



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**

Modelización Espacio-Temporal para la Predicción de Homicidios. Caso de Estudio:  
Guayaquil.

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**Ingeniero Estadístico**

Presentado por:

Miguel Angel Bravo Rosales

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2024

## DEDICATORIA

Dedico este paso tan importante para mi carrera profesional a Dios, fuente de fortaleza y guía en cada paso de mi camino. Así mismo, dedico este éxito a mis padres que gracias a ellos soy la persona que soy, forjándome desde niño a seguir el camino académico, mostrándome que la dedicación y la perseverancia son las claves para alcanzar cualquier meta que me proponga. En general toda mi familia por su apoyo incondicional, recordándome que siempre puedo contar con ellos en cada paso de mi vida.

*Miguel Bravo R.*

## **AGRADECIMIENTOS**

En primero lugar, agradezco a Dios por guiarme en cada paso que he dado, brindándome la fuerza para seguir adelante y no rendirme. Le agradezco a mis padres, quienes se han sacrificado y esforzado para asegurarse que no me falte absolutamente nada desde mis inicios académicos, apoyándome en cada decisión que he tomado y aconsejándome de la mejor manera. Agradezco también a la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), por brindarme la oportunidad de formar parte de esta institución, y de contar con docentes profesionales que han sido guías fundamentales en este camino universitario, transmitiéndome sus conocimientos para mi desarrollo como profesional.

*Miguel Bravo R.*

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Miguel Angel Bravo Rosales*, y doy mi consentimiento para que la ESPOOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

A handwritten signature in black ink that reads "Miguel Bravo R". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

---

Miguel Bravo R.

## **EVALUADORES**

---

**Ph.D. García Bustos Sandra Lorena**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**M.Sc Roa López Heydi Mariana**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Este estudio aborda la problemática de la seguridad ciudadana en Guayaquil- Ecuador, centrándose en la alta tasa de homicidios que ha tenido lugar en los últimos 6 años enfocándonos tanto en los barrios como en los meses, para esto el desarrollo comienza dando una breve explicación de la definición de homicidio, destacando que la ciudad enfrenta desafíos de inseguridad relacionados con factores como desigualdad económica, falta de oportunidades y presencia de grupos delictivos, por ese motivo se plantea la necesidad de estrategias efectivas de prevención del crimen.

Para abordar esto, se procedió a utilizar técnicas bayesianas y modelos espacio temporales con el fin de analizar datos de alertas por homicidios en Guayaquil desde 2018 hasta 2023, determinando patrones espaciales y temporales que permitan la mitigación de las incidencias de homicidios en la ciudad de Guayaquil.

Entre los principales resultados se obtuvo que el barrio más peligroso es el Batallón del Suburbio con un total 51 casos además se destaca un aumento progresivo en los homicidios desde 2018, siendo 2023 el año más crítico. La información sobre áreas peligrosas, como el sur y noroeste de la ciudad, se considera crucial para la asignación de recursos y estrategias de patrullaje.

**Palabras Clave:** Tasa de homicidios, Seguridad ciudadana, Técnicas bayesianas, Modelos espaciotemporales

## **ABSTRACT**

*This study addresses the problem of citizen security in Guayaquil- Ecuador, focusing on the high homicide rate that has taken place in the last 6 years focusing on both neighborhoods and months, for this development begins by giving a brief explanation of the definition of homicide, highlighting that the city faces challenges of insecurity related to factors such as economic inequality, lack of opportunities and presence of criminal groups, for that reason the need for effective crime prevention strategies is raised.*

*To address this, we proceeded to use Bayesian techniques and spatio temporal models in order to analyze data from homicide alerts in Guayaquil from 2018 to 2023, determining spatial and temporal patterns that allow the mitigation of homicide incidences in the city of Guayaquil.*

*Among the main results, it was obtained that the most dangerous neighborhood is the Batallón del Suburbio with a total of 51 cases also highlights a progressive increase in homicides since 2018, with 2023 being the most critical year. Information on dangerous areas, such as the south and northwest of the city, is considered crucial for the allocation of resources and patrolling strategies.*

**Keywords:** *homicide rate, citizen security, bayesian techniques, spatiotemporal models.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN . . . . .	I
ABSTRACT . . . . .	II
ABREVIATURAS . . . . .	VI
SIMBOLOGÍA . . . . .	VII
ÍNDICE DE FIGURAS . . . . .	VIII
ÍNDICE DE TABLAS . . . . .	IX
CAPÍTULO 1 . . . . .	1
1. INTRODUCCIÓN . . . . .	1
1.1 Descripción del problema . . . . .	2
1.2 Justificación del problema . . . . .	3
1.3 Objetivos . . . . .	4
1.3.1 Objetivo General . . . . .	4
1.3.2 Objetivos Específicos . . . . .	4
1.4 Marco teórico . . . . .	4
1.4.1 Inseguridad en Guayaquil . . . . .	4
1.4.2 Modelización espacio-temporal . . . . .	5
1.4.3 Análisis espacial . . . . .	5
1.4.4 Series de Tiempo . . . . .	6
1.4.5 Modelos Poisson . . . . .	6



1.4.6 Modelos Estadísticos Jerárquicos Bayesianos . . . . .	7
1.4.7 Modelos Estadísticos Jerárquicos Bayesianos Espacio-Temporales . . . . .	8
1.4.8 Experiencias internacionales . . . . .	8
1.4.9 Recomendaciones internacionales . . . . .	9
1.4.10 Estado del arte . . . . .	9
CAPÍTULO 2 . . . . .	12
2. METODOLOGÍA . . . . .	12
2.0.1 Obtención de la base de datos . . . . .	12
2.0.2 Obtención de la base de datos . . . . .	13
2.0.3 Unidad geográfica de medición . . . . .	13
2.0.4 Ajuste del modelo . . . . .	13
CAPÍTULO 3 . . . . .	15
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS . . . . .	15
3.1 Indicadores generales . . . . .	15
3.2 Análisis Temporal . . . . .	16
3.3 Análisis Espacial . . . . .	19
3.4 Análisis del Modelo . . . . .	33
3.5 Riesgo Relativo de Homicidios . . . . .	34
CAPÍTULO 4 . . . . .	36
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	36
4.1 Conclusiones . . . . .	36
4.2 Recomendaciones . . . . .	37

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

## **ABREVIATURAS**

ICCS	Clasificación Internacional de Delitos con Fines Estadísticos
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
SIS	Servicio Integrado de Seguridad
OECO	Observatorio Ecuatoriano de Crimen Organizado
BHM	Modelo Bayesiano Jerárquico
OMS	Organización Mundial de la Salud
GWR	Regresión Ponderada Geográficamente
MGWR	Regresión Ponderada Geográficamente Multiescala
ENEMDU	Encuesta Nacional Empleo, Desempleo y Subempleo
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos

## SIMBOLOGÍA

- $r_{it}$  es el riesgo relativo del área  $i$  y tiempo  $t$ .
- $\mu$  es el efecto global de la región.
- $x_i$  es el vector de los valores de las covariables del cantón  $i$ .
- $\beta$  son los coeficientes de las covariables.
- $\theta_i$  y  $\alpha_i$  son los parámetros relacionados al efecto espacial y temporal, respectivamente.
- $v_{it}$  son efectos aleatorios independientes entre sí.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Barrios más peligrosos de Guayaquil durante el período 2018-2023 . . . . .	15
Figura 3.2	LLamadas de emergencias por Homicidios durante el período 2018 – 2023 . . . .	16
Figura 3.3	Llamadas de emergencia por homicidios por Semanas del año 2022 . . . . .	17
Figura 3.4	Llamadas de emergencia por homicidios por Semanas del año 2023 . . . . .	18
Figura 3.5	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2018 . . . . .	20
Figura 3.6	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2018 por mes.	21
Figura 3.7	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2019. . . . .	22
Figura 3.8	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2019 por mes.	23
Figura 3.9	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2020. . . . .	24
Figura 3.10	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2020 por mes.	26
Figura 3.11	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2021. . . . .	27
Figura 3.12	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2021 por mes.	28
Figura 3.13	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2022 . . . . .	29
Figura 3.14	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2022 por mes.	30
Figura 3.15	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2023 . . . . .	31
Figura 3.16	Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2023 por mes.	32
Figura 3.17	Mapa de calor del Riesgo de homicidios en barrios de Guayaquil. . . . .	35

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Frecuencia de llamadas de emergencias por homicidios por día del período 2018	
- 2023	.....	18
Tabla 3.2	Frecuencia de alertas de homicidios por rango horario correspondiente al período	
2018 - 2023	.....	19
Tabla 3.3	Resumen del modelo	34

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El homicidio se define en la Clasificación Internacional de Delitos con Fines Estadísticos (ICCS) como "muerte ilegal infligida a una persona con la intención de causar la muerte o lesiones graves". Esta definición contiene tres elementos que caracterizan el asesinato de una persona como "homicidio intencional": El asesinato de una persona por otra persona (elemento objetivo), la intención del perpetrador de matar o lesionar gravemente a la víctima (elemento subjetivo) y la ilegalidad del asesinato (elemento legal) (UNODC, 2019). Entre las diversas formas de muerte violenta, el elemento central del homicidio intencional es la responsabilidad total del agresor, que lo diferencia de asesinatos relacionados con conflictos armados y guerra, muerte autoinfligida (suicidio), asesinatos debido a intervenciones legales y homicidios justificables (como la defensa propia), y por muertes causadas por acciones imprudentes o negligentes, que no pretendieron quitar la vida humana (homicidio no intencional). (UNODC, 2019)

La seguridad ciudadana es un tema de gran importancia en todo el mundo, y la ciudad de Guayaquil no es una excepción. En los últimos años, la ciudad ha enfrentado un problema persistente de inseguridad y altas tasas de homicidios, esta situación se ha dado por diversos factores como la desigualdad económica, falta de oportunidades, presencia de grupos delictivos, debilidad en las instituciones policiales, entre otros.

Guayaquil es la ciudad más grande y poblada de la República de Ecuador, posee un total de

2'644.891 habitantes en 2023 y una tasa anual promedio de crecimiento poblacional de 2,70%. La ciudad está dividida en 16 parroquias urbanas, sin embargo, dentro de una nueva administración municipal, su organización radica de 74 sectores, es conocida como la “capital económica de Ecuador” dado a la cantidad de empresas, industrias y locales comerciales existentes en la ciudad. Además, esta ciudad portuaria es un importante centro de comercio a nivel regional, de finanzas, político, cultural y de entretenimiento.

Es crucial desarrollar estrategias efectivas de prevención del crimen, para ello, el presente trabajo hará uso de técnicas estadísticas para identificar patrones y tendencias en los datos de homicidios, así como predecir áreas y momentos de mayor riesgo. Esto en conjunto con las experiencias exitosas en otros países y recomendaciones internacionales, se pueden desarrollar políticas efectivas que contribuyan a crear un entorno más seguro en Guayaquil.

