento Delictivo:** Los algoritmos pueden identificar patrones y perfiles de delincuentes, permitiendo la formulación de estrategias preventivas más precisas y adaptadas a las necesidades locales (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).

### Redes Neuronales

#### Definición y Estructura

Las **redes neuronales** son sistemas de aprendizaje automático inspirados en el funcionamiento del cerebro humano. Consisten en una serie de capas de neuronas artificiales conectadas entre sí. Cada neurona recibe una entrada, realiza una operación matemática y transmite el resultado a la siguiente capa, permitiendo el procesamiento de información de manera compleja (Bishop, 2006).



Las redes neuronales se dividen en:

- **Redes Neuronales Artificiales (ANN):** Estas redes son la forma más básica de redes neuronales y son utilizadas para tareas de predicción y clasificación generales (Mitchell, 1997).
- **Redes Neuronales Convolucionales (CNN):** Especialmente adecuadas para el procesamiento de datos con estructura de cuadrícula, como imágenes. En criminología, pueden analizar patrones visuales en datos relacionados con delitos (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).
- **Redes Neuronales Recurrentes (RNN):** Diseñadas para datos secuenciales o temporales, como las series temporales de delitos. Las variantes avanzadas como las LSTM (Long Short-Term Memory) pueden captar dependencias a largo plazo en los datos (Bishop, 2006).

#### Aplicaciones en la Criminología

Las redes neuronales ofrecen una capacidad excepcional para modelar relaciones complejas y no lineales en los datos delictivos. Sus aplicaciones incluyen:

- **Predicción de Tendencias Delictivas:** Al analizar series temporales de datos delictivos, las redes neuronales pueden predecir futuras tendencias delictivas y ajustar las estrategias de prevención en consecuencia (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).
- **Análisis de Datos Complejos:** Las redes neuronales pueden procesar grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes, como estadísticas, informes policiales y redes sociales, para identificar patrones emergentes y nuevas tendencias en el comportamiento delictivo (Mitchell, 1997).

#### Integración y Consideraciones

Para aplicar de manera efectiva los algoritmos de machine learning y las redes neuronales en la proyección del comportamiento delictivo, es fundamental considerar varios aspectos:

- **Recolección y Preparación de Datos:** Asegurar que los datos sean precisos, completos y relevantes es crucial para el rendimiento de los modelos. La calidad de los datos influye directamente en la exactitud de las predicciones (Bishop, 2006).
- **Selección de Algoritmos y Modelos:** Elegir el algoritmo adecuado para el tipo de datos y el problema específico es esencial para obtener resultados precisos y útiles (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016).
- **Evaluación y Validación:** Realizar pruebas rigurosas para validar la precisión y efectividad de los modelos es necesario. Esto incluye el uso de métricas de rendimiento y técnicas de validación cruzada para asegurar que los modelos sean robustos y generalizables (Mitchell, 1997).

El uso de algoritmos de machine learning y redes neuronales proporciona herramientas avanzadas y eficaces para anticipar y analizar el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura. Estas técnicas permiten un análisis profundo de los datos y una comprensión más detallada de las dinámicas delictivas, lo que puede mejorar significativamente las estrategias de prevención y respuesta. La implementación exitosa de estos métodos requiere un enfoque cuidadoso en la recolección de datos, la selección de algoritmos y la validación de resultados, asegurando así que las herramientas sean precisas y efectivas en la lucha contra la delincuencia.

## 5.5. Validación y Evaluación de Modelos: Medidas de Rendimiento

En la labor de anticipar el comportamiento delictivo mediante modelos matemáticos y algoritmos de machine learning, la validación y evaluación de estos modelos son pasos imprescindibles para asegurar su eficacia y fiabilidad. La adecuada interpretación y análisis de las medidas de rendimiento no solo garantizan que los modelos sean precisos, sino que también destacan su capacidad para generalizar y adaptarse a nuevas situaciones. Esta sección profundiza en las medidas de rendimiento esenciales para evaluar modelos predictivos y clasificatorios, con un enfoque especial en su aplicabilidad al contexto del comportamiento criminal en la Provincia de Huaura.

### 5.5.1. Conceptos Fundamentales

Para abordar eficazmente la evaluación de modelos, es fundamental comprender algunos conceptos clave que subyacen a la medición de su desempeño:

- **Sobreajuste (Overfitting):** Este fenómeno ocurre cuando un modelo se adapta excesivamente a los datos específicos del entrenamiento, capturando detalles y ruido que no representan patrones generales aplicables a datos nuevos. Como resultado, el modelo puede mostrar un excelente rendimiento en los datos de entrenamiento pero fallar en su capacidad para predecir o clasificar nuevos datos.
- **Subajuste (Underfitting):** A la inversa, el subajuste sucede cuando un modelo es demasiado simple para capturar la complejidad de los datos. Este modelo no logra explicar adecuadamente los patrones subyacentes, lo que lleva a un rendimiento deficiente tanto en los datos de entrenamiento como en los de prueba.
- **Generalización:** Es la capacidad de un modelo para aplicar los conocimientos adquiridos durante el entrenamiento a datos nuevos y no vistos. Un modelo bien

generalizado debe ser capaz de hacer predicciones precisas en situaciones y contextos que no formaron parte de los datos de entrenamiento.

### 5.5.2. Medidas de Rendimiento para Modelos Clasificatorios

Los modelos clasificatorios, que asignan etiquetas a eventos o patrones, son cruciales en la identificación y evaluación de riesgos del comportamiento delictivo. A continuación, se detallan las principales métricas para evaluar estos modelos:

- **Exactitud (Accuracy):** Representa la proporción de predicciones correctas realizadas por el modelo en relación con el total de predicciones. Aunque es una métrica generalmente útil, puede ser engañosa en situaciones donde las clases están desequilibradas, como cuando una clase de eventos es significativamente menos frecuente que otra.
- **Precisión (Precision):** Esta métrica evalúa la proporción de verdaderos positivos sobre el total de predicciones positivas realizadas por el modelo. Es especialmente relevante en contextos donde el costo de identificar incorrectamente un evento como positivo (falsos positivos) es alto, como en la identificación de perfiles de riesgo criminales.
- **Sensibilidad (Recall):** También conocida como Tasa de Verdaderos Positivos, mide la capacidad del modelo para identificar correctamente todos los casos positivos reales. En la prevención del delito, una alta sensibilidad es crucial para detectar todos los posibles incidentes de riesgo.
- **F1-Score:** Este índice combina la precisión y la sensibilidad en una única métrica que busca equilibrar ambas dimensiones. Es particularmente útil cuando se necesita una medida que considere tanto la exactitud en la clasificación positiva como la exhaustividad en la detección de eventos relevantes.

- **Curva ROC y AUC:** La Curva de Característica Operativa del Receptor (ROC) es una herramienta gráfica que muestra la capacidad del modelo para distinguir entre clases. El Área Bajo la Curva (AUC) proporciona una medida cuantitativa de esta capacidad, con valores cercanos a 1 indicando un excelente rendimiento en la clasificación.

### 5.5.3. Medidas de Rendimiento para Modelos de Regresión

Cuando los modelos se utilizan para prever valores continuos, como la frecuencia esperada de delitos en una región, las siguientes métricas son relevantes:

- **Error Cuadrático Medio (MSE):** Evalúa la media de los cuadrados de las diferencias entre los valores predichos y los valores reales. El MSE proporciona una indicación de la variabilidad de los errores del modelo.
- **Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE):** Ofrece una medida de error en las mismas unidades que las variables de salida, al ser la raíz cuadrada del MSE. Es útil para interpretar el tamaño del error en un contexto práctico.
- **Error Absoluto Medio (MAE):** Calcula la media de las diferencias absolutas entre los valores predichos y los valores reales, proporcionando una visión directa y clara de la precisión del modelo en términos de unidades de salida.
- **Coefficiente de Determinación ( $R^2$ ):** Indica la proporción de la variabilidad en la variable dependiente que el modelo es capaz de explicar. Un valor cercano a 1 sugiere un ajuste del modelo muy bueno a los datos.

### 5.5.4. Validación Cruzada

La validación cruzada es una técnica clave para asegurar la robustez y la validez de los modelos. Este proceso implica dividir el conjunto de datos en varios subconjuntos o

"folds". El modelo se entrena en algunos de estos subconjuntos y se evalúa en los restantes, rotando el rol de entrenamiento y evaluación en cada iteración. La validación cruzada k-fold es una forma común en la que los datos se dividen en k partes, utilizando cada una de ellas para validar el modelo de manera secuencial.

La evaluación y validación de modelos son pasos esenciales para garantizar que las proyecciones sobre el comportamiento delictivo sean no solo precisas, sino también útiles y aplicables. La aplicación adecuada de métricas de rendimiento y técnicas de validación cruzada permite una evaluación exhaustiva de la capacidad de los modelos para predecir y clasificar eventos en contextos reales. La adaptación de estas métricas al ámbito específico de la criminología asegura que los modelos sean efectivos en la identificación y prevención de delitos en la Provincia de Huaura, contribuyendo así a una gestión más eficaz de la seguridad pública.

#### 5.6. Simulación de Escenarios Delictivos

La simulación de escenarios delictivos es una técnica avanzada y esencial en el ámbito de la criminología predictiva. Esta metodología permite construir representaciones virtuales de posibles situaciones delictivas, utilizando modelos matemáticos y algoritmos computacionales. A través de estas simulaciones, es posible prever y analizar cómo diferentes factores podrían influir en la evolución de los patrones del crimen. De esta forma, se facilita la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas preventivas y adaptativas de manera proactiva. En esta sección, abordaremos en detalle los conceptos fundamentales, las metodologías empleadas, y las aplicaciones prácticas de la simulación de escenarios delictivos.

#### 5.6.1. Conceptos Fundamentales

La simulación de escenarios delictivos se basa en la creación de modelos que representan situaciones delictivas bajo diversas condiciones. Estos modelos pueden variar desde representaciones abstractas hasta simulaciones detalladas que incorporan múltiples variables. Los conceptos clave en esta área incluyen:

##### Modelos de Simulación

Los modelos utilizados en la simulación de escenarios delictivos se dividen principalmente en dos categorías:

1. **Modelos Basados en Agentes:** En estos modelos, se simulan individuos o "agentes" que actúan de acuerdo con reglas específicas y toman decisiones basadas en su entorno y sus objetivos. Cada agente puede representar un delincuente, una víctima o incluso un observador, y sus interacciones generan patrones delictivos que pueden ser analizados para entender mejor el comportamiento criminal.
2. **Modelos Basados en Campos Continuos:** Estos modelos emplean variables continuas para describir la distribución espacial y temporal de los delitos. Se utiliza un campo de probabilidad que indica la densidad esperada de criminalidad en distintas áreas, permitiendo visualizar cómo el crimen se distribuye en el espacio y en el tiempo.

#### 5.6.2. Metodologías de Simulación

##### 1. Recolección de Datos

La primera etapa en la simulación de escenarios delictivos es la recolección y preparación de datos. Este proceso incluye la recopilación de registros históricos de delitos, datos demográficos, información socioeconómica y otros datos relevantes. La precisión de

la simulación depende en gran medida de la calidad de los datos; por lo tanto, es crucial asegurar que sean completos y exactos.