## **1.1 Descripción del problema**

La ciudad de Guayaquil ha enfrentado un problema persistente de inseguridad y altas tasas de homicidios en los últimos años. A pesar de los esfuerzos realizados por las autoridades y la sociedad civil para abordar esta problemática, aún persisten desafíos importantes en la prevención y reducción del crimen.

El problema abordado tiene un impacto significativo en la seguridad y calidad de vida de los ciudadanos de Guayaquil. La alta tasa de homicidios afecta negativamente la percepción de seguridad, el desarrollo económico y social de la ciudad, así como la atracción de inversiones y el bienestar general de la población. Por lo tanto, es crucial desarrollar estrategias efectivas de prevención del crimen basadas en un enfoque científico y estadístico sólido.

Este problema está relacionado con el objetivo de desarrollo sostenible número 16, que



busca promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas. La alta tasa de homicidios en Guayaquil es un obstáculo para alcanzar este objetivo, ya que afecta negativamente la percepción de seguridad y el desarrollo económico y social de la ciudad.

## **1.2 Justificación del problema**

Existen diversos factores que justifican esta problemática en Guayaquil, entre ellos la alta tasa de homicidios que afecta directamente la seguridad de los ciudadanos. Por otra parte, la sensación de inseguridad disminuye la calidad de vida de la población, limitando su movilidad y capacidad para disfrutar de los espacios públicos de la ciudad, además la inseguridad tiene un impacto negativo en el desarrollo económico de Ecuador, la percepción de una ciudad peligrosa puede disuadir a empresas e inversionistas de establecerse en la región, lo que a su vez afecta la generación de empleo y el crecimiento económico. Así mismo al tener una elevada tasa de homicidio afecta directamente en la industria turística considerando a la ciudad de Guayaquil altamente peligrosa e insegura, generando una preocupación en los visitantes a la hora de viajar, restringiendo sus actividades e inclusive evitando ciertas zonas, constituyendo un obstáculo para el crecimiento social del país. Además, cabe recalcar que esta problemática se encuentra en la ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible) #16 de las Naciones Unidas.

Cabe recalcar que, dentro de esta problemática, se ven afectados tanto jóvenes y niños como daño colateral de homicidios, según lo afirmó (García, 2023) "Durante el primer trimestre del 2023 en el distrito metropolitano de Guayaquil se registraron 58 muertes violentas de menores de edad", lo que convierte a esta población en la más vulnerable y genera gran preocupación en la sociedad. Estos incidentes no solo arrebatan la vida de las víctimas directas, sino que también dejan secuelas profundas en los familiares de los niños afectados. Dado que la juventud

representa el futuro en el desarrollo social y económico a largo plazo de una sociedad, la afectación por homicidio desmotiva la participación de los jóvenes en la comunidad al ver que se repite el ciclo de ser ellos las víctimas a causa de otros problemas.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Construir un modelo espacio-temporal mediante técnicas bayesianas para la predicción de homicidios en la ciudad de Guayaquil que permita la mejora de políticas de prevención.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Seleccionar los incidentes reportados como homicidios al SIS (Servicio Integrado de Seguridad) (SIS, 2023), considerando su unidad geográfica en el período 2018 al 2023 en la ciudad de Guayaquil.
- Construir mapas de incidencias de homicidios para la visualización de puntos calientes y fríos de la ciudad que permitan la identificación de áreas de alto riesgo en la ciudad de Guayaquil.
- Determinar los patrones puntuales de zonas y franjas que permitan la mitigación de las incidencias de homicidios en la ciudad de Guayaquil.

### **1.4 Marco teórico**

#### **1.4.1 Inseguridad en Guayaquil**

La inseguridad en la ciudad de Guayaquil dado los altos índices de homicidios alcanzados en los últimos años es una preocupación constante. Según el Observatorio Ecuatoriano de Crimen

Organizado (OECD) en el boletín semestral de homicidios en Ecuador del primer semestre de 2023 (Tayupanta, 2023), menciona que solo Guayaquil aglutina el 33.54% de todos los homicidios del país, reportando siete veces más homicidios que Esmeraldas, la segunda ciudad con más homicidios, y ocho veces más que Quito, la tercera. Guayaquil tiene una tasa de homicidios por cada cien mil habitantes de 44.32, lo que afecta muy negativamente a la calidad de vida de los habitantes y al desarrollo económico y social de la ciudad.

En Guayaquil existen varios factores que aportan a la inseguridad y a los homicidios como la presencia de organizaciones delictivas y grupos armados dentro de la ciudad, implicados en actividades como el tráfico de drogas, la extorsión y el robo. Otro factor es la falta de empleo y educación en los jóvenes, lo que conlleva a la exclusión social y aumenta el riesgo de introducirse en actividades delictivas. Asimismo, la pérdida de la confianza hacia las fuerzas policiales y el sistema judicial gracias a la corrupción percibida por los ciudadanos, lo que desanima a denunciar los crímenes.

#### **1.4.2 Modelización espacio-temporal**

Los modelos espacio-temporales son modelos que tienen en cuenta tanto la dependencia espacial como la evolución temporal de los datos. Estos modelos pueden ayudar a identificar patrones geográficos y temporales y a predecir áreas y momentos de mayor riesgo. A continuación, se presentan algunos conceptos y enfoques relevantes para la modelización espacio-temporal

#### **1.4.3 Análisis espacial**

Es una herramienta que permite la manipulación de datos espaciales, tiene la capacidad de representar las características, dinámica y comportamiento de procesos que ocurren en el territorio

ya sea sociales, económicos y/o ambientales; definiendo los elementos que los conforman y la manera en cómo éstos se relacionan, permitiendo así transformar datos en información que aporta conocimientos adicionales sobre el proceso estudiado. (Ojeda Toche and Tovar Plata, 2016)

#### **1.4.4 Series de Tiempo**

Es una secuencia de N observaciones (datos) ordenadas y equidistantes cronológicamente sobre una característica (serie univariante o escalar) o sobre varias características (serie multivariante o vectorial) de una unidad observable en diferentes momentos. (Mauricio, 2007)

#### **1.4.5 Modelos Poisson**

La distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta que se aplica a las ocurrencias de algún evento durante un periodo determinado. Es decir, es una distribución de probabilidad discreta en la que solo es necesario conocer los eventos y cuál es su frecuencia media de ocurrencia para poder conocer la probabilidad de que ocurran. (DELSOL, 2021)

Por esta razón el modelo Poisson se puede aplicar para modelar la frecuencia de homicidios en una región específica durante un periodo determinado. La variable de interés sería el número de homicidios, y el modelo Poisson ayudaría a entender la probabilidad de que ocurran cierta cantidad de homicidios en un intervalo dado y en un área geográfica determinada en este los datos observados contrastados con los esperados se encuentran linealmente relacionados de la siguiente manera:

$$y_{it} \sim \text{Poisson}(E_{it}, p_{it})$$

Donde el valor esperado este dado por la transformación lineal:

$$\text{Log}(p_{it}) = b_0 + u_i + v_i + T_t$$

$Y_{i,j}$  son los casos observados en el área  $i$ ,

$E_i$  es el número de casos esperados en el área  $i$  con  $(i = 1, \dots, n)$

$b_0$  es el intercepto, cuantifica el resultado promedio.

$v_i$  es el efecto específico intercambiable del área específica.

$u_i$  efecto en área específica estructurado espacialmente.

$T_t$  estructura paramétrica o no paramétrica.

En este contexto, se utilizaría el modelo Poisson para abordar la frecuencia de homicidios, considerando su naturaleza discreta y la capacidad del modelo para manejar eventos raros. El enfoque espacio-temporal permitirá comprender la distribución geográfica de los homicidios y cómo esta distribución evoluciona a lo largo del tiempo.

#### **1.4.6 Modelos Estadísticos Jerárquicos Bayesianos**

El Modelo Bayesiano Jerárquico (BHM, por sus siglas en inglés) se basa en la ley de probabilidad total la cual sostiene que una distribución conjunta puede ser descompuesta en una serie de distribuciones condicionales. De acuerdo con Berliner (1996), se puede hacer una descomposición simple con el fin de formular modelos para procesos complejos dependientes. (Romo, 2019). Esto es, la distribución conjunta (datos, proceso, parámetros) se puede factorizar en tres niveles:

1. Modelo de datos, se describe el modelo de distribución de probabilidad de los datos, en donde este proceso posee parámetros que definen la forma de la distribución.

2. Modelo del proceso, refiriéndose a la probabilidad del proceso latente con base en ciertos parámetros, los cuales pueden derivarse tanto de conocimiento empírico como teórico.
3. Modelo de los parámetros se evalúa la incertidumbre asociada a los parámetros de los modelos anteriores a través de la aplicación de una distribución a priori.

#### **1.4.7 Modelos Estadísticos Jerárquicos Bayesianos Espacio-Temporales**

Ahora, al poner en perspectiva y considerar en específico datos espacio- temporales dentro de los modelos jerárquicos Bayesianos, se tiene el modelo Jerárquico Bayesiano Espacio -Temporal, que incluye al menos dos etapas. (Romo, 2019). Esto es,

observaciones = proceso real + error de observación

proceso real = componente de regresión + proceso aleatorio dependiente

Esta aproximación descriptiva ofrece ventajas significativas, ya que no solo permite hacer predicciones más precisas en el espacio y en el tiempo, sino que también facilita la interpretación de los resultados al considerar aspectos como las medias, varianzas y covarianzas.

#### **1.4.8 Experiencias internacionales**

En otros países, se han realizado diversos estudios y se han implementado políticas de prevención del crimen, por ejemplo, en Brasil se implementó un programa llamado “Fica Vivo”, el cual se efectuó en varias ciudades brasileñas y se centra en la reducción de homicidios relacionados con el crimen organizado, las principales acciones tomadas se basaron en la intervención en territorios violentos, la participación comunitaria, las acciones de inclusión social y la coordinación interinstitucional. (Cláudio et al., 2017)

En El Salvador se llevó a cabo un método al que denominaron “Plan Bukele”, el cual se

caracterizó por su enfoque enérgico en contra de las pandillas y el crimen organizado, lo que logró reducir los índices de homicidios en el país logrando para 2022 registrar la tasa más baja de homicidios en 16 años, aunque el método también ha sido objeto de críticas por posibles violaciones a los derechos humanos. (Press, 2023)

#### **1.4.9 Recomendaciones internacionales**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en un informe en diciembre del 2014 (OMS, 2014) destacó la importancia de abordar el problema de los homicidios, en el cual ha recomendado medidas como: la reducción del acceso a armas de fuego, programas para reducir la disponibilidad y el consumo nocivo de alcohol, programas escolares para enseñar a los niños y los adolescentes "aptitudes para la vida", como la resolución de conflictos sin recurrir a la violencia, implementar estrategias de prevención que aborden las causas de la violencia, como la desigualdad económica, el bajo nivel educativo y el desempleo, entre otras.

#### **1.4.10 Estado del arte**

Según el artículo titulado "A spatio-temporal model of homicide in El Salvador" (Carcach, 2015), se usó un enfoque bayesiano para desarrollar un modelo que describe el riesgo relativo de homicidio en el espacio y el tiempo, como también para detectar agregaciones inusuales de esta forma extrema de violencia. Los resultados mostraron la existencia de conglomerados significativos de municipios con altas tasas de homicidios en el occidente del país, que han permanecido estables en el tiempo, se observó una tendencia creciente de homicidios desde 2002 al 2013, los datos sugieren posibles vínculos entre la tasa de homicidio, el narcotráfico y el crimen organizado, por último se destacó la importancia de conocer datos municipales como ingresos, empleo, estructura familiar, educación, acceso a servicios públicos y otros aspectos de

municipios podrían ayudar a desentrañar la variación del crimen dentro del área.

Un estudio reciente titulado “Homicide rates are spatially associated with built environment and socio-economic factors: a study in the neighbourhoods of Toronto, Canada” (Mohammadi et al., 2022), analizó un conjunto de datos que abarcan los años 2012 a 2021 e indicadores basados en vecindarios utilizando técnicas espaciales como la estimación de densidad kernel, el I de Moran global/local y la metodología espacio-temporal SatScan de Kulldorf. Además, se utilizaron regresión ponderada geográficamente (GWR) y GWR multiescala (MGWR) para analizar las correlaciones que varían espacialmente entre la tasa de homicidios y las variables independientes. Este último fue particularmente adecuado para las variaciones espaciales manifiestas entre las variables explicativas y la tasa de homicidios y también identificó no estacionariedades espaciales en este sentido. Los resultados revelaron que las áreas de alto riesgo espacial y espacio-temporales se encontraban significativamente agrupadas en el centro y en las partes noroeste de la ciudad. Además, se encontró que algunas variables, como la densidad de población, la privación material, la densidad de establecimientos comerciales y la densidad de edificios grandes, estaban significativamente asociadas con la tasa de homicidios de diferentes formas espaciales.

(Chávez and Abril, 2023) construyeron un modelo de predicción de homicidios usando regresión logística con un enfoque cuantitativo y descriptivo en el distrito metropolitano de Quito - Ecuador para analizar los factores asociados al homicidio. Sus resultados indican que el 92% de la población que padeció homicidios lo conformaban hombres, que el lugar con mayor probabilidad de ser el escenario de un homicidio es la vía pública y el principal objeto para llevar a cabo este delito son las armas de fuego. Por último, resaltan que el análisis de factores como el género,



el lugar y el arma empleada son fundamentales para identificar las zonas donde ocurren estos hechos con el fin de aportar a la predicción de estos eventos mediante políticas públicas por parte de los organismos competentes.

El artículo titulado “An empirical analysis of homicides in México through Machine Learning and statistical design of experiments” (Silva Urrutia and Villalobos, 2022), usó métodos de aprendizaje automático y diseño de experimentos para identificar algunos factores sociodemográficos y económicos que puedan ayudar a explicar homicidios en México y medir su impacto. Se destaca que el índice de Estado de Derecho tiene el mayor impacto en la tasa de homicidios y se sugiere que implementar políticas y procedimientos para mejorar este índice podría reducir significativamente la tasa de homicidios en México.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

En este capítulo se describe el proceso utilizado para la construcción del modelo predictivo de alertas por homicidios por barrios en la ciudad de Guayaquil. Primero, se agruparon las alertas de homicidios por barrio, con el propósito de identificar los barrios más peligrosos que ha tenido Guayaquil a lo largo de los años 2018 – 2023. Posteriormente, se estudiaron temporalmente el comportamiento de los homicidios por año, mes, semana y hora. Luego, se elaboraron mapas de incidencia de homicidios por año y por mes, para identificar áreas con mayor riesgo de homicidios en Guayaquil. Finalmente, el modelo bayeciano fue implementado para la obtención del riesgo relativo por cada 10000 habitantes (INEC, 2023).

### **2.0.1 Obtención de la base de datos**

La base de datos utilizada en este proyecto fue proporcionada por Segura EP (SeguraEP, 2023), entidad encargada de recopilar información sobre incidentes reportados al SIS. Esta base contiene información sobre incidentes reportados al centro del Ecu911 Samborondón, incluyendo homicidios, femicidios y personas constatadas sin vida en la ciudad de Guayaquil entre Enero del 2018 hasta Diciembre del 2023.

También se obtuvieron las variables socioeconómicas escolaridad, tasa de empleo y tasa de jóvenes (18 a 29 años) de cada barrio utilizando información de la ENEMDU (Encuesta Nacional Empleo, Desempleo y Subempleo) del año 2017 obtenida de la página del INEC (Instituto Nacional

de Estadísticas y Censos).

### **2.0.2 Obtención de la base de datos**

Antes de utilizar los datos, se realizó una limpieza de los incidentes no clasificados como homicidios, datos duplicados y se corrigió el formato de algunas variables para su mejor utilización.

### **2.0.3 Unidad geográfica de medición**

La unidad geográfica seleccionada para este proyecto serán los barrios de Guayaquil, debido a que ésta genera dos grandes ventajas:

- Tener una división geográfica pequeña, lo que hace que exista menos variación espacial en los datos.
- Los ciudadanos y las autoridades de la urbe están más familiarizados con las delimitaciones y ubicaciones de los barrios a comparación con otras divisiones como zonas censales, distritos, circuitos y subcircuitos, lo que facilitará la comprensión de los hallazgos y la aplicación de las recomendaciones a políticas de prevención.

### **2.0.4 Ajuste del modelo**

Para la predicción del riesgo relativo de homicidios en el espacio y tiempo se desarrolló un modelo jerárquico bayesiano, este modelo permite capturar la variabilidad espacial y temporal, así como integrar una estructura jerárquica de los datos teniendo en cuenta los efectos fijos y aleatorios.

Sea el índice  $i$  designado a un barrio, ( $i = 1, 2, 3, \dots, 152$ ), y el índice  $t$ , un año concreto, ( $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ). El número de alertas por homicidios en el barrio  $i$  durante el año  $t$ ,  $Y_{it}$ , se

distribuye independientemente como:

$$Y_{it} \sim \text{Poisson}(\lambda_{it}),$$

$$\lambda_{it} = N_{it}p_{it}$$

Donde  $N_{it}$  corresponde a la población en riesgo y  $p_{it}$  la probabilidad que el evento ocurra. Igualmente, el parámetro de la distribución Poisson  $\lambda_{it}$ , también se puede reescribir como el producto de  $E_{it}$  por  $r_{it}$ , donde  $E_{it} = N_{it}p^*$ ,  $r_{it} = p_{it}/p^*$  y  $p^*$  es la probabilidad global de que ocurra el evento. Por lo que:

$$\lambda_{it} = N_{it}p_{it} = N_{it}p^*(p_{it}/p^*) = E_{it}r_{it},$$

Entonces el modelo se puede escribir como:

$$\ln(r_{it}) = \mu + x_i\beta + \theta_i + \alpha_i + v_{it};$$

Donde:

$r_{it}$  es el riesgo relativo del barrio  $i$  y tiempo  $t$ .

$\mu$  es el efecto global de la ciudad.

$x_i$  es el vector de los valores de las covariables del barrio  $i$ .

$\beta$  son los coeficientes de las covariables.

$\theta_i$  y  $\alpha_i$  son los parámetros relacionados al efecto espacial y temporal, respectivamente.

$v_{it}$  son efectos aleatorios independientes entre sí.

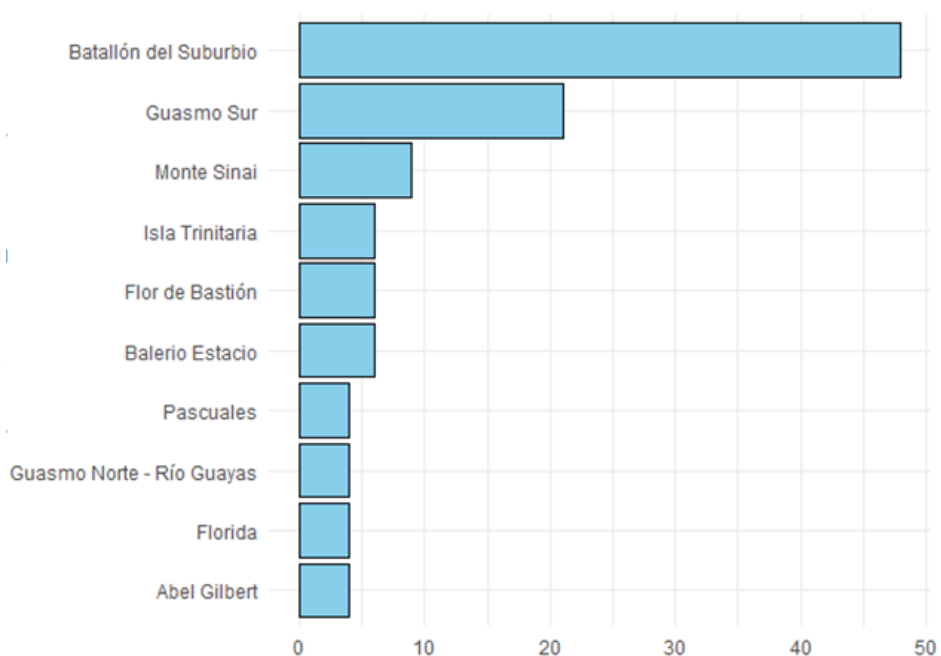
# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Este capítulo presenta los resultados del análisis exploratorio, el comportamiento temporal y espacial y los resultados del modelo propuesto de predicción de alertas de emergencia por homicidios en los barrios de la ciudad de Guayaquil .