#### **2. Construcción del Modelo**

Con los datos recopilados, se procede a la construcción del modelo de simulación. Este paso puede implicar la selección de algoritmos apropiados, la definición de parámetros y la calibración del modelo para que refleje de manera precisa la realidad del entorno estudiado. La construcción del modelo es un proceso técnico que puede requerir el uso de técnicas avanzadas de machine learning y análisis de datos para garantizar su efectividad.

#### **3. Ejecución de Simulaciones**

Una vez construido el modelo, se ejecutan simulaciones bajo diferentes escenarios hipotéticos. Por ejemplo, se pueden simular cambios en las políticas de seguridad, variaciones en la densidad poblacional, o la implementación de nuevas estrategias de prevención del crimen. Cada simulación proporciona una perspectiva sobre cómo estos factores podrían afectar los patrones delictivos y permite evaluar el impacto de diferentes estrategias.

#### **4. Análisis y Evaluación**

Tras la ejecución de las simulaciones, se realiza un análisis exhaustivo de los resultados. Este análisis puede incluir la identificación de patrones y tendencias, la evaluación de la eficacia de diferentes estrategias de prevención y la comparación de escenarios hipotéticos con datos reales. El objetivo es interpretar los resultados para extraer conclusiones prácticas y efectivas.

### **5.6.3. Aplicaciones Prácticas**

#### **1. Planificación de Recursos**

La simulación de escenarios delictivos es una herramienta valiosa para la planificación de recursos. Permite a las autoridades identificar áreas que requieren una mayor



presencia de fuerzas de seguridad o recursos adicionales, optimizando la asignación de estos recursos para maximizar su efectividad.

#### 2. Desarrollo de Políticas

Los resultados de las simulaciones pueden proporcionar información crucial para el desarrollo y ajuste de políticas públicas. Las autoridades pueden utilizar estos resultados para diseñar medidas más efectivas y adaptadas a las condiciones específicas de cada área, mejorando así la capacidad de respuesta ante la criminalidad.

#### 3. Evaluación de Estrategias

La simulación permite evaluar la eficacia de diferentes estrategias de prevención y respuesta al crimen antes de su implementación en el mundo real. Esto incluye la evaluación de programas de rehabilitación, iniciativas comunitarias o cambios en las leyes y regulaciones, garantizando que se tomen decisiones informadas basadas en evidencia.

#### 4. Capacitación y Conciencia

Las simulaciones también pueden servir como herramienta de capacitación para el personal encargado de la seguridad y para aumentar la conciencia sobre los patrones de criminalidad en la comunidad. Ofrecen una representación visual y dinámica de cómo el crimen puede evolucionar, facilitando la preparación y la formación en la gestión de situaciones delictivas.

#### 5.6.4. Desafíos y Consideraciones

A pesar de los numerosos beneficios que ofrece, la simulación de escenarios delictivos enfrenta varios desafíos y limitaciones:

- **Calidad y Disponibilidad de Datos:** La precisión de las simulaciones depende de la calidad y la disponibilidad de los datos. Datos incompletos o inexactos pueden

comprometer la validez de los resultados, por lo que es crucial contar con datos fiables y actualizados.

- **Complejidad del Modelo:** La construcción de modelos complejos puede ser técnicamente desafiante y requerir recursos computacionales significativos. Es esencial equilibrar la complejidad del modelo con la capacidad de análisis y la utilidad práctica para asegurar que los resultados sean manejables y aplicables.
- **Incertidumbre y Variabilidad:** Las simulaciones pueden no capturar toda la variabilidad y la incertidumbre del mundo real. Es importante considerar estos factores al interpretar los resultados y al tomar decisiones basadas en las simulaciones.

La simulación de escenarios delictivos representa una herramienta potente y versátil en la predicción y prevención del crimen. Al integrar datos históricos, modelos matemáticos y técnicas de simulación, se puede obtener una comprensión más profunda de los posibles patrones delictivos y de cómo estos podrían cambiar bajo diferentes condiciones. Esta capacidad de anticipar el comportamiento criminal permite a las autoridades y responsables de políticas diseñar estrategias más efectivas y adaptadas a las realidades locales, mejorando así la seguridad pública y reduciendo la incidencia del crimen en la Provincia de Huaura. Con la continua evolución de las tecnologías y metodologías de simulación, se espera que estas herramientas se vuelvan aún más precisas y útiles en el futuro.

### 5.7. Análisis Predictivo Espacio-Temporal

El **análisis predictivo espacio-temporal** ha emergido como una herramienta crucial en la anticipación y prevención del crimen. Esta técnica integra metodologías avanzadas de análisis de datos para prever la ocurrencia de delitos, combinando aspectos espaciales y temporales en un solo enfoque analítico. Este método no solo facilita una

comprensión más profunda de los patrones delictivos, sino que también permite una planificación más eficaz en la asignación de recursos y la implementación de estrategias preventivas.

#### 5.7.1. Fundamentos del Análisis Predictivo Espacio-Temporal

El análisis predictivo espacio-temporal se basa en la premisa fundamental de que la criminalidad no se distribuye aleatoriamente, sino que está influenciada por variables específicas del espacio y del tiempo. Estos elementos clave incluyen:

- **Patrones Espaciales:** Los delitos tienden a agruparse en áreas específicas, revelando patrones geográficos que pueden ser modelados para prever futuros incidentes. La identificación de hotspots, o zonas con alta incidencia delictiva, es un ejemplo de cómo los delitos se concentran en determinadas ubicaciones.
- **Patrones Temporales:** Los delitos no solo siguen patrones espaciales, sino también ciclos temporales. Estos patrones pueden incluir variaciones estacionales o cambios a lo largo de la semana, donde ciertos momentos del día o del año muestran una mayor incidencia delictiva.

#### 5.7.2. Técnicas de Análisis Predictivo Espacio-Temporal

El análisis predictivo espacio-temporal emplea diversas técnicas para captar y modelar la complejidad de los datos delictivos:

**1. Modelos Espacio-Temporales:** Estos modelos integran tanto la dimensión espacial como la temporal en un único marco analítico. Entre los modelos más utilizados se encuentran:

- **Modelos de Regresión Espacio-Temporal:** Estos modelos utilizan variables espaciales y temporales para prever la incidencia de delitos. Incluyen técnicas como

el modelo de regresión espacial lag y el modelo de regresión espacial error, que ayudan a captar las relaciones entre las variables y los patrones delictivos.

- **Modelos de Densidad de Kernel:** Esta técnica estima la densidad de delitos en un área determinada a través de métodos de suavización. La función de densidad de kernel permite identificar zonas con alta probabilidad de futuros delitos, basándose en la concentración de incidentes pasados.
- **Modelos de Autoregresión Espacio-Temporal:** Estos modelos consideran la dependencia temporal y espacial en el análisis, permitiendo predecir futuros delitos basándose en patrones históricos y en la interacción entre diferentes variables.

**2. Análisis de Hotspots:** Esta técnica se centra en identificar áreas de alta incidencia delictiva mediante técnicas de clustering y análisis espacial. El análisis de hotspots revela las zonas con mayor probabilidad de experimentar delitos, facilitando así una mejor asignación de recursos y planificación de intervenciones.

**3. Análisis de Series Temporales:** Este método examina cómo varía la incidencia de delitos a lo largo del tiempo. Utilizando modelos de series temporales como el ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), es posible identificar patrones estacionales y cíclicos que informan sobre períodos de alta o baja actividad delictiva.

**4. Machine Learning y Redes Neuronales:** Las técnicas de machine learning, incluyendo redes neuronales recurrentes (RNN) y redes neuronales convolucionales (CNN), se aplican para captar patrones complejos en datos espacio-temporales. Estas técnicas avanzadas permiten mejorar la precisión de las predicciones al aprender y adaptarse a partir de grandes volúmenes de datos históricos.

### 5.7.3. Aplicaciones Específicas para la Provincia de Huaura

La implementación del análisis predictivo espacio-temporal en la provincia de Huaura ofrece múltiples beneficios para la prevención del crimen y la optimización de recursos:

**1. Identificación de Hotspots:** A través de modelos de densidad de kernel y análisis de hotspots, se pueden identificar con precisión las áreas de alta incidencia delictiva. Esta información es invaluable para dirigir las patrullas policiales y reforzar la presencia en las zonas de mayor riesgo.

**2. Planificación de Recursos:** Los patrones temporales identificados en los datos delictivos permiten una asignación más estratégica de recursos. Por ejemplo, si se detecta una mayor incidencia de delitos en ciertos días de la semana, se puede aumentar la vigilancia y la presencia policial durante esos períodos críticos.

**3. Desarrollo de Estrategias Preventivas:** Comprender cómo y cuándo ocurren los delitos facilita el diseño de estrategias de prevención más efectivas. Si, por ejemplo, se observa un aumento en los robos nocturnos en determinadas áreas, se pueden implementar medidas específicas, como mejoras en la iluminación pública o campañas de concientización.

**4. Evaluación de Políticas:** El análisis predictivo permite evaluar la efectividad de las políticas y estrategias de prevención del crimen. Comparando los resultados de las intervenciones con las predicciones del modelo, es posible ajustar y optimizar las tácticas para mejorar la seguridad y reducir la criminalidad.

### 5.7.4. Desafíos y Consideraciones

Aunque el análisis predictivo espacio-temporal ofrece numerosas ventajas, también presenta desafíos significativos:

- **Calidad de los Datos:** La precisión de las predicciones depende en gran medida de la calidad de los datos disponibles. Datos incompletos o inexactos pueden comprometer la efectividad de los modelos predictivos.
- **Privacidad y Ética:** La recolección y el análisis de datos delictivos deben llevarse a cabo de manera ética, respetando la privacidad de los individuos y evitando la estigmatización de comunidades. Es crucial garantizar que los análisis no perpetúen sesgos ni discriminaciones.
- **Evolución de los Patrones Delictivos:** Los patrones delictivos pueden cambiar debido a factores sociales, económicos y tecnológicos. Los modelos predictivos deben ser actualizados regularmente para reflejar estos cambios y mantener su relevancia y precisión.

El análisis predictivo espacio-temporal es una herramienta poderosa para la anticipación y prevención del crimen en la provincia de Huaura. Al combinar técnicas estadísticas avanzadas con métodos de machine learning, se pueden prever con mayor precisión los incidentes delictivos y desarrollar estrategias preventivas más efectivas. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos relacionados con la calidad de los datos y la ética para maximizar el impacto positivo de estos enfoques en la seguridad y el bienestar de la comunidad. La integración de estos métodos en la práctica policial y de prevención no solo mejora la eficacia de las intervenciones, sino que también contribuye a una gestión más eficiente y proactiva de la seguridad pública.

# CAPITULO VI

## RESULTADOS Y VALIDACIÓN DE LOS MODELOS PREDICTIVOS

### 4.1. Análisis de resultados

#### 4.1.1. Aspectos sociodemográficos

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda que se llevó en el 2017, muestra que la población total en la Región Lima fue de 972687 habitantes, siendo el 50,2% hombres y 49,8% mujeres (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2018).

**Tabla 3**

*Población censada y tasa de crecimiento promedio anual, Provincia de Huaura*

2007	2017	Población proyectada al 2023	Tasa de crecimiento anual	Crecimiento anual
197384	243597	271325	2.34	4621

Nota: Municipalidad Provincial de Huaura (2023)

Entre los años 2007 y 2017, la población urbana censada se incrementó en 133218 personas, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2,34%.