### 3.1 Indicadores generales

**Figura 3.1.**  
*Barrios más peligrosos de Guayaquil durante el período 2018-2023*



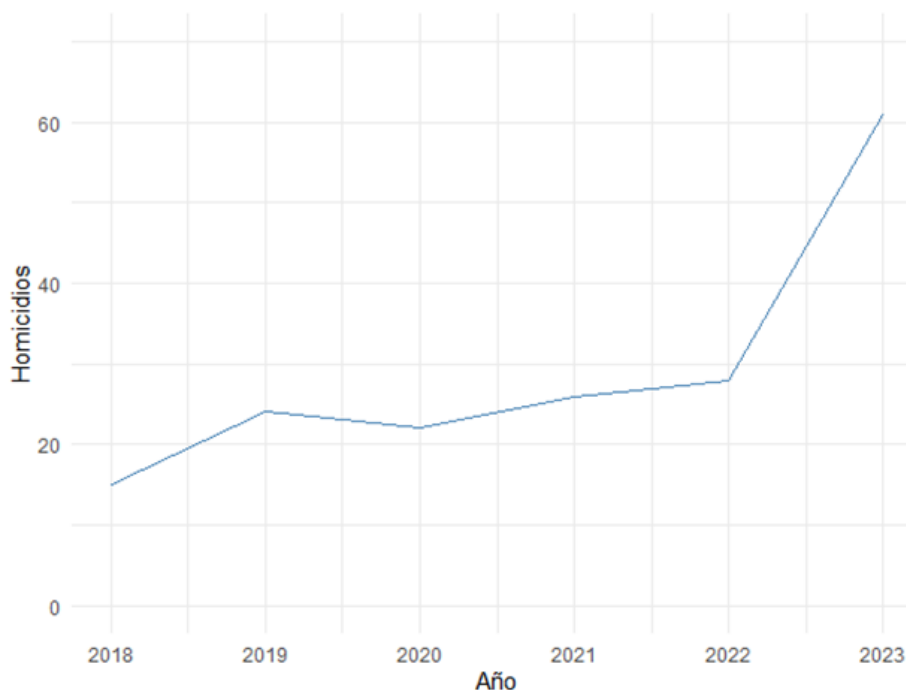
**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la Figura 3.1 se presentan los barrios con mayor número de llamadas de emergencia por homicidios en Guayaquil desde enero 2018 hasta diciembre del 2023, siendo el Batallón del Suburbio el barrio más peligroso en Guayaquil con 48 casos, seguido del Guasmo Sur con 21 casos y Monte Sinaí con 9 casos.

### 3.2 Análisis Temporal

**Figura 3.2.**

*LLamadas de emergencias por Homicidios durante el período 2018 – 2023*

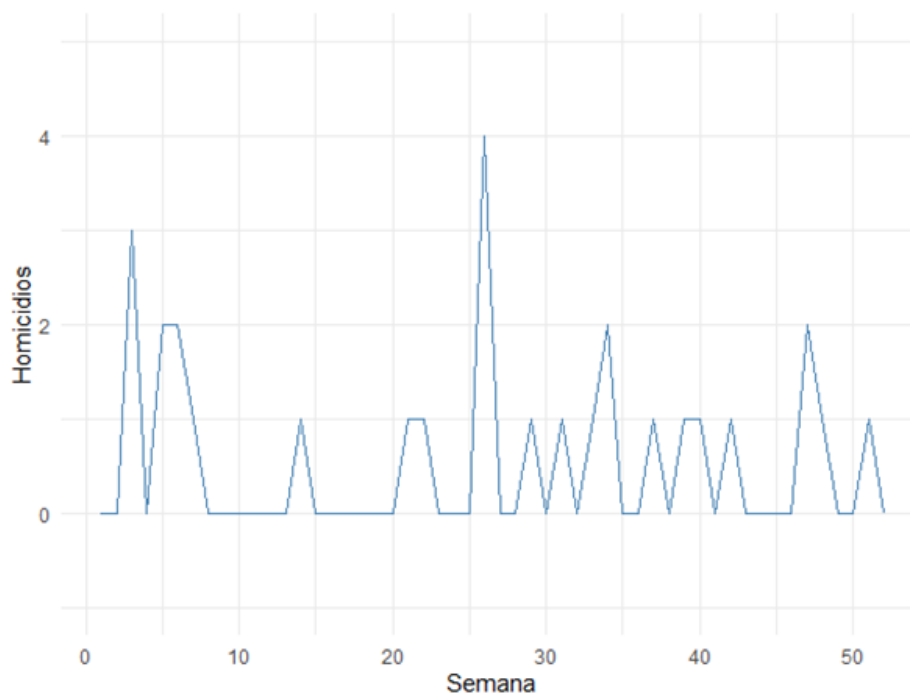


**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la Figura 3.2 se aprecia la serie temporal de las alertas por homicidios a lo largo de los años 2018 al 2023, donde se puede observar que el año con más alertas por homicidios suscitados en Guayaquil fue el 2023 con 61 casos, seguido por el 2022 con 28 casos.

**Figura 3.3.**

*Llamadas de emergencia por homicidios por Semanas del año 2022*

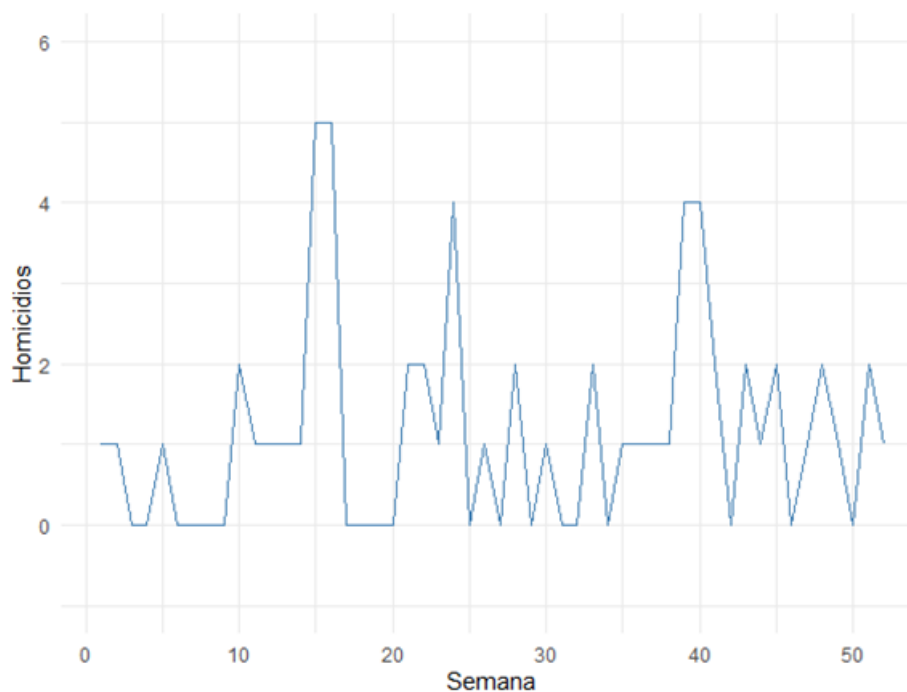


**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la Figura 3.3 se muestra la serie temporal de las alertas por homicidios por semanas correspondiente al año 2022, donde se observa que en la semana 6 y la semana 43 del año se desarrollaron más alertas por homicidios.

**Figura 3.4.**

*Llamadas de emergencia por homicidios por Semanas del año 2023*



**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la Figura 3.4 se muestra la serie de tiempo de las alertas por homicidios por semanas correspondiente al año 2023, donde se observa que en la semana 12 del año se desarrollaron más alertas por homicidios, donde al igual que en el año 2018 la mayor cantidad de alertas se producen en las primeras semanas y en las últimas semanas del año.

**Tabla 3.1.**

*Frecuencia de llamadas de emergencias por homicidios por día del período 2018 - 2023*

Año	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
2018	4	1	1	1	2	3	3
2019	1	5	4	3	1	3	7
2020	4	3	0	4	3	5	3
2021	4	4	5	2	0	5	6
2022	2	3	2	0	6	7	8
2023	4	10	7	9	11	6	14



Como se puede observar en la Tabla 3.1, los días que presentan más alertas por homicidios en el período 2018 al 2023 son los fines de semana (sábados y domingos), siendo estos los días más peligrosos, mientras que los días más seguros de la semana son los lunes, miércoles y jueves.

**Tabla 3.2.**

*Frecuencia de alertas de homicidios por rango horario correspondiente al período 2018 - 2023*

Año	[0:00 - 2:00)	[2:00 - 4:00)	[4:00 - 6:00)	[6:00 - 8:00)	[8:00 - 10:00)	[10:00 - 12:00)
2018	3	1	0	2	1	1
2019	4	1	2	2	2	3
2020	1	1	2	2	2	1
2021	1	2	0	0	1	2
2022	1	2	4	6	6	2
2023	4	4	2	5	5	10
Año	[12:00 - 14:00)	[14:00 - 16:00)	[16:00 - 18:00)	[18:00 - 20:00)	[20:00 - 22:00)	[22:00 - 24:00)
2018	1	0	3	0	2	1
2019	1	1	1	4	2	1
2020	2	1	3	1	2	4
2021	2	3	3	5	4	3
2022	1	2	1	0	2	1
2023	5	3	5	4	10	4

La tabla 3.2 representa las alertas por homicidios por rango de horas donde se encontró que el rango de horas donde más se reportan homicidios corresponde a los horarios desde las 8:00 pm a las 10 pm, siendo este período el más crítico en términos de criminalidad.

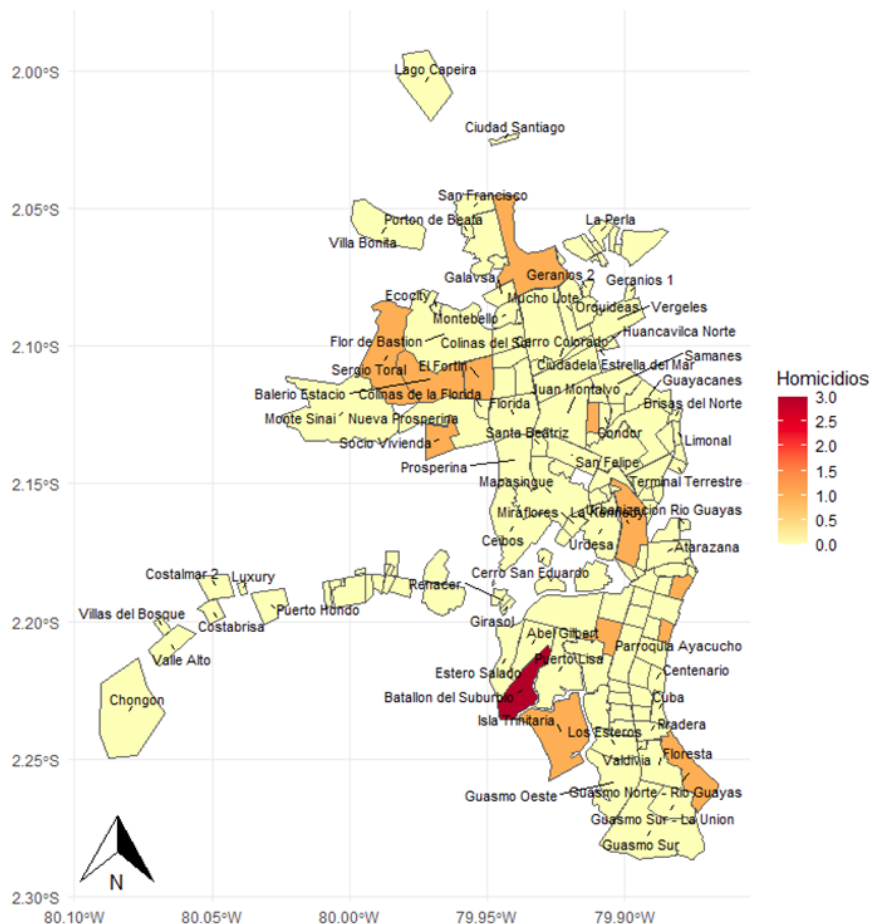
### 3.3 Análisis Espacial

Para el análisis del comportamiento espacial se consideró la geolocalización de las llamadas relacionadas con homicidios correspondiente a los años 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023 y fueron recolectadas por el ECU 911 Samborondón, donde cada una de estas llamadas cuenta con su respectiva latitud y longitud, con esto y con la ayuda del software estadístico RStudio se procedió al conteo de las alertas por homicidios que se dieron en cada uno de los 152 barrios de la ciudad de Guayaquil. De esta manera, se obtuvieron los mapas de calor en

base al conteo de las alertas que se registraron como homicidios por cada año y por cada mes.

**Figura 3.5.**

*Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2018*

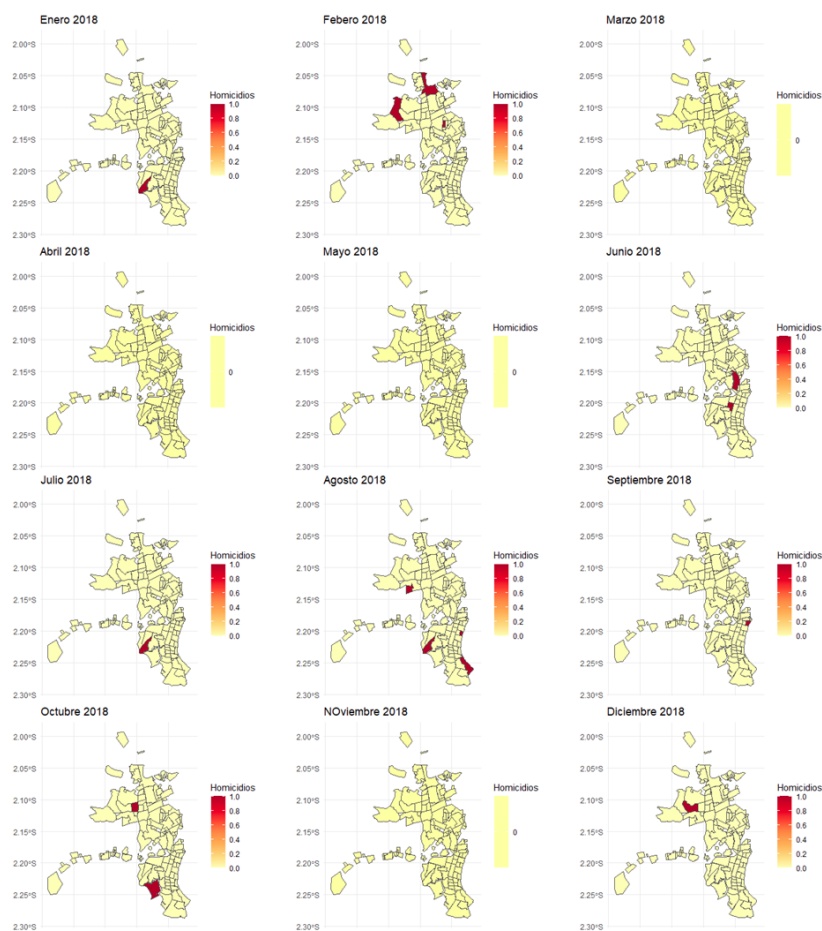


**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

Como se observa en la figura 3.5, la mayor cantidad de incidentes reportados por homicidios del año 2018 se encuentran en el barrio Batallón del Suburbio con un total de 3 casos, señalando una gran diferencia significativa en comparación con los demás sectores

**Figura 3.6.**

*Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2018 por mes.*

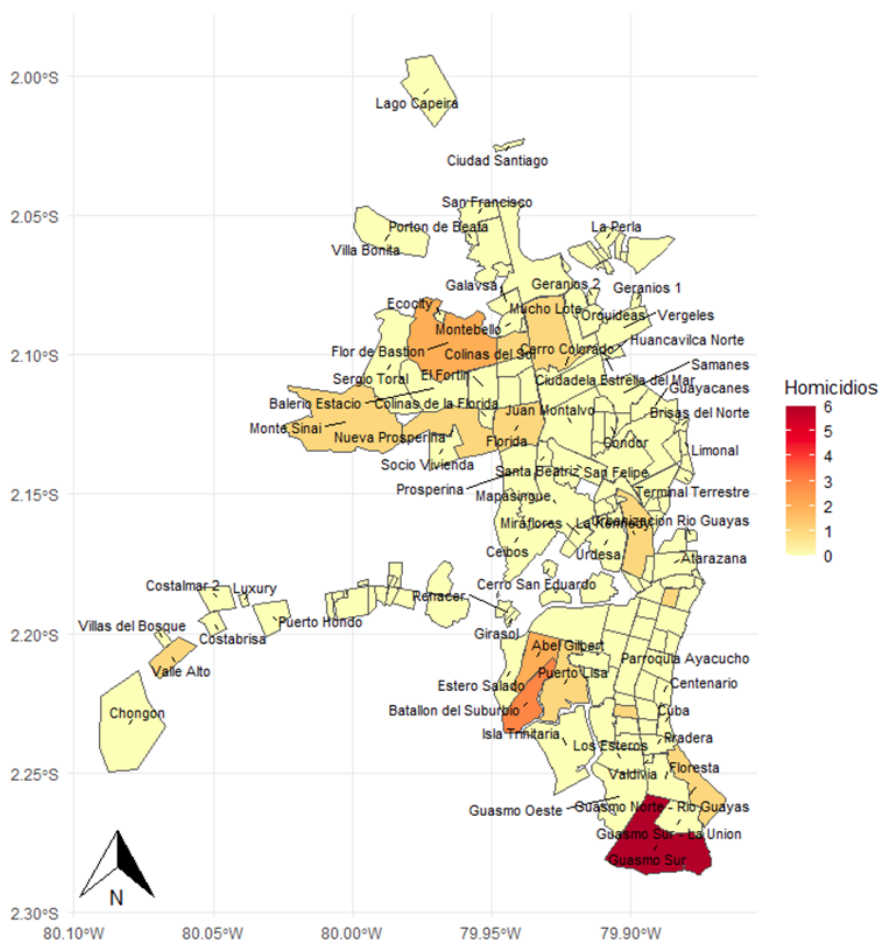


**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

Con el objetivo de comprender mejor los patrones de homicidios a lo largo del año 2018, se generaron mapas de calor que representan las alertas correspondientes a cada mes. Como se observa en la figura 3.6 se muestra que los meses con mayor incidencia de alertas por homicidios fueron agosto, con un total de 4 casos reportados, seguido de febrero, que registró 3 casos. Estos meses se identifican como los periodos más inseguros en términos de homicidios durante el año 2018. Por otro lado, los meses de marzo, abril, mayo y noviembre no presentaron ningún caso de homicidio, lo que demuestra un promedio mensual de 1.25 homicidios durante el año.

**Figura 3.7.**

*Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2019.*



**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la Figura 3.7, se observa que los barrios con el mayor número de alertas por homicidios fueron Guasmo Sur (6 casos), Batallón del Suburbio (3 casos), Abel Gilbert y Flor de Bastión, ambos con 2 casos cada uno. Comparando con el año 2018, resalta que el barrio Batallón del Suburbio continúa siendo uno de los barrios con mayor incidencia de eventos violentos. Cabe resaltar que, en este año, el barrio Guasmo Sur experimentó el mayor número de alertas por homicidios, destacando además que se presentan más alertas en la parte suroeste de la ciudad.

### Figura 3.8.

*Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2019 por mes.*



**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911



A pesar de las restricciones implementadas debido a la pandemia del COVID-19 en el año 2020, la Figura 3.9 muestra un aumento en las alertas de homicidios en comparación con el año anterior. En varias ocasiones, el barrio Batallón del Suburbio fue identificado como el área con el mayor número de incidentes, totalizando 4 casos, seguido por Pascuales y Puerto Lisa, con 2 casos cada uno.

Es importante destacar que persiste el patrón del año anterior, con una notable concentración de homicidios en la parte sur y una cantidad considerable de incidentes también en la parte noroeste de la ciudad de Guayaquil. Este análisis sugiere que, a pesar de las circunstancias excepcionales relacionadas con la pandemia, la incidencia de homicidios no disminuyó y, de hecho, experimentó un aumento en comparación con el año anterior.

En la Figura 3.10, se observa que los meses de enero y abril registran la mayor cantidad de alertas de homicidios, con 5 y 4 casos respectivamente. Por otro lado, en los últimos cuatro meses del año no se reporta ningún caso de homicidio, resaltando la tendencia de que los primeros meses del año son los más peligrosos, mientras que los últimos son los más seguros.