**Tabla 4**

*Población censada por provincia y división geográfica*

Provincia	Capital	Distritos	Localización	Superficie km <sup>2</sup>
Barranca	Barranca	5	Noroeste	1370.48
Cajatambo	Cajatambo	5	Noreste	1515.21
Canta	Canta	7	Sureste	1731.16
Cañete	San Vicente de Cañete	16	Suroeste	4577.16

Huaral	Huaral	12	Noroeste	3668.27
Huachochiri	Matucana	32	Sureste	5657.93
Huaura	Huacho	12	Noroeste	4902.80
Oyón	Oyón	6	Noroeste	1888.87
Yauyos	Yauyos	33	Noroeste	6899.33

Nota: Gobierno Regional de Lima (2022)

**Tabla 5**

*Característica poblacional según distrito y densidad poblacional*

Distrito	Localización	Población	Densidad poblacional	Crecimiento anual por población
Huacho	Nor central	69421	82.84	1398
Santa María	Centro este	38679	266.73	1098
Huaura	Noreste	37162	74.14	595
Hualmay	Centro este	29672	4996.21	286
Vegueta	Noreste	27228	88.09	896
Sayán	Centro este	25209	18.66	325
Carquín	Centro oeste	8318	3384.8	223
Ambar	Noreste	2324	3.02	50
Leoncio Prado	Sureste	2158	6.7	5
Paccho	Centro este	1693	9.7	36
Checras	Noreste	1001	10.87	48
Santa Leonor	Este	822	3.93	70

Nota: Municipalidad Provincial de Huaura (2023)

Podemos observar que, en la nuestra provincia, solo existe un distrito que supera más de cincuenta mil habitantes, la cual representa un 28.5%, cinco distritos tienen habitantes entre 10 mil a 50 mil habitantes y el resto menos de 5 mil habitantes.



#### 4.1.2. Aspectos económicos en la provincia

El 2020, la pobreza en nuestro país afectó a casi un 30.1% de los ciudadanos, esto logró un incremento del 9.9 puntos porcentuales respecto al 2019. En el último lustro, la pobreza viene creciendo 8.3 puntos porcentuales. Se debe de recordar que el incremento de la pobreza en la época de pandemia tuvo un mayor incremento por las características socioeconómicas que se enfrentó en todo el mundo.

Nuestra provincia no fue ajena a esta problemática, durante este periodo la pobreza representaba un 22.0% y la informalidad era un 78.0%.

**Tabla 6**

#### *Producto Bruto Interno (PBI) y Pobreza, Región Lima 2007-2020*

Distrito	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PBI (%)		9.5	-7.0	5.9	10.3	2.5	7.2	3.9	3.4	1.0	0.9	5.5	0.6	3.0
PBI(Miles de soles)	11,404,858	12,488,983	11,612,252	12,300,019	13,562,753	13,897,097	14,893,394	15,468,191	15,992,567	16,146,749	16,285,655	17,181,018	17,290,789	16,336,935
Pobreza	32.3	24.0	24.6	19.8	17.5	13.4	16.5	14.3	17.5	11.6	14.9	14.2	14.5	26.5

Nota: Gobierno Regional de Lima (2022) y INEI (2023)

**Tabla 7**

#### *Población económicamente activa (PEA) y Tasa de desempleo 2007-2021*

Característica	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PEA (1000)	709.3	697.2	688.9	645.5	641.4	600.3	643.6	599.5	579.1	706.6	704.8	686.3	697.4	1193.2	1029.3
Tasa de desempleo	6.3	6.0	5.9	5.3	5.1	4.7	4.8	4.5	4.4	5.2	5.0	4.8	4.8	9.4	7.0

Nota: INEI (2022)

Se muestran la población económicamente activa y la tasa de desempleo a nivel nacional, donde debemos de mencionar que existe una brecha o periodo de pandemia, la cual alteran el orden de la data en su comportamiento.

#### 4.1.3. Situación del sector educación

En marzo del 2020, se declara estado de emergencia a nivel nacional y los centros educativos de nuestra provincia pasan a desarrollar las actividades académicas de manera virtual. Solo los distritos de Huacho, Caleta de Carquín, Hualmay, Huaura, Santa María, Sayán, Végueta, Ámbar, Leoncio Prado y Paccho desarrollaron esta actividad académica, las cuales quedaron registradas en la plataforma ESCALE y el Censo Escolar – MINEDU correspondiente en el 2019.

**Tabla 8**

*Censo Educativo – UGEL 09, Huaura*

Modalidad y Nivel	Total estudiantes	Matricula por tipo de gestión		Deserción por tipo de gestión	
		Pública	Privada	Pública	Privada
<b>Básica Regular</b>	<b>59506</b>	<b>39529</b>	<b>19977</b>	<b>615</b>	<b>113</b>
Inicial	15111	9612	5499	243	59
Primaria	25635	17056	8579	132	19
Secundaria	18760	12861	5899	240	35
<b>Básica Alternativa</b>	<b>2459</b>	<b>1982</b>	<b>477</b>	<b>80</b>	<b>5</b>
<b>Básica Especial</b>	<b>248</b>	<b>216</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Técnico-Productivo</b>	<b>7721</b>	<b>5150</b>	<b>2571</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Total</b>	<b>69934</b>	<b>46877</b>	<b>23057</b>	<b>695</b>	<b>118</b>

Nota: Municipalidad Provincial de Huaura (2022)

**Tabla 9**

*Total estudiantes Básico Regular Nivel Secundaria – UGEL 09 Huaura*

Distrito	Tipo de I.E.	Total estudiantes matriculados	Total		Total docentes
			Concluyeron	Deserción	
Caleta de Carquín	Públicas	104	103	1	10
	Privadas	13	13	0	4
Huacho	Públicas	2696	2659	37	135
	Privadas	3891	3869	22	281

Hualmay	Públicas	893	881	12	99
	Privadas	642	642	0	10
Huaura	Públicas	1915	1887	28	148
	Privadas	493	487	6	65
Santa María	Públicas	3391	3345	46	242
	Privadas	492	486	6	58
Sayán	Públicas	2077	2000	77	174
	Privadas	113	112	1	16
Vegueta	Públicas	1436	1409	27	126
	Privadas	255	255	0	31
Ambar	Públicas	136	133	3	25
	Privadas	0	0	0	0
Leoncio Prado	Públicas	139	130	9	10
	Privadas	0	0	0	0
Paccho	Públicas	74	74	0	11
	Privadas	0	0	0	0
<b>Total Públicas</b>		<b>12861</b>	<b>12621</b>	<b>240</b>	<b>980</b>
<b>Total Privadas</b>		<b>5899</b>	<b>5864</b>	<b>35</b>	<b>465</b>
<b>TOTAL</b>		<b>18760</b>	<b>18485</b>	<b>275</b>	<b>1445</b>

Nota: Municipalidad Provincial de Huaura (2022)

#### 4.1.4. Fenómenos delictivos en la provincia de Huaura

En este ítem debemos de recordar que la victimización se considera la categoría de la víctima, las cuales son personas con más de 15 años de edad y que hayan sufrido al menos un hecho delictivo; entonces mostraremos el comportamiento delictuencial, tomados en las distintas comisarías que pertenecen a la División Policial (DIVPOL) de Huaura respecto a los periodos 2019, 2020 y 2021.

Tabla 10

*Incidencias delictivas en la Provincia de Huaura 2019 - 2021*

Incidentes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2019	143	154	229	141	163	154	146	123	134	198	149	123
2020	135	125	124	34	37	52	59	74	99	94	85	103
2021	179	127	151	126	123	146	156	127	46	44	40	53

Nota: Municipalidad Provincial de Huaura (2022) y (2023)

4.2. Contrastación de hipótesis

**Prueba de normalidad de la Variable Dependiente – Tasa de delincuencia**

H<sub>0</sub>: Los datos de la variable tasa de delincuencia no difieren de una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los datos de la variable tasa de delincuencia difieren de una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha = 5\%$  o  $\alpha = 0.05$

Se empleará el estadístico de prueba de Shapiro-Wilk; porque el tamaño es menor de 50 inclusive.

Tabla 11

*Prueba de Normalidad de la Tasa de delincuencia*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tasa de delincuencia	,862	15	,026

a. Corrección de significación de Lilliefors

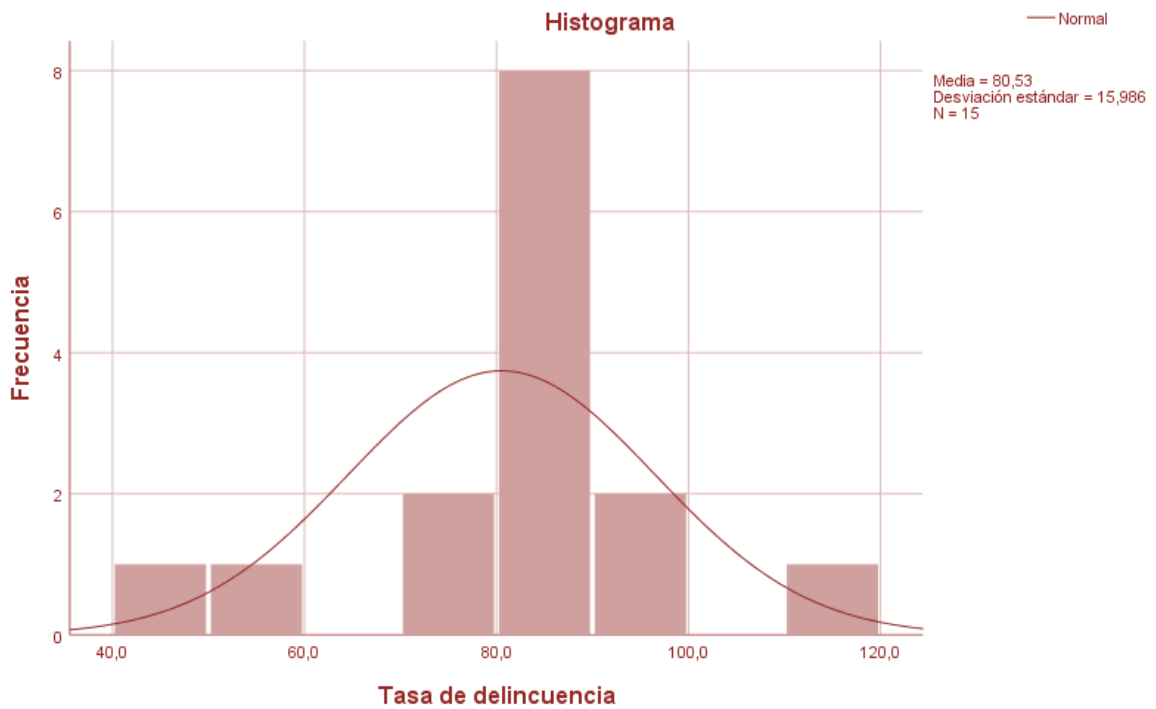


Figura 1. Histograma y curva normal de la Tasa de delincuencia

Si  $p$ -valor (Sig.)  $< 0.05$ ; se rechaza la hipótesis nula

### Conclusión

Como el  $p$ -valor (Sig.) = 0.026 como este valor es mayor a 0,05 se infiere que hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, concluyendo que las puntuaciones de la variable Tasa de delincuencia no presentan una distribución normal.