**Figura 3.10.**

*Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2020 por mes.*



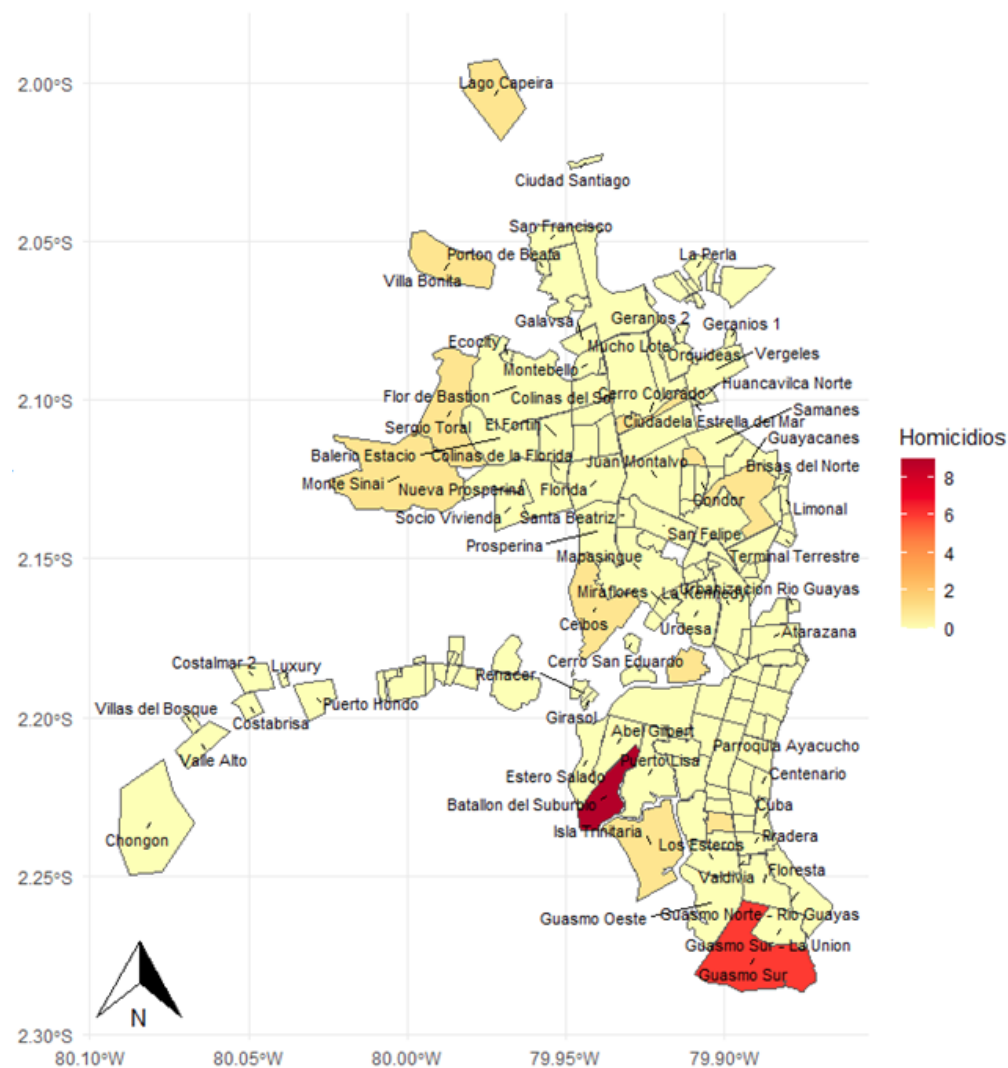
**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la Figura 3.11, se identifica un patrón consistente en el Batallón del Suburbio, confirmando nuevamente que es el barrio más peligroso durante el año 2021, con un total de 9 casos seguido del barrio Guasmo Sur con 6 alertas de homicidio, lo que representa un aumento en comparación con los años anteriores.



**Figura 3.11.**

Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2021.



**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la Figura 3.12, resalta el mes de marzo con la cifra más alta de alertas de homicidios, alcanzando un total de 5 casos. No obstante, los meses de enero, febrero y junio también presentan una alerta considerable, cada uno con 4 casos, lo que no está muy lejos de la cifra del mes con mayor incidencia. En contraste, los meses de abril, noviembre y diciembre no registran incidentes.

**Figura 3.12.**

Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2021 por mes.

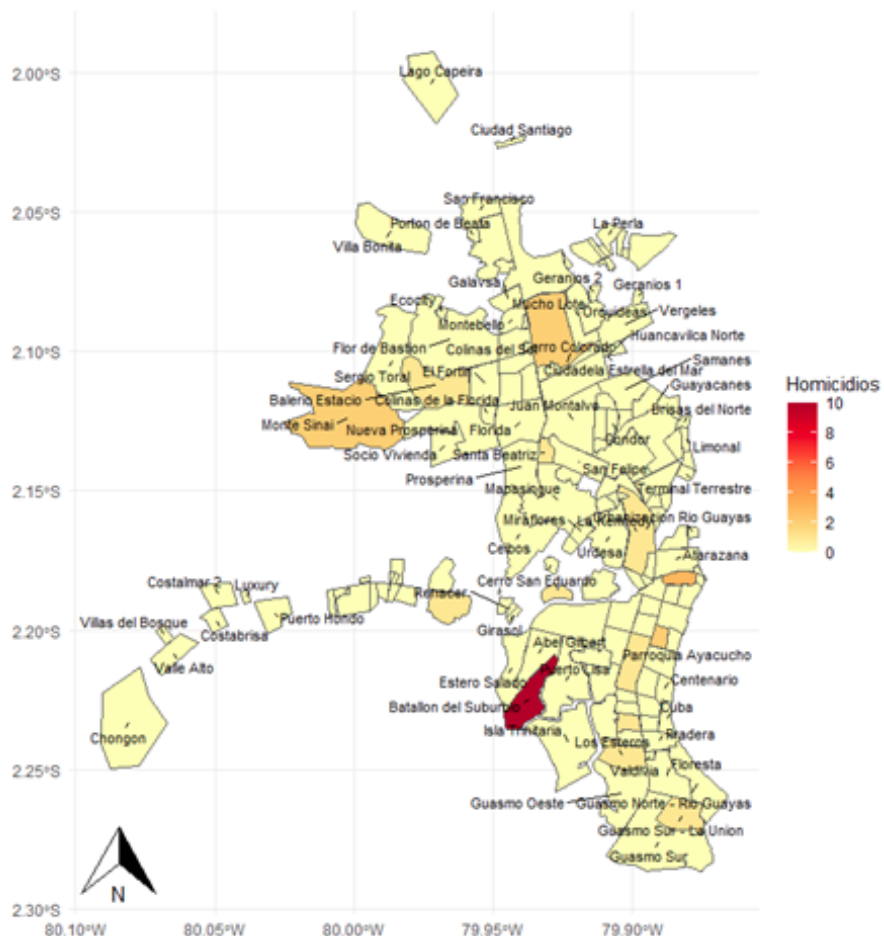


**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

Como resultado, se obtiene un promedio mensual de 2.17 alertas de homicidio a lo largo del año, lo que posiciona este año como el de mayor incidencia en comparación con los anteriores.

**Figura 3.13.**

Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2022

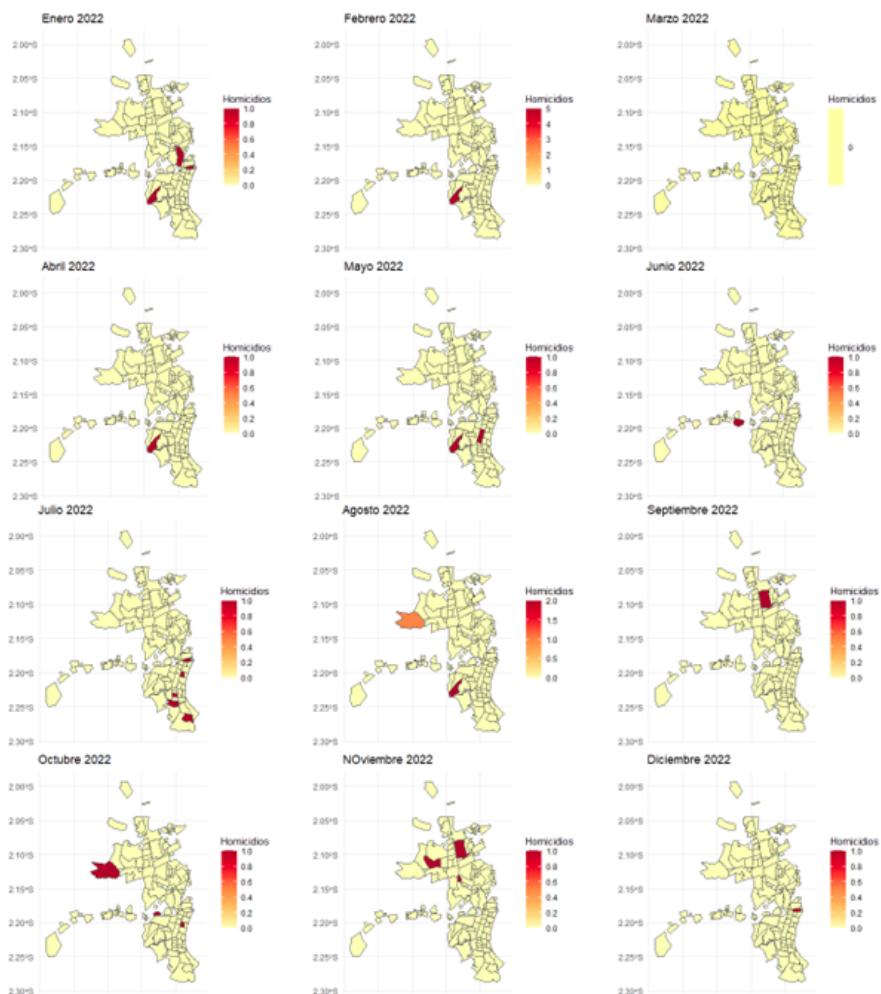


**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

Como se puede apreciar en la Figura 3.13, en el mapa de calor de alertas de homicidios correspondiente al año 2022, el barrio con la mayor incidencia es nuevamente el Batallón del Suburbio, registrando un total de 10 casos. Este barrio resalta como el más peligroso en comparación con otros, donde solo se presentan 3 o menos casos.

**Figura 3.14.**

*Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2022 por mes.*

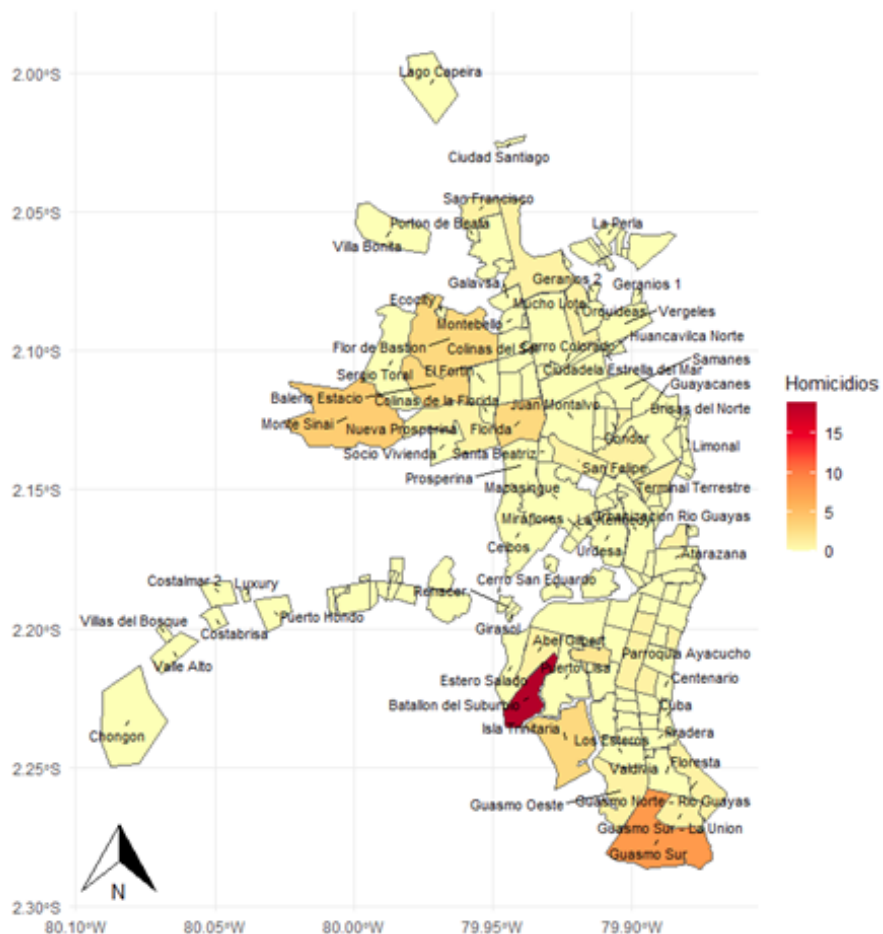


**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la figura 3.14, se puede evidenciar que los meses de febrero y julio son los meses con más casos de alertas de homicidios, cuentan con un total de 5 casos sumando así 2 más que los otros meses del año, teniendo en cuenta que el mes de marzo hubo una excepción ya que no se reportó alerta de homicidio, teniendo un promedio mensual de 2,35 de casos en todo el año 2022, destacando así que el promedio sigue incrementando a medida que pasen los años, mostrando una gran preocupación para los habitantes de la ciudad de Guayaquil.