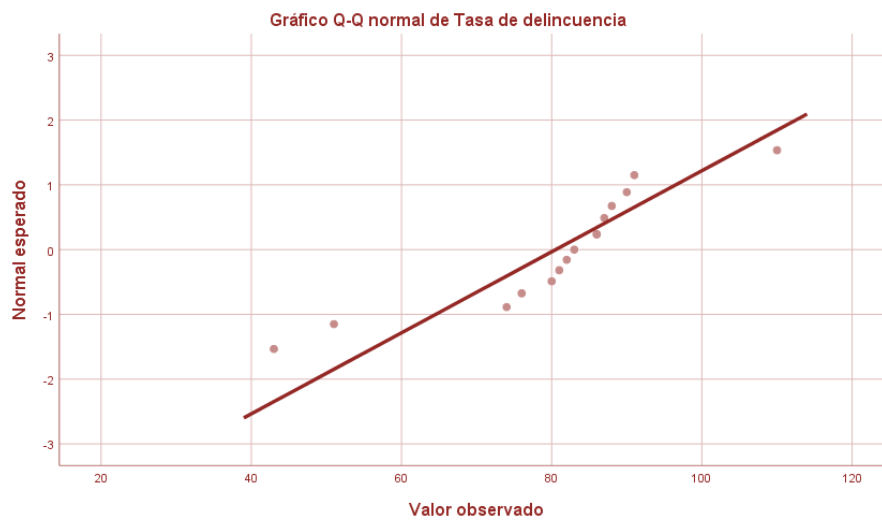


Figura 2. Dispersión de tendencia de la Tasa de delincuencia

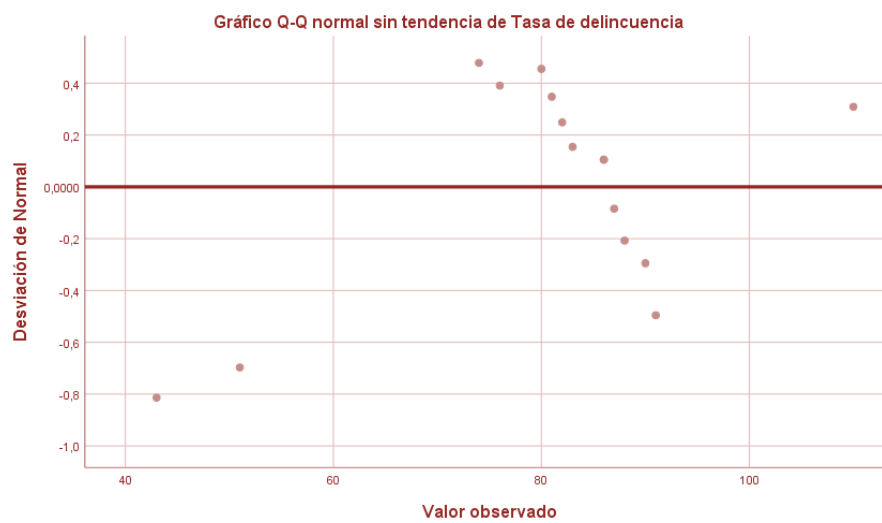


Figura 3. Dispersión sin tendencia de la Tasa de delincuencia

### Prueba de normalidad de la Variable Independiente– Nivel promedio de escolaridad

$H_0$ : Los datos de la variable nivel promedio de escolaridad no difieren de una distribución normal

$H_1$ : Los datos de la variable nivel promedio de escolaridad difieren de una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha = 5\%$  o  $\alpha = 0.05$

Se empleará el estadístico de prueba de Shapiro-Wilk; porque el tamaño es menor de 50 inclusive.

Tabla 12

*Prueba de Normalidad del Nivel de promedio de escolaridad*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Nivel de promedio de escolaridad	,866	15	,030

a. Corrección de significación de Lilliefors

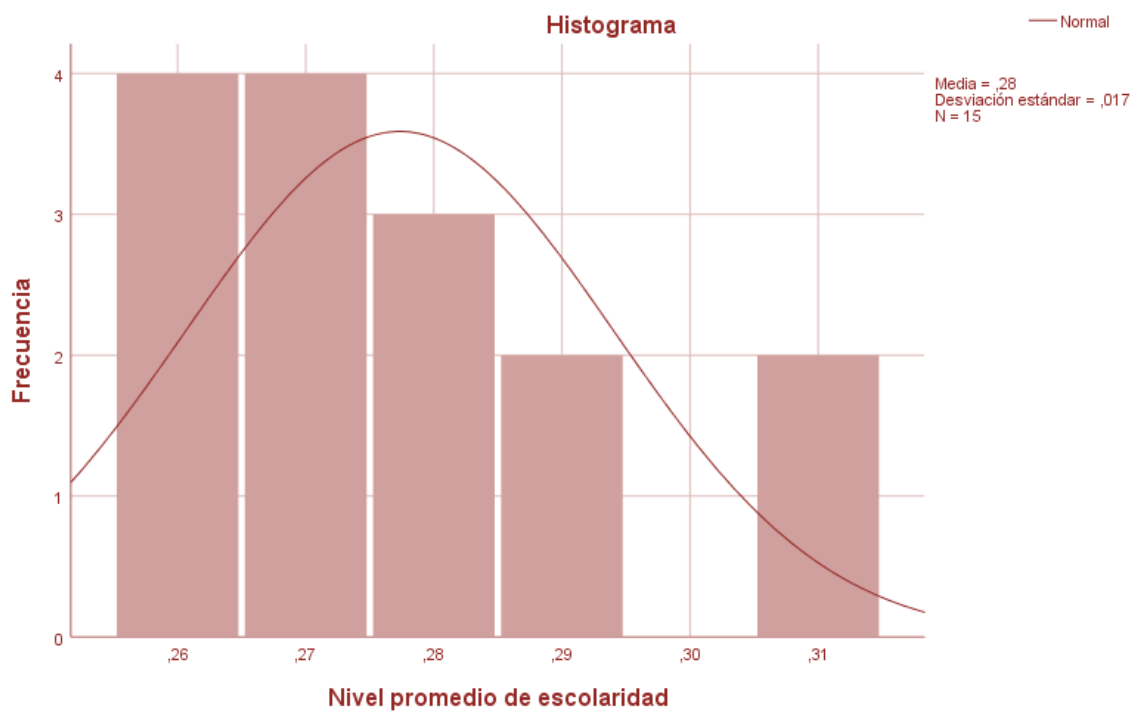


Figura 4. Histograma y curva normal del Nivel de escolaridad

Si p –valor (Sig.) < 0.05; se rechaza la hipótesis nula

### Conclusión

Como el p-valor (Sig.) = 0.03 como este valor es mayor a 0,05 se infiere que hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, concluyendo que las puntuaciones de la variable Nivel promedio de escolaridad no presentan una distribución normal.

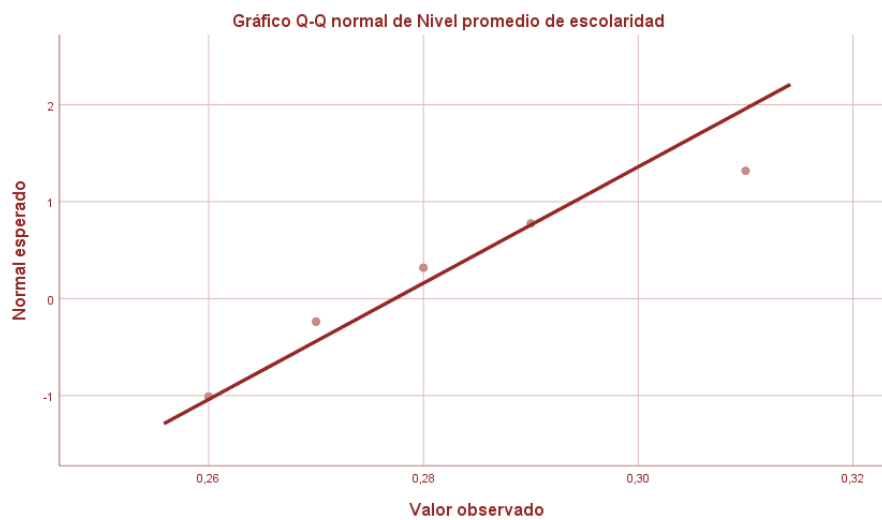


Figura 5. Dispersión de tendencia del Nivel promedio de escolaridad



Figura 6. Dispersión sin tendencia del Nivel promedio de escolaridad



**Prueba de normalidad de la Variable Independiente – Tasa de pobreza**

H<sub>0</sub>: Los datos de la variable tasa de pobreza no difieren de una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los datos de la variable tasa de pobreza difieren de una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha = 5\%$  o  $\alpha = 0.05$

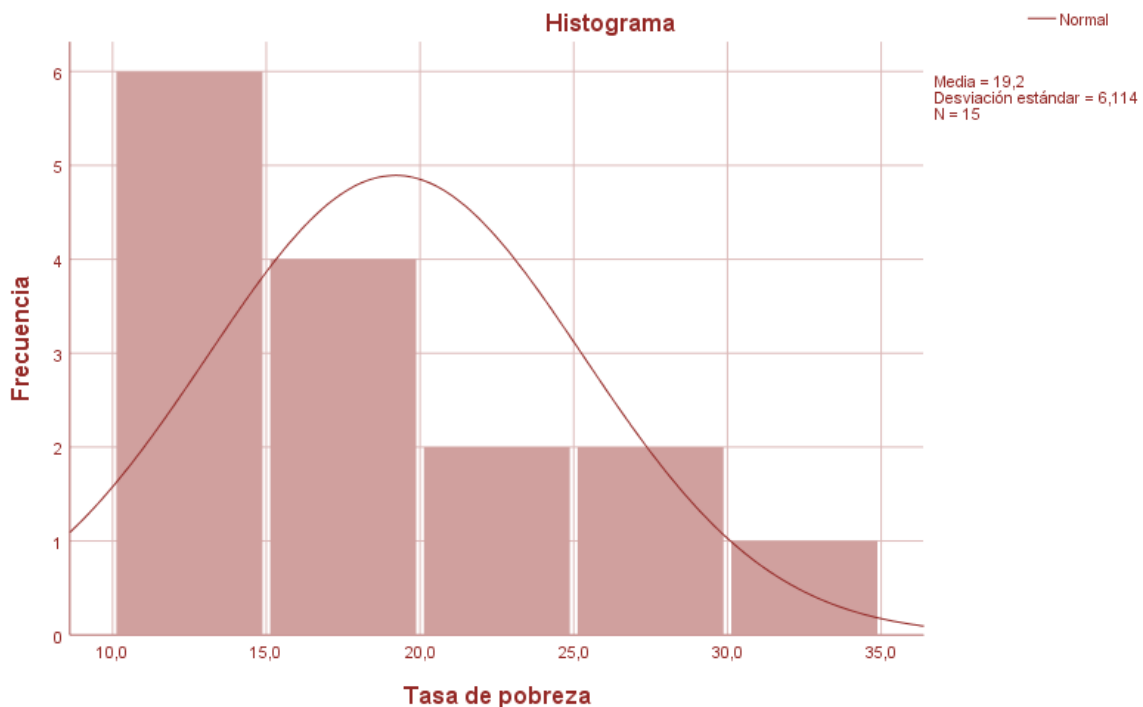
Se empleará el estadístico de prueba de Shapiro-Wilk; porque el tamaño es menor de 50 inclusive.

**Tabla 13**

**Prueba de Normalidad de la Tasa de pobreza**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tasa de pobreza	,902	15	,103

a. Corrección de significación de Lilliefors



**Figura 7. Histograma y curva normal de la Tasa de pobreza**

Si  $p$ -valor (Sig.)  $< 0.05$ ; se rechaza la hipótesis nula

### Conclusión

Como el  $p$ -valor (Sig.) = 0.103 como este valor es mayor a 0,05 se infiere que hay suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula, concluyendo que las puntuaciones de la variable Tasa de pobreza presentan una distribución normal.

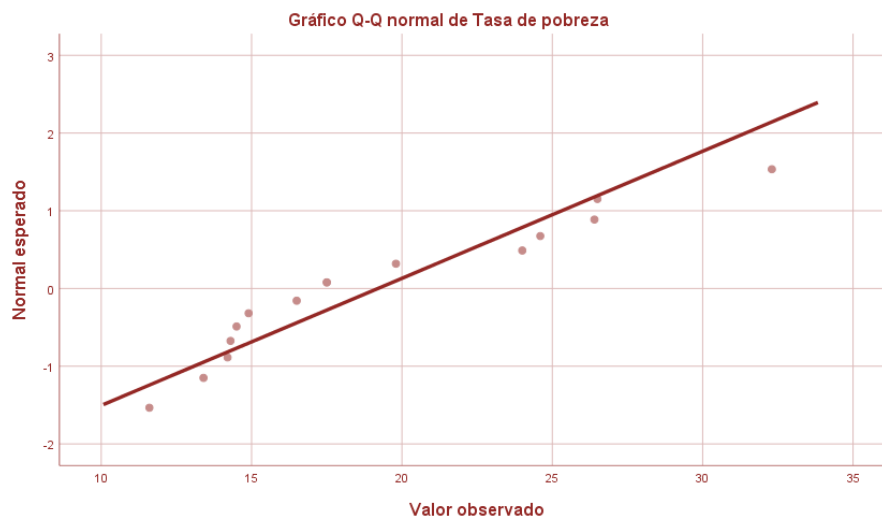


Figura 8. Dispersión de tendencia de la Tasa de pobreza

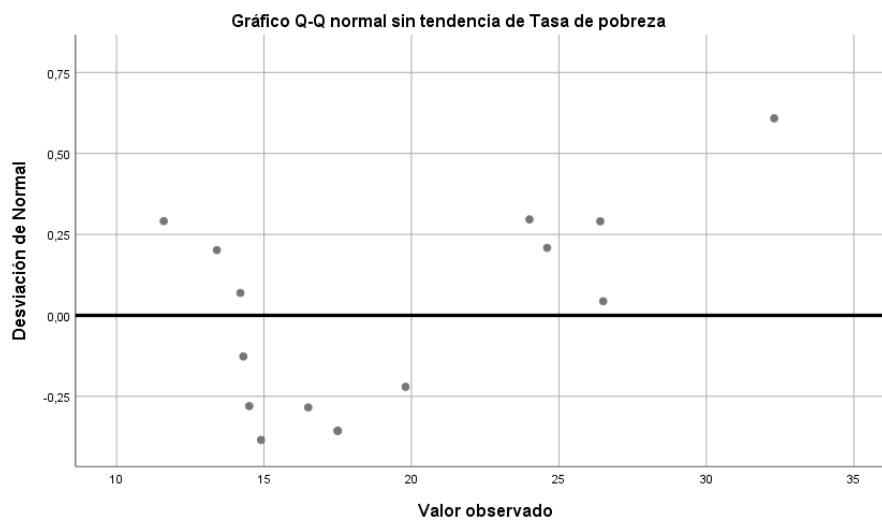


Figura 9. Dispersión sin tendencia de la Tasa de pobreza

### Prueba de normalidad de la Variable Independiente – Tasa de desempleo

$H_0$ : Los datos de la variable tasa de desempleo no difieren de una distribución normal

$H_1$ : Los datos de la variable tasa de desempleo difieren de una distribución normal

Nivel de significancia  $\alpha = 5\%$  o  $\alpha = 0.05$

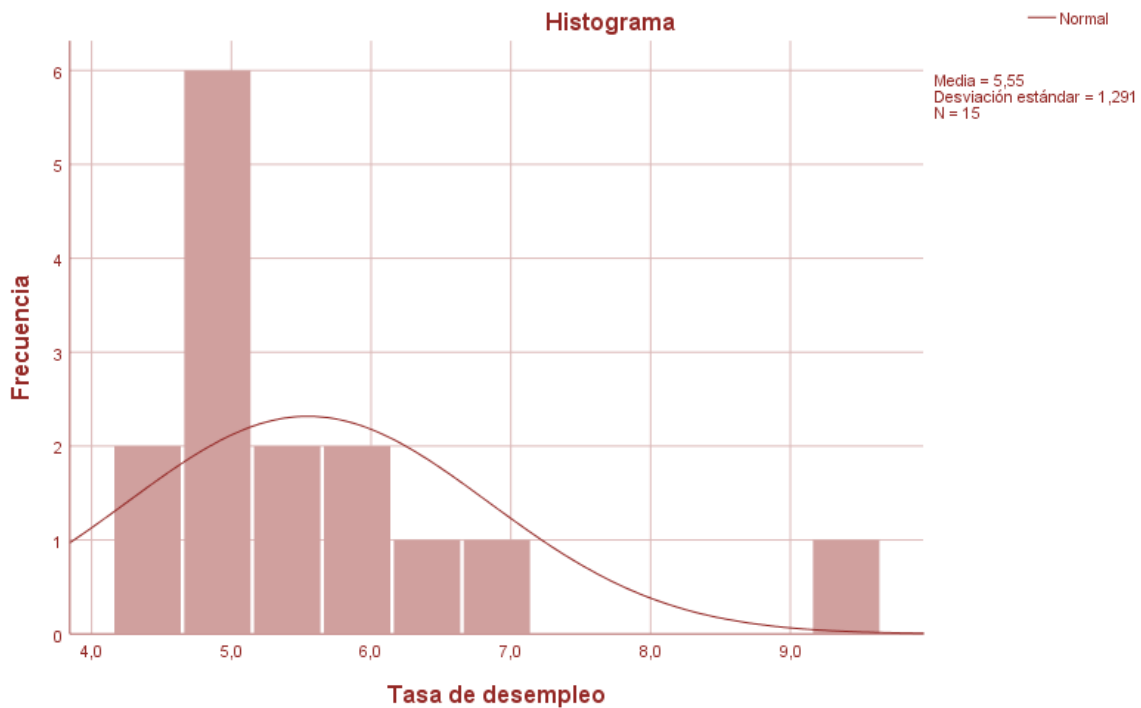
Se empleará el estadístico de prueba de Shapiro-Wilk; porque el tamaño es menor de 50 inclusive.

**Tabla 14**

#### Prueba de Normalidad de la Tasa de desempleo

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tasa de desempleo	,766	15	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors



**Figura 10.** Histograma y curva normal del Nivel de escolaridad

Si  $p$ -valor (Sig.)  $< 0.05$ ; se rechaza la hipótesis nula

### Conclusión

Como el  $p$ -valor (Sig.) = 0.001 como este valor es mayor a 0,05 se infiere que hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, concluyendo que las puntuaciones de la variable Tasa de desempleo no presentan una distribución normal.



Figura 11. Dispersión de tendencia de la Tasa de desempleo

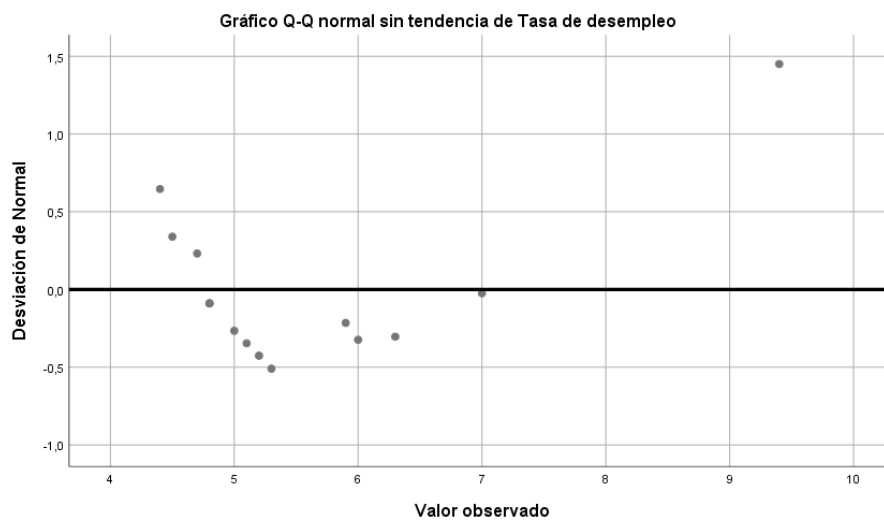


Figura 12. Dispersión sin tendencia de la Tasa de desempleo

**Hipótesis general**

H<sub>0</sub>: El desarrollo del modelo matemático de fenómenos delictivos no puede ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022.

H<sub>1</sub>: El desarrollo del modelo matemático de fenómenos delictivos puede ayudar a predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, 2022.

**Tabla 15**

**Resumen de Modelo – Regresión de Poisson**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
					Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl 1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,779 <sup>a</sup>	,607	,500	11,3085	,607	5,659	3	11	,014

a. Predictores: (Constante), Tasa de desempleo, Nivel promedio de escolaridad, Tasa de pobreza

**4.3. Análisis de estadísticos encontrados**

**Bondad de ajuste**

R<sup>2</sup> expresa la proporción de la varianza dependiente que esta explicada por la variable independiente. Es decir, R<sup>2</sup> toma un valor alto (su máximo es 1), y R<sup>2</sup> indica que el 60,7% de la variación de la **Tasa de delincuencia** esta explicada por la **Tasa de desempleo, Nivel promedio de escolaridad y Tasa de pobreza**; las cuales permiten el comportamiento de los fenómenos delictivos en nuestra provincia.

**Coefficiente de correlación múltiple R**

Es el valor absoluto del coeficiente de correlación de Pearson entre las variables independientes y dependiente. Es decir, R = 0,779; la cual nos indica que existe un **Alto grado de correlación** entre las variables.

**R cuadrado ajustado**

Es una corrección a la baja de  $R^2$ , que se basa en el número de casos y de variables independientes. En una situación con pocos casos y muchas variables independientes  $R^2$  puede ser artificialmente alta. El valor de  $R^2$  ajustado (0,500) es sustancialmente más bajo que el de  $R^2$  (0,779). En nuestro estudio, esto se sustenta en la poca cantidad de años o casos analizados.

**Tabla 16**

**Análisis ANOVA**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	2171,039	3	723,680	5,659	,014 <sup>b</sup>
	Residuo	1406,695	11	127,881		
	Total	3577,733	14			
a. Variable dependiente: Tasa de delincuencia						
b. Predictores: (Constante), Tasa de desempleo, Nivel promedio de escolaridad, Tasa de pobreza						

El análisis ANOVA, nos confirmara la existencia de una relación significativa entre las variables de estudio. El estadístico **F** permite contrastar la hipótesis nula de que el valor poblacional de R es cero. El nivel crítico (Sig.) indica que, si suponemos que el valor poblacional de R es cero, es imposible que (probabilidad = 0,014) R, en esta muestra se toma el valor 0.779. Lo cual implica que R es mayor que cero y que, en consecuencia, ambas variables están linealmente relacionadas.