**Figura 3.15.**

Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2023

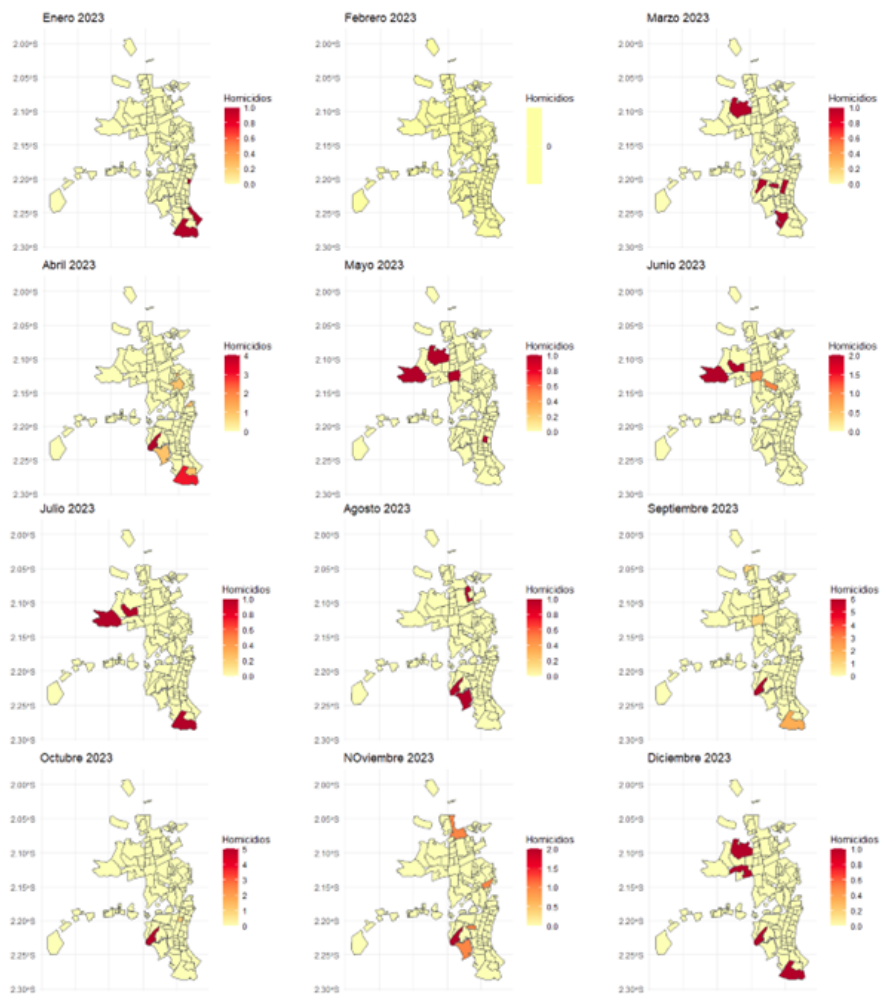


**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

Como se puede observar en la Figura 3.15, la tendencia continúa siendo que el barrio del Batallón del Suburbio presenta el mayor número de casos de alertas de homicidios a lo largo del año 2023 con 19 casos. Esto demuestra que, durante los últimos seis años, este barrio ha experimentado un alto número de actos violentos.

**Figura 3.16.**

*Mapa de calor de alertas de homicidios en barrios de Guayaquil en 2023 por mes.*



**Nota.** Elaborado en R utilizando datos del Sistema Integrado de Seguridad ECU 911

En la figura 3.16, se puede ver que los meses de abril y septiembre han presentado un incremento preocupante a comparación con los demás años reflejando un índice de 5 casos más dentro del año del 2023, siendo este año el promedio mensual 5.08, mostrando una notable y amplia diferencia en comparación con los años anteriores

### 3.4 Análisis del Modelo

El modelo para obtener el riesgo relativo de homicidios se efectuó con la siguiente fórmula:  

$$\text{Homicidios} \sim 1 + (1|\text{Barrio}) + \text{Año} + \text{Escolaridad\_prom} + \text{tasa\_empleo} + \text{tasa\_jóvenes} + s(\text{Mes}, \text{by} = \text{Barrio})$$

Donde:

Homicidios: Es el recuento de alertas por homicidios, variable respuesta.

1: Intercepto que representa la media global.

(1|Barrio): Efectos aleatorios específicos del barrio.

Escolaridad\_prom: Covariable, representa el nivel de instrucción promedio por barrio.

tasa\_empleo: Covariable, representa el porcentaje de personas con empleo por barrio.

tasa\_jóvenes: Covariable, representa el porcentaje de personas jóvenes (18 a 29 años) por barrio.

Año: Covariable, representa el año en el período 2018 al 2023.

s(Mes, by = Barrio): Término suave para modelar la variabilidad de los meses, permitiendo que varíe en los barrios.

En la tabla 3.3 se presentan los resultados del valor estimado de las covariables de nuestro modelo, junto con su respectivos error estándar, intervalo de confianza del 95%, su valor de convergencia Rhat y sus números de muestra Bulk\_ESS y Tail\_ESS.

**Tabla 3.3.**  
*Resumen del modelo*

	Estimate	Est.Error	l-95% CI	u-95% CI	Rhat	Bulk_ESS	Tail_ESS
Año	0.13	0.06	0.01	0.25	1.00	6237	5272
tasa_jóvenes	3.00	2.13	-1.33	7.17	1.00	3561	4003
Escolaridad_prom	-0.20	0.55	-1.28	0.86	1.00	2810	2961
tasa_empleo	-1.13	2.23	-5.54	3.15	1.00	4501	5183

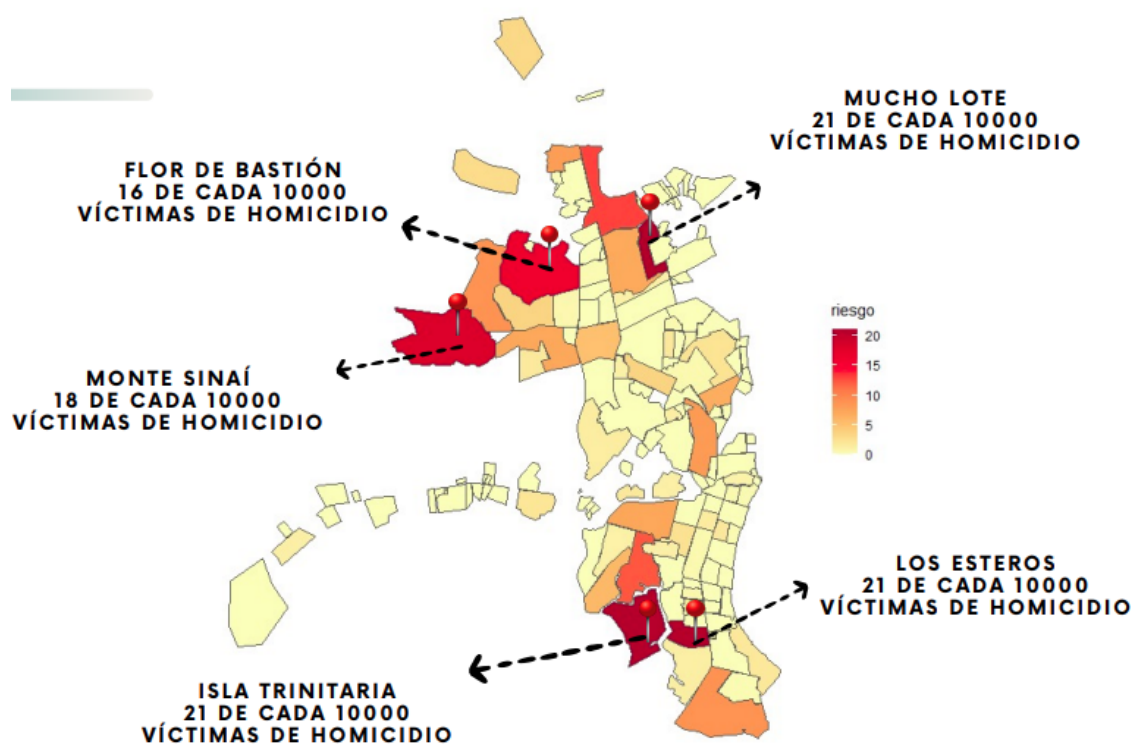
### 3.5 Riesgo Relativo de Homicidios

Gracias al modelo planteado anteriormente se logró obtener el riesgo de homicidios por barrio en Guayaquil, como se observa en la Figura 3.17, las zonas sur y noroeste de la ciudad presentan riesgos mayores de sufrir homicidios que las demás zonas. Entre los barrios con mayor riesgo de homicidios se encuentra Mucho Lote, con 21 casos a ser víctimas de un homicidio por cada diez mil habitantes, seguido de la Isla Trinitaria, Los Esteros, Monte Sinaí y Flor de Bastión.



**Figura 3.17.**

*Mapa de calor del Riesgo de homicidios en barrios de Guayaquil.*



# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Gracias al análisis del comportamiento temporal, se detectó que en los fines de semana y en el rango horario de 20:00 a 22:00 horas se produjeron la mayor cantidad de alertas por homicidios, por lo que podría ser útil concentrar esfuerzos y aumentar los patrullajes en esos días y en esos horarios.
- Al analizar la progresión anual de las alertas de homicidios en Guayaquil, se evidencia un inquietante aumento continuo desde 2018 hasta 2023. Es particularmente notable el año más reciente, que se destaca como el más crítico en cuanto a alertas por homicidios en la ciudad de Guayaquil. Este fenómeno refleja una situación preocupante para la seguridad de los ciudadanos en la actualidad.
- El barrio más peligroso en los últimos 6 años es el Batallón del Suburbio con un total de 51 casos de alertas de homicidio, y siendo el mes de enero, con un total de 20 casos, donde más actos violentos se presentaron, a comparación con el mes de diciembre con un total 9 casos evidenciando que los últimos meses son los más seguros.
- En general las zonas sur y noroeste de la ciudad predominan como las más peligrosas de

la ciudad teniendo en cuenta el riesgo relativo en términos de alertas por homicidios, conocimiento crucial para estrategias como la asignación de recursos o aumento de patrullajes en estas zonas.