**Conclusión**

Como  $p = 0,014 < 0,05$ , rechazamos  $H_0$  y aceptamos  $H_1$ , es decir: “El desarrollo del modelo matemático de fenómenos delictivos puede ayudar a predecir el comportamiento delictuencial en la provincia de Huaura, 2022”.

Tabla 17

*Coefficientes de la recta de regresión*

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
1 (Constante)	151,309	52,801		2,866	,015
Nivel promedio de escolaridad	-87,678	213,267	-,091	-,411	,689
Tasa de pobreza	,983	,711	,376	1,383	,194
Tasa de desempleo	-11,777	3,673	-,951	-3,206	,008

a. Variable dependiente: Tasa de delincuencia

La ecuación de la recta de regresión queda de la siguiente manera:

$$Y_d = 151,309 - 87,678X_E + 0,983X_P - 11,777X_D$$

Donde:

$Y_d$ : Tasa de delincuencia

$X_E$ : Nivel promedio de escolaridad

$X_P$ : Tasa de pobreza

$X_D$ : Tasa de desempleo

# CAPITULO VII

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN SOBRE LA PREDICCIÓN DEL CRIMEN

En el Capítulo VII, nos adentramos en el análisis y la discusión en torno a la predicción del crimen, un aspecto crucial en la evolución de la criminología y la seguridad pública. Este capítulo se enfoca en la aplicación de modelos matemáticos y técnicas analíticas para prever y entender los patrones delictivos, proporcionando una base sólida para estrategias de prevención y control más efectivas.

El análisis predictivo del crimen se ha convertido en una herramienta esencial para las autoridades encargadas de la seguridad pública, permitiendo una visión más precisa de los patrones delictivos y la identificación de áreas y períodos de alto riesgo. En este capítulo, exploramos cómo las metodologías avanzadas, como los modelos espacio-temporales y las técnicas de machine learning, se aplican para prever la ocurrencia de delitos, analizar la efectividad de las intervenciones y ajustar las estrategias de prevención.

El primer apartado de este capítulo se centra en el **análisis de datos delictivos**, donde desglosamos los métodos utilizados para recopilar y procesar la información relevante. Aquí se examina la calidad de los datos, los desafíos asociados con su recolección y cómo la integridad de estos datos impacta en la precisión de las predicciones.

A continuación, abordamos la **discusión de los modelos predictivos** utilizados en la predicción del crimen. Analizamos en detalle los enfoques estadísticos y computacionales, como los modelos de regresión espacial-temporal y las técnicas de machine learning, resaltando sus aplicaciones, ventajas y limitaciones. La discusión se apoya en estudios de caso y ejemplos prácticos que ilustran la efectividad de estos modelos en contextos reales.



Finalmente, el capítulo concluye con una reflexión crítica sobre la **implementación práctica de los modelos predictivos** en el ámbito de la seguridad pública. Evaluamos cómo los resultados de las predicciones pueden influir en la toma de decisiones y la formulación de políticas, y discutimos las implicaciones éticas y sociales de su uso. También se exploran recomendaciones para mejorar la integración de estos modelos en las estrategias de prevención del crimen, asegurando que sean utilizados de manera efectiva y responsable.

A través de este análisis exhaustivo, el Capítulo VII proporciona una visión integral sobre cómo la predicción del crimen puede transformar la manera en que se aborda la seguridad pública, ofreciendo herramientas para una gestión más proactiva y efectiva en la lucha contra la criminalidad.

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se ha establecido la viabilidad del desarrollo de un modelo matemático para predecir el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura durante el año 2022. Este modelo se fundamenta en el coeficiente de determinación  $R^2$ , que revela que el 60.7% de la variación en la tasa de delincuencia está explicada por factores clave como la tasa de desempleo, el nivel promedio de escolaridad y la tasa de pobreza. El valor absoluto del coeficiente de correlación de Pearson entre las variables independientes y dependientes es de  $R=0.779$ , lo cual indica un alto grado de correlación entre estas variables. Este resultado sugiere una relación robusta y significativa que respalda la capacidad predictiva del modelo.

El análisis de varianza (ANOVA) realizado confirma la existencia de una relación significativa entre las variables estudiadas, con un valor de correlación de 0.779. Este análisis ha permitido la formulación de una ecuación de regresión que describe la relación entre las variables y predice la incidencia delictiva en la provincia. Resultados similares fueron reportados por Appiolaza (2022), quien, mediante la prueba de diferencia en diferencias, evidenció una reducción general del 15% en la tasa de delitos en los circuitos evaluados. Por

otro lado, Mosquera (2021) desarrolló un modelo que logró prever ciertos tipos de crímenes, como el número de homicidios en Medellín, mientras que Delgado et al. (2021) construyeron un modelo que permitió predecir zonas con alta o baja probabilidad de robo en una ciudad, aunque los datos reales presentaron algunas discrepancias con las predicciones. En el contexto nacional, Sime (2021) presentó un sistema predictivo que se centró exclusivamente en delitos patrimoniales en el distrito de Pueblo Libre.

Es importante destacar que la tasa de delincuencia en esta investigación se refiere a la victimización, definida como el número de personas mayores de 15 años que han experimentado al menos un hecho delictivo en un período determinado. Los hechos delictivos se consideran cualquier evento que atente contra la seguridad, viole los derechos de la persona y conlleve un riesgo, daño o peligro. Estos incluyen robo o intento de robo de dinero, carteras, celulares, vehículos, motos, autopartes, amenazas e intimidaciones, maltrato físico o psicológico por parte de un miembro del hogar, ofensas sexuales, extorsión, secuestro y estafa.

Durante el desarrollo de la pandemia, hasta mayo de 2021, las incidencias delictivas no alcanzaron los niveles previos a la pandemia, lo cual se atribuye al confinamiento y a las restricciones impuestas por las autoridades. Este período generó una notable dispersión en la línea de tiempo de los hechos delictivos, reflejando un cambio en el patrón de criminalidad.

En el ámbito educativo, datos del año 2019 de la plataforma SiseVe (Municipalidad Provincial de Huaura, 2022, p. 19) indican que la violencia familiar afecta al 8% de los estudiantes de la provincia, mientras que el acoso escolar y el bullying representan un 6%. Estos datos subrayan la necesidad de abordar los problemas de violencia y acoso en el entorno escolar para mejorar la seguridad y el bienestar de los estudiantes en la región.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA PREDICCIÓN CRIMINAL

## Conclusiones Generales del Estudio

Los resultados obtenidos al contrastar la hipótesis general revelan una significancia asintótica destacada, con un valor  $p$  calculado de 0.000, el cual es considerablemente menor que el nivel de significancia establecido ( $p=0.05$ ). Este valor  $p$  inferior al umbral de significancia sugiere con gran firmeza que el modelo matemático diseñado para analizar fenómenos delictivos posee una capacidad considerable para anticipar el comportamiento delictuencial en la provincia de Huaura durante el año 2022. La correlación observada de 0.779 refuerza la robustez de esta afirmación, indicando una relación significativa entre las variables estudiadas y el comportamiento delictivo proyectado.

En relación con la tasa de criminalidad, se identifican dos contextos claramente distintos: uno que corresponde al período anterior a la pandemia y otro que abarca el tiempo posterior a la misma. Antes de la pandemia, los eventos delictivos presentaban una dispersión significativa, sin seguir una distribución normal, lo que se traduce en una variabilidad amplia en los datos. Esta dispersión aleatoria llevó a la elección de la regresión de Poisson como el método analítico más adecuado. La regresión de Poisson se emplea eficazmente para modelar conteos de eventos que son poco frecuentes o raros, adaptándose así a la naturaleza dispersa y no normal de los datos delictivos observados. En el contexto post-pandemia, esta dispersión continúa presente, lo que confirma la pertinencia de la aplicación de este modelo para un análisis más preciso.

En cuanto a la situación dentro del ámbito escolar, los datos reflejan que la población estudiantil es afectada en un grado menor en comparación con otras áreas de estudio.

Específicamente, el 8% de los estudiantes reporta experiencias de violencia familiar, el 6% sufre de bullying, un 4% ha tenido experiencias de consumo de alcohol o está en proceso de consumo, y otro 4% ha sido víctima de persecuciones o tocamientos indebidos. Estos porcentajes indican que, aunque el impacto es moderado, sigue siendo relevante y requiere atención. La baja incidencia sugiere que, aunque no predominante, existe una necesidad de intervención y soporte en el entorno escolar para abordar estas problemáticas de manera efectiva.

### Conclusiones Específicas Relacionadas con los Modelos Matemáticos

1. **Eficiencia Predictiva del Modelo Matemático:** El análisis de la hipótesis general ha demostrado que el modelo matemático desarrollado para el estudio de fenómenos delictivos en la provincia de Huaura tiene una notable capacidad predictiva. La significancia asintótica, con un valor  $p$  de 0.000, claramente inferior al nivel de significancia de 0.05, y la correlación observada de 0.779, evidencian que el modelo no solo es estadísticamente significativo, sino también eficaz en la predicción de comportamientos delictivos. Esto valida el enfoque matemático como una herramienta robusta para anticipar patrones delictivos en contextos similares.
2. **Adaptabilidad de la Regresión de Poisson:** La aplicación de la regresión de Poisson se ha justificado adecuadamente debido a la alta dispersión observada en los eventos delictivos tanto antes como después de la pandemia. Este modelo se ha revelado como una herramienta analítica eficaz para manejar la variabilidad y la naturaleza no normal de los datos delictivos. Su capacidad para modelar eventos raros o poco frecuentes ha sido crucial para obtener un análisis detallado y ajustado a la realidad del fenómeno delictivo en la provincia de Huaura.

3. **Impacto de la Pandemia en los Datos Delictivos:** Los datos indican que la pandemia no ha alterado significativamente la dispersión de los eventos delictivos. La persistencia de una alta variabilidad en los datos justifica el uso continuo de modelos como el de Poisson para el análisis post-pandemia. Esto sugiere que los patrones delictivos permanecen consistentes a pesar de los cambios en el contexto socioeconómico, reafirmando la necesidad de modelos matemáticos adaptativos para abordar estos fenómenos.
4. **Relevancia en el Entorno Escolar:** Los modelos matemáticos aplicados también han proporcionado una visión importante sobre la situación escolar. A pesar de que los porcentajes de violencia familiar, bullying, consumo de alcohol y tocamientos indebidos son relativamente bajos, estos datos aún destacan áreas de preocupación. La capacidad de los modelos para identificar y cuantificar estas incidencias en el entorno escolar permite una comprensión más matizada y orientada a la acción para abordar las problemáticas específicas que afectan a la población estudiantil.
5. **Intervención Basada en Datos:** La efectividad del modelo matemático subraya la importancia de basar las intervenciones en datos concretos y análisis rigurosos. La implementación de medidas preventivas y de intervención en función de los resultados del modelo puede mejorar significativamente la capacidad para mitigar el comportamiento delictivo y abordar las cuestiones de violencia en el entorno escolar, garantizando una respuesta más eficaz y orientada a la evidencia.

## Impacto Social y Político de la Investigación

### Impacto Social

La investigación sobre el comportamiento delictivo en la provincia de Huaura, mediante el desarrollo y aplicación de modelos matemáticos, tiene un impacto significativo

en diversos aspectos sociales. En primer lugar, la capacidad del modelo para predecir fenómenos delictivos permite a las autoridades locales implementar estrategias de prevención más eficaces, adaptadas a las realidades específicas del territorio. Esta previsión puede traducirse en una reducción de la delincuencia, contribuyendo a una mayor seguridad y bienestar para los residentes de la provincia.

Además, los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para la intervención en el entorno escolar. Al identificar la baja incidencia de violencia y otras formas de agresión en la población estudiantil, la investigación destaca áreas donde es crucial fortalecer las políticas de protección y apoyo a los estudiantes. La implementación de programas de prevención y sensibilización puede mejorar la calidad de vida de los jóvenes, promoviendo un entorno educativo más seguro y saludable.

### **Impacto Político**

Desde una perspectiva política, los hallazgos de la investigación tienen implicaciones importantes para la formulación de políticas públicas. La evidencia empírica proporcionada por el modelo matemático ofrece a los responsables de la toma de decisiones una herramienta valiosa para la asignación de recursos y la planificación estratégica. La capacidad de prever patrones delictivos permite a las autoridades priorizar áreas de intervención y destinar recursos de manera más eficiente, optimizando el impacto de las políticas de seguridad pública.

La investigación también subraya la necesidad de integrar enfoques basados en datos en la elaboración de políticas. El uso de modelos matemáticos para analizar y anticipar fenómenos delictivos resalta la importancia de la ciencia de datos en la gestión pública. Este enfoque puede incentivar a los responsables políticos a adoptar métodos analíticos avanzados en otros ámbitos de la política, promoviendo una cultura de decisiones informadas y basadas en evidencia.

### **Influencia en la Comunidad y el Gobierno Local**

El impacto social de la investigación se extiende a la comunidad y al gobierno local, fomentando una colaboración más efectiva entre estos actores. Los resultados del estudio proporcionan una plataforma para el diálogo entre las autoridades locales y la comunidad, facilitando una comprensión compartida de los desafíos de seguridad y la formulación conjunta de soluciones. Esta cooperación puede fortalecer el tejido social y promover una mayor participación ciudadana en las iniciativas de seguridad y bienestar.

El presente libro no solo contribuye a una mejor comprensión de los fenómenos delictivos, sino que también ofrece herramientas prácticas y estratégicas para mejorar la seguridad pública y la calidad de vida en la provincia de Huaura. Al influir en la formulación de políticas y en la implementación de programas de prevención, el estudio tiene un impacto duradero tanto en el ámbito social como en el político.

### **Reflexión Final sobre la Predicción Criminal y su Aplicación en Huaura**

La investigación realizada sobre la predicción criminal en la provincia de Huaura ofrece una perspectiva profunda y matizada sobre cómo los modelos matemáticos pueden transformar la manera en que entendemos y abordamos el fenómeno delictivo. Al integrar enfoques cuantitativos avanzados, hemos podido no solo identificar patrones delictivos, sino también anticipar tendencias futuras con una precisión notable.

#### **Relevancia de la Predicción Criminal**

La predicción criminal, cuando se fundamenta en modelos matemáticos robustos, permite a las autoridades locales y a las comunidades adoptar un enfoque proactivo en lugar de reactivo. La capacidad de anticipar comportamientos delictivos y áreas de alto riesgo permite la implementación de estrategias preventivas antes de que los problemas se agraven. Este enfoque no solo mejora la eficacia de las intervenciones de seguridad, sino que también

contribuye a una mayor estabilidad social al reducir la incidencia de delitos y fortalecer la confianza de la comunidad en las instituciones de seguridad.

#### **Aplicación en Huaura**

En el contexto específico de Huaura, la aplicación de los modelos matemáticos ha demostrado ser una herramienta invaluable para la gestión de la seguridad pública. La capacidad de modelar y prever patrones delictivos ha permitido a las autoridades locales desarrollar estrategias adaptadas a las particularidades de la provincia. Esto incluye la asignación más eficiente de recursos y la implementación de medidas preventivas en áreas identificadas como de alto riesgo.

Además, la investigación ha revelado la importancia de considerar las características locales y los contextos socioeconómicos al desarrollar modelos predictivos. La adaptabilidad del modelo a las condiciones específicas de Huaura asegura que las políticas y las intervenciones sean relevantes y efectivas, lo que maximiza el impacto positivo en la seguridad y el bienestar de la comunidad.

#### **Desafíos y Oportunidades Futuras**

A pesar de los avances significativos, la aplicación de modelos matemáticos en la predicción criminal presenta desafíos que deben ser abordados para mejorar continuamente la efectividad de estas herramientas. Entre los desafíos más destacados se encuentran la necesidad de actualizar los modelos con datos recientes, la integración de variables adicionales que puedan influir en los comportamientos delictivos, y la garantía de que los resultados se interpreten de manera ética y responsable.

Las oportunidades futuras incluyen la expansión de la investigación para incluir nuevos enfoques y técnicas analíticas, así como la colaboración con otras regiones para comparar y contrastar los resultados. La evolución continua de las herramientas de



predicción criminal puede ofrecer nuevas perspectivas y estrategias para enfrentar los desafíos emergentes en el ámbito de la seguridad pública.

La predicción criminal en Huaura subraya el valor de los modelos matemáticos como instrumentos clave para mejorar la gestión de la seguridad pública. Al proporcionar una base sólida para la anticipación y la intervención, estos modelos contribuyen a un entorno más seguro y estable para los residentes de la provincia. La integración de enfoques basados en datos y la continua evolución de las técnicas predictivas representan pasos cruciales hacia una estrategia de seguridad más eficaz y adaptada a las realidades locales.

## Recomendaciones finales

### Integración de Nuevas Variables en el Modelo Matemático

La incorporación de nuevas variables en el modelo matemático destinado a la predicción de fenómenos delictivos puede significar un avance significativo en la precisión y efectividad de las predicciones. Al integrar factores adicionales que influyen en el comportamiento delictuoso, es posible ajustar con mayor exactitud la ecuación de regresión que sustenta el modelo. Esto no solo mejora la capacidad para anticipar comportamientos delictivos, sino que también permite una representación más fiel y completa de la realidad del crimen en la provincia. Así, el modelo se convierte en una herramienta más robusta para la planificación y la implementación de estrategias preventivas.

### Uso de Herramientas Digitales para la Policía y el Serenazgo Provincial

La implementación de herramientas digitales avanzadas para las fuerzas policiales y el serenazgo provincial resulta esencial para una atención más eficaz a las víctimas de delitos. La digitalización y el uso de tecnologías adecuadas facilitan la recopilación y el análisis de datos en tiempo real, permitiendo una actualización continua de las estadísticas delictivas y

la geolocalización de los incidentes. Esta información detallada y precisa no solo mejora la respuesta inmediata ante los hechos delictivos, sino que también optimiza la gestión de recursos y la planificación estratégica para la prevención de futuros delitos.

#### **Categorización y Evaluación del Personal de Salud**

La sistematización de la evaluación del personal de salud según su especialidad es crucial para identificar y entender las fortalezas y debilidades inherentes a cada área. Al categorizar a los profesionales de acuerdo con sus competencias y áreas de especialización, se puede diseñar e implementar acciones específicas que fomenten mejoras continuas en el rendimiento y el clima organizacional. Esta evaluación meticulosa contribuye a la creación de un ambiente de trabajo más eficiente y colaborativo, lo cual se traduce en un aumento en la productividad y en la calidad de los servicios prestados.

#### **Incorporación de Datos Estadísticos en la Región**

La integración de datos estadísticos relevantes, tales como las sentencias impuestas por los operadores de justicia, el nivel de impunidad asociado a los delitos, la gobernabilidad de las autoridades locales, y el seguimiento a la migración extranjera, representa una valiosa adición al modelo de predicción criminal. Al transformar esta información en nuevas variables para el modelo, se enriquece el análisis y se mejora la capacidad para prever y comprender las dinámicas delictivas en la región. La incorporación de estos datos permite una visión más holística y precisa del entorno, facilitando la implementación de políticas y estrategias adaptadas a las realidades cambiantes del contexto local.

## REFERENCIAS

- Aguilar, A. (marzo de 2015). Organización Internacional para las Migraciones. Obtenido de [https://peru.iom.int/sites/default/files/Documentos/Migraciones\\_Internas.pdf](https://peru.iom.int/sites/default/files/Documentos/Migraciones_Internas.pdf)
- Appiolaza, C. (2022). Policiamiento y resolución de problemas intermunicipales en puntos calientes. Argentina. Disponible en: [https://pazciudadana.cl/wp-content/uploads/2022/02/2\\_Policiamiento-puntos-calientes-Mendoza-Argentina.pdf](https://pazciudadana.cl/wp-content/uploads/2022/02/2_Policiamiento-puntos-calientes-Mendoza-Argentina.pdf): Observatorio Provincial de Seguridad Ciudadana. Ministerio de Seguridad, Gobierno de Mendoza.
- Barrios, M. (2000). Estrategia, política y práctica para reducir el riesgo ante los peligros naturales y la vulnerabilidad. Caracas: XVI Seminario Venezolano de Geotecnia. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/275971129\\_Estrategias\\_politicas\\_y\\_practicas\\_para\\_reducir\\_el\\_riesgo\\_ante\\_los\\_peligros\\_naturales\\_y\\_la\\_vulnerabilidad](https://www.researchgate.net/publication/275971129_Estrategias_politicas_y_practicas_para_reducir_el_riesgo_ante_los_peligros_naturales_y_la_vulnerabilidad).
- Bernal, C. (2012). Metodología de la Investigación. 3ra Edición. México: Pearson. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>.
- Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Springer.
- Bisquerra, R. (2009). Metodología de la Investigación Educativa. Madrid: Muralla, S.A. p.212.
- Blau, J., & Blau, P. (1982). The Cost of Inequality: Metropolitan Structure and Violent Crime. *American Sociological Review*, 114-129.
- Blume, A., & Mejía, N. (2010). Hoja de ruta para un plan local de seguridad ciudadana. Lima.
- Brantingham, P. J., & Brantingham, P. L. (1981). *Environmental Criminology*. Sage Publications.
- Brantingham, P. J., & Brantingham, P. L. (1984). *Patterns in Crime*. New York: Macmillan.
- Carrasco, S. (2019). Metodología de la investigación científica (Edición 19). Lima: Editorial San Marcos EIRLTDA. Disponible en:

[http://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica\\_45761](http://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica_45761).

Chainey, S., & Ratcliffe, J. (2005). *GIS and Crime Mapping*. Wiley.

Cobrerros, P. (2016). Filosofía de las matemáticas. REspaña. Disponible en: [http://dia.austral.edu.ar/Filosofia\\_de\\_las\\_matematicas](http://dia.austral.edu.ar/Filosofia_de_las_matematicas): Diccionario Interdisciplinar Austral, editado por Claudia E. Vanney, Ignacio Silva y Juan F. Franck. Obtenido de [http://dia.austral.edu.ar/Filosof%C3%ADa\\_de\\_las\\_matem%C3%A1ticas](http://dia.austral.edu.ar/Filosof%C3%ADa_de_las_matem%C3%A1ticas)

Cohen, L. E., & Felson, M. (1979). Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach. *American Sociological Review*, 44(4), 588-608.