## 4.2 Recomendaciones

- Incluir otras variables socioeconómicas en el modelo, como pueden ser los ingresos, la tasa de deserción escolar, el acceso a servicios público, las tasas de desempleo de la población, etc. Estos factores pueden ayudar en el análisis desde un punto de vista más integral de los factores que afectan directamente en el número de homicidios.
- Desarrollar una herramienta interactiva con la implementación del modelo de predicción de homicidios por barrios que permita la visualización de toda la información y de todos los resultados planteados en este proyecto, además de identificar las áreas con mayores riesgos, las fuerzas del orden podrán concentrar sus esfuerzos y recursos en aquellas zonas donde es más probable que ocurran incidentes, mejorando así la capacidad de respuesta y la prevención.
- Con la aplicación del modelo de predicción propuesto, se facilita la planificación de intervenciones preventivas focalizadas. Las autoridades pueden implementar medidas específicas en los barrios identificados como de alto riesgo, tales como patrullajes intensificados, programas comunitarios, o medidas sociales que aborden las causas subyacentes de la criminalidad, contribuyendo a la reducción de la incidencia de homicidios.
- Establecer un proceso de evaluación continua del modelo de predicción. Esto implica la

revisión periódica de su desempeño, la actualización de datos y la incorporación de nuevos factores relevantes. La retroalimentación constante permitirá ajustar y mejorar el modelo a lo largo del tiempo, asegurando su relevancia y precisión en la identificación de áreas de riesgo en constante cambio.

# BIBLIOGRAFÍA

Carcach, C. (2015). A spatio-temporal model of homicide in el salvador. *Crime Science*.

Chávez, M. I. and Abril, M. E. (2023). Predicción de homicidios desde la regresión logística en el distrito metropolitano de quito, ecuador. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, page 237–254.

Cláudio, B., Ludmila, L., Valéria, O., and Sara, F. (2017). Reducción de homicidios en minas gerais: un análisis del programa "fica vivo!". *CIDOB d'Afers Internacionals*, pages 129–157.

DELSOL, S. (2021). Distribución de poisson. <https://www.sdelsol.com/blog/tendencias/distribucion-de-poisson/>.

García, A. (2023). El 10% de víctimas de asesinato en guayaquil son niños y jóvenes. <https://www.primicias.ec/noticias/sucesos/asesinatos-guayaquil-ninos-adolescentes/>.

INEC (2023). Instituto nacional de estadística y censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>.

Mauricio, J. A. (2007). *Análisis de Series Temporales*. Universidad Complutense de Madrid.

Mohammadi, A., Bergquist, R., Fathi, G., Pishgar, E., Nogueira de Melo, S., Sharifi, A., and Kiani, B. (2022). Homicide rates are spatially associated with built environment and socio-economic factors: a study in the neighbourhoods of toronto, canada. *BMC Public Health*.

Ojeda Toche, L. and Tovar Plata, L. (2016). El análisis espacial como una herramienta para el estudio del. In *XII Congreso de Ingeniería del Transporte*, pages 1–14, València.

OMS (2014). Países en desarrollo de América Latina y el Caribe tienen las tasas de homicidio más altas del mundo, según informe de la OMS. Technical report, OPS.

Press, A. (2023). El Salvador: Bukele anuncia la sexta fase de su plan de seguridad, denominada "integración". *EL SALVADOR*.

Romo, J. E. (2019). Modelos espaciales y espacio-temporales para la modelación de datos con exceso de ceros.

SeguraEP (2023). Empresa pública municipal para la gestión de riesgos y control de seguridad de Guayaquil. <https://www.seguraep.gob.ec>.

Silva Urrutia, J. and Villalobos, M. A. (2022). An empirical analysis of homicides in Mexico through machine learning and statistical design of experiments. *Población y salud en Mesoamérica*.

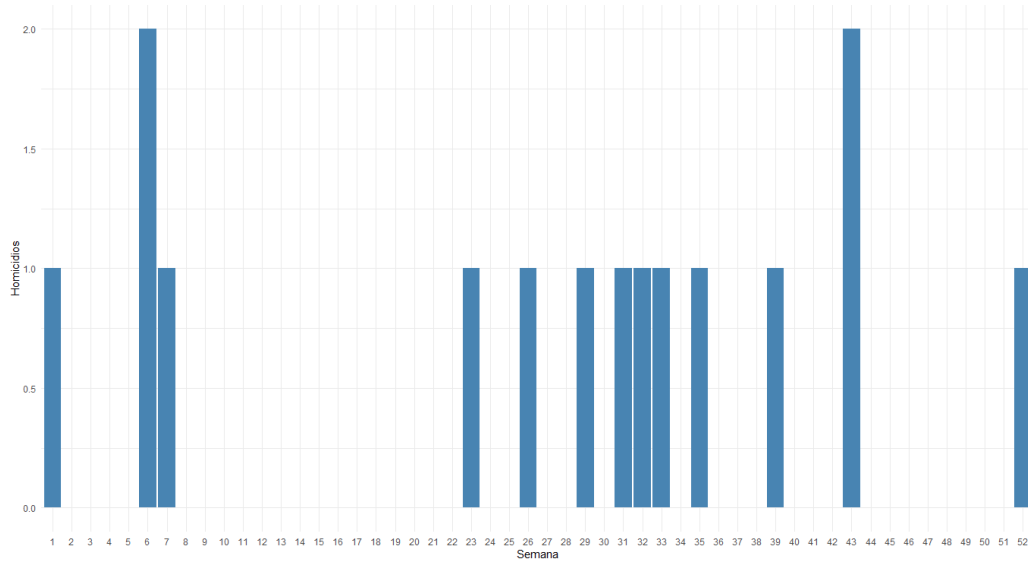
SIS (2023). Servicio integrado de seguridad ECU 911. <https://www.ecu911.gob.ec>.

Tayupanta, X. (2023). Boletín semestral de homicidios intencionales en Ecuador. Technical report, equipo del observatorio.

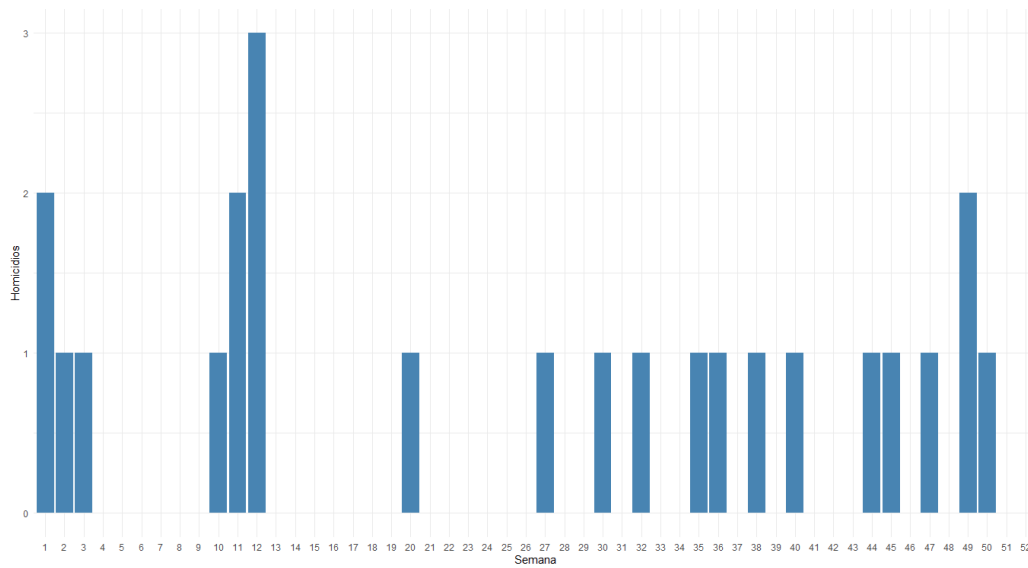
UNODC (2019). La oficina de Naciones Unidas contra la droga y el delito. [https://www.unodc.org/documents/ropan/2021/HOMICIOS\\_EN\\_ESPANOL.pdf](https://www.unodc.org/documents/ropan/2021/HOMICIOS_EN_ESPANOL.pdf).

# APÉNDICES

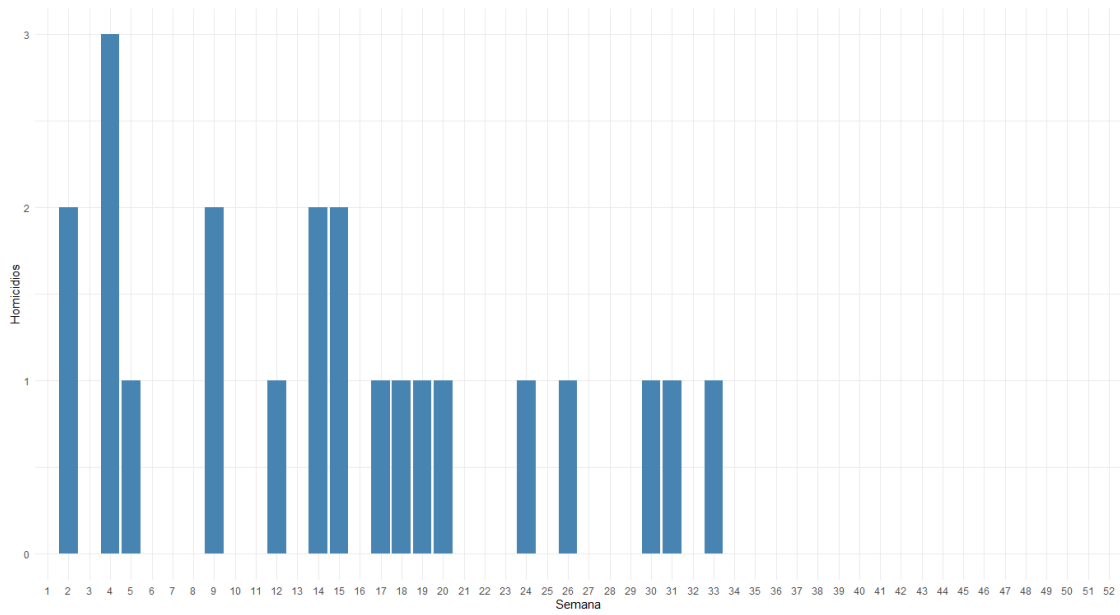
Llamadas de emergencia por homicidios por Semanas del año 2018



Llamadas de emergencia por homicidios por Semanas del año 2019



### Llamadas de emergencia por homicidios por Semanas del año 2020



### Llamadas de emergencia por homicidios por Semanas del año 2021