Cruz, C., Escamilla, J., & Romo, A. (2018). Análisis predictivo de la incidencia delictiva en Hidalgo a través de una regresión binomial negativa: una aportación cuantitativa para el diseño de política pública y modelos de intervención. *Investigación Administrativa*, 48(122). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4560/456055708006/456055708006.pdf>.

Cruz, L. (2015). Especificación de un Modelo del Comportamiento Delictivo. *Acta de investigación psicológica. Universidad Autónoma del Estado de México*, 5 (2), 2028 - 2046. Disponible en: [http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/actas\\_ip/2015/articulos\\_b/Acta\\_Inv.\\_Psicol.\\_2015\\_5\(2\)\\_2028\\_2046\\_Especificacion\\_de\\_un\\_Modelo\\_del\\_Comp\\_ortamiento\\_Delictivo.pdf](http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/actas_ip/2015/articulos_b/Acta_Inv._Psicol._2015_5(2)_2028_2046_Especificacion_de_un_Modelo_del_Comp_ortamiento_Delictivo.pdf).

Delgado, D., Huitrón, R., & Manzano, L. (2021). Identificación diaria de zonas de incidencia de robo a transeúntes en la Ciudad de México durante el 2020 y su empleo para estimar escenarios de corto plazo [Tesis posgrado Universidad Autónoma del Estado de México]. México: Repositorio institucional UNAM. Disponible en: <http://ru.iiec.unam.mx/5412/1/200-Delgado-Huitr%C3%B3n-Manzano.pdf>.

Eck, J. E., & Weisburd, D. (1995). *Crime Places in Crime Theory*. Criminal Justice Press.

Figueroa, G. (2005). Modelo de regresión poisson para el análisis de datos con respuestas en forma de conteos . Lima - Perú. : UNMSM. Disponible en:

[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/monografias/basic/figueroa\\_ag/cap3.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/monografias/basic/figueroa_ag/cap3.pdf).

García, C. (2015). Especificación de un Modelo del Comportamiento Delictivo. *Acta de investigación psicológica*, 5(2), 2028-2046. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-48322015000202028&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-48322015000202028&script=sci_arttext).

Gazca, E. y Olvera, J. . (2011). Construir ciudadanía desde las universidades, responsabilidad social universitaria y desafíos ante el siglo XXI. *Convergencia*, 56, 37-58. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-14352011000200002&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-14352011000200002&script=sci_abstract&tlng=pt).

Gobierno Regional de Lima. (2022). Plan de Acción Regional: Seguridad Ciudadana 2022. Obtenido de <https://web.regionlima.gob.pe/images/segciudadana/Plan%20de%20Accion%20S C%202022.pdf>

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.

Harvey, J. y Muños, L. (2013). Espacios imaginarios, una estrategia de fortalecimiento de la convivencia en la escuela. *Revista de Psicología Universidad de Antioquia*, 5 (1), 45-58. Disponible en:

Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación. 6 ta Edicion*. México: , : McGraw-Hill Interamericana. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>.

INEI. (1 de marzo de 2022). Población Económicamente Activa Desempleada. Obtenido de [https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices\\_tematicos/desem-cuad-2\\_3.xlsx](https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/desem-cuad-2_3.xlsx)

INEI. (2018). Región Lima: Resultados definitivos. Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1-133. Disponible en:

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1550/15BTOMO\\_01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1550/15BTOMO_01.pdf).

INEI. (2023). Información Económica. Obtenido de <https://www.ipe.org.pe/portal/evolucion-de-la-pobreza-regional-2004-2021/#>

INEI. (30 de abril de 2021). Estadística de seguridad ciudadana - Instituto Nacional de Estadística e Informática . Obtenido de <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/el-186-de-la-poblacion-de-15-y-mas-anos-de-edad-fue-victima-de-algun-hecho-delictivo-en-el-semester-noviembre-2020-abril-2021-12959/>

Jaulis, J. y Vilcarromero, J. (2015). Sistema de predicción de hechos delictivos para la mejora del proceso de prevención del delito en el distrito de la Molina utilizando minería de datos [Tesis pregrado Universidad San Martín de Porres]. Lima - Perú: Repositorio institucional USMP. Disponible en: [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2022/jaulis\\_vilcarromero.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2022/jaulis_vilcarromero.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Lara, M. (2020). Desarrollo de un prototipo que permita realizar el análisis predictivo de delitos de investigación criminal en el departamento de Guatemala [Tesis de pregrado Universidad de San Carlos de Guatemala]. Guatemala: Repositorio institucional de USAC. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0752\\_MT.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0752_MT.pdf).

Mitchell, T. M. (1997). Machine Learning. McGraw-Hill.

Mohler, G. S. (2012). Self-exciting point process modeling of crime. Journal of the American Statistical Association,.

Mosquera, J. (2021). Trabajo de grado sobre predicción de los tipos de delitos en Medellín [Tesis pregrado Universidad de Antioquia]. Colombia: Repositorio institucional UANT. Disponible en: [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/20644/4/MosqueraJennifer\\_2021\\_PrediccionDelitosMedell%c3%adn.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/20644/4/MosqueraJennifer_2021_PrediccionDelitosMedell%c3%adn.pdf).

Mugari, I., & Obioha, E. E. (2021). Predictive policing and crime control: Trends in a decade of research. Social Sciences, 10(6), 234. <https://doi.org/10.3390/socsci10060234>

- Municipalidad Provincial de Huaura. (2022). Plan Provincial de Acción de Seguridad Ciudadana 2022. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/munihuaura/informes-publicaciones/3669040-plan-provincial-de-seguridad-ciudadana-2022>
- Municipalidad Provincial de Huaura. (2023). Plan Provincial de Acción de Seguridad Ciudadana 2023. Obtenido de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4190355/PAPSC%202023%20HUAURA\\_opt.pdf.pdf?v=1677552504](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4190355/PAPSC%202023%20HUAURA_opt.pdf.pdf?v=1677552504)
- National Institute of Justice. (2019). Overview of Predictive Policing. <https://nij.ojp.gov/topics/articles/overview-predictive-policing>
- Nicole, P. (3 de enero de 2019). Modelo matemático. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/modelo-matematico.html>
- Nordenstedt, H. & Ivanisevic, J. . (2010). Values in risk perception –studying the relationships between values and risk perception in three countries. *Journal of Disaster Risk Studies*, 3, 335-346. Disponible en: <https://journals.co.za/doi/abs/10.10520/EJC51179>.
- O'Connell, D., & Piza, E. L. (2016). *Simulating Crime: Advances in Crime Simulation Modeling*. Routledge.
- OIM. (1 de marzo de 2020). Organización Mundial para las Migraciones para las Naciones Unidas - Misión Perú. Obtenido de <https://peru.iom.int/es>
- Pando, M., Aranda, C. y Olivares, D. . (2012). Análisis factorial confirmatorio del inventario de violencia y acoso psicológico en el trabajo (IVAT-PANDO). *Liberabit*, 18 (1), 27-36. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272012000100004&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272012000100004&script=sci_arttext&tlng=en).
- Ramos, A., Sánchez, P., Ferrer, J., Barquín, J., & Linares, P. (2010). Modelos matemáticos de optimización. , 1. España: Pontificia Universidad de Comillas. Disponible en: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40178064/MODELOS\\_MATEMTICOS\\_DE\\_OPTIMIZACIN20151119-1552-1732ydb-with-cover-page-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/40178064/MODELOS_MATEMTICOS_DE_OPTIMIZACIN20151119-1552-1732ydb-with-cover-page-)

v2.pdf?Expires=1662945924&Signature=ZvtT5Y~wqefpMhtPUoSfmlPi~MKG2tzX2XU3Dfv1APVI48h6wO.

RAND Corporation. (2015). Predictive Policing: The Role of Crime Forecasting in Law Enforcement Operations. RAND Research Report. [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RR233.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR233.html)

Ríos, S. (2021). Evaluación del impacto social (SIA) y análisis de posibles conflictos socioambientales (ECA) en un proyecto minero en el sur del Perú usando los modelos matemáticos de Grey Clustering y entropía de Shannon [Tesis pregrado Pontificia Universidad Católica]. Lima-Perú: Repositorio institucional PUCP. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/19399>.

Russo, S. (2 de enero de 2019). Espacio Armas. Obtenido de <https://espacioarmas.com/xlawalgoritmo-policial-predictivo-ciencia-o-ficcion/>

Sánchez, H. (2017). Análisis ecológico de la delincuencia en la ciudad de Barcelona [Tesis posgrado Universidad Autónoma de Barcelona]. España: Repositorio institucional de la UAB. Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2017/179819/TFG\\_hsanchezdelgado.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2017/179819/TFG_hsanchezdelgado.pdf).

Shaw, C. R., & McKay, H. D. (1942). Juvenile Delinquency and Urban Areas. Chicago: University of Chicago Press.

Sime, W. (2021). Propuesta de un sistema preventivo/predictivo de delitos patrimoniales tipo X-LAW para el distrito de Pueblo Libre [Tesis de posgrado Universidad San Ignacio de Loyola]. Lima - Perú: Repositorio institucional USIL. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7584b3cb-6ec2-4764-89fb-616cb05a410d/content>.

Statgraphics. (25 de Marzo de 2007). Regresión Binomial Negativa. Obtenido de <https://www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2011/12/tutoriales/Regresion%20Binomial%20Negativa.pdf>

Taguena, J. (2012). La opinión política de los jóvenes universitarios de Hidalgo, México. Un análisis desde la teoría del campo. *Convergencia*, 60, 45-77. Disponible en:



[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-14352012000300002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352012000300002).

Tena, J. (2010). Hacia una definición de la virtud cívica. *Convergencia*, 53, 311- 337. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-14352010000200013](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352010000200013).

Torres, L. (2013). Organizaciones juveniles: por el camino de las identidades políticas. *Eleuthera*, 9 (2), 156-185. Disponible en: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/eleuthera/article/view/4943>.

Unidad de Gestion Educativa Local – Huaura. (2021). Informe de evaluación del plan operativo institucional 2021, I Semestre UGEL N° 09 Huaura. Huaura. Disponible en: [http://www.ugel09huaura.gob.pe/pdf/eva\\_poi\\_17092021.pdf](http://www.ugel09huaura.gob.pe/pdf/eva_poi_17092021.pdf): UGEL N° 09.

Uvalle, R. (2011). Las creencias sociales y las políticas públicas en el fortalecimiento del arte de gobernar. *Convergencia*, 55, 37-68. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-14352011000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-14352011000100002&script=sci_arttext).

Van Bamereld, H., Rodríguez, B. y Robles, E. . (2012). La percepción de la crianza en padres, madres e hijos adolescentes pertenecientes al mismo núcleo familiar. *Liberabit*, 18 (1), 75-82. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Liberabit/2012/vol18/no1/9.pdf>.

Zambrano, S. y. (2014). Evaluación psicométrica de la lista de comportamiento de Achebach y Edelbrack en pre-escolares de 4,0 – 5,5 años d nivel socioeconómico bajo. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 13 (2), 5-24. Disponible en: <https://revistasaludbosque.unbosque.edu.co/index.php/CHP/article/view/1346>.

Zúñiga, A. (2011). Teoría de la Justicia Distributiva: una fundamentación moral del derecho a la protección de la salud. *Convergencia*, 55, 191-211. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-14352011000100008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352011000100008).