UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

CARACTERIZACIÓN DE LOS INGRESOS POR ACCIDENTE DE TRÁNSITO EN EL HOSPITAL DE EMERGENCIAS "JOSÉ CASIMIRO ULLOA" 2017 – 2024

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN SALUD PÚBLICA

ALBERTO GONZALES GUZMÁN

LIMA – PERÚ

2026

ASESOR

DR. LUIS FERNANDO LLANOS ZAVALAGA

JURADO DE TESIS

MG. JULIO ANDER MAYCA PEREZ

PRESIDENTE

MG. CECILIA MONTES JAVE

VOCAL

DRA. PATRICIA SILVIA MALLMA SALAZAR

SECRETARIA

DEDICATORIA.

A mi hija Bianca Almivi e hijo Leonardo Bastian.
A mi esposa
Karla Grau. A mi padre Víctor Alberto
y madre Doris Sonia
A mi hermano de sangre Gustavo y hermana de sangre Gabriela.
A mis hermanas/os
bomberos. A mis
hermanas/os gestores en
salud. A mis hermanos
masones.
A mis hermanas/os peruanas/os.

AGRADECIMIENTOS.

Al Hospital de Emergencias “José Casimiro Ulloa”

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Tesis autofinanciada

DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA	**19**	**Julio**	**2026**
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	**GONZALES GUZMÁN ALBERTO**		
PROGRAMA DE POSGRADO	**PROGRAMA INTEGRADO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO EN SALUD PÚBLICA**		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	**2009**		
TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	**CARACTERIZACIÓN DE LOS INGRESOS POR ACCIDENTE DE TRÁNSITO EN EL HOSPITAL DE EMERGENCIAS "JOSÉ CASIMIRO ULLOA" 2017 – 2024**		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO	**Tesis**		
Declaración del Autor El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	**+51 994 729 378**		
E-mail	**alberto.gonzales@upch.pe**		

Firma del Egresado
Documento nacional de identidad 41878712

UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	GONZALES GUZMÁN ALBERTO

Pertenecientes al programa de la **PROGRAMA INTEGRADO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO EN SALUD PÚBLICA**, autores del trabajo titulado: **CARACTERIZACIÓN DE LOS INGRESOS POR ACCIDENTE DE TRÁNSITO EN EL HOSPITAL DE EMERGENCIAS "JOSÉ CASIMIRO ULLOA" 2017 - 2024**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRO EN SALUD PÚBLICA** bajo la modalidad de **TESIS**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	LLANOS ZAVALAGA LUIS FERNANDO	FASPA	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **14%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3022825915**; fecha de entrega: **02-09-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 02 de septiembre de 2026**

Firma del asesor	Firma del Co-asesor
N° DNI: 06522415	N° DNI:
ORCID: 0000-0001-6050-6001	ORCID:

ÍNDICE

RESUMEN
ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	5
III.	MARCO TEÓRICO	7
IV.	METODOLOGÍA	18
V.	RESULTADOS	35
VI.	DISCUSIÓN	79
VII.	CONCLUSIONES	92
VIII.	RECOMENDACIONES	94
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

RESUMEN

Introducción: Los accidentes de tránsito son un problema prioritario de salud pública en el Perú. El Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" (HEJCU) concentra numerosos casos en Lima Metropolitana. El objetivo fue analizar las características temporales y geográficas de los ingresos por accidente de tránsito en el HEJCU durante el periodo 2017-2024.

Metodología: Estudio analítico, transversal retrospectivo, basado en registros de atenciones por accidentes de tránsito del HEJCU entre 2017-2024. El análisis temporal incluyó modelos de regresión segmentada, series de tiempo interrumpidas y descomposición estacional. El análisis geográfico desarrolló mapas de distribución espacial. El estudio tuvo aprobación ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y se preservó la confidencialidad de los datos.

Resultados: Se incluyeron 20.904 atenciones por accidentes de tránsito de 20.914 registros. Predominaron hombres (62,5%) y personas de 18–59 años (83,2%). El 48,8% de pacientes pago por su atención y 92,2% egresó con alta médica. Los accidentes automovilísticos representaron 75,3%, seguidos por moto (13,6%) y bicicleta (11,1%), esta última aumentó de 6,1% en 2017 a 13,5% en 2024.

Al inicio de la pandemia por COVID-19 y a la implementación inicial de las restricciones de desplazamientos y cuarentena, los ingresos por accidentes de tránsito disminuyeron 36,8% (IRR=0,632). Durante las restricciones durante pandemia, aumentaron 2% por mes (IRR=1,020). La reducción fue mayor en mujeres (50,2%) que en hombres (30,1%) y alcanzó 72,1% en los adultos mayores. El 89,7% de casos ocurrieron en distritos de Lima Sur y Centro.

Conclusiones: Los accidentes de tránsito predominaron en varones. Seguida a la

pandemia por COVID-19 y a las restricciones determinadas por el Estado se evidenció una caída significativa de los ingresos, seguida de una recuperación progresiva durante las restricciones y una estabilización posterior.

PALABRAS CLAVES

Accidentes de Tránsito, Distribución Temporal, Análisis Espacio-Temporal (DeCS/BIREME)

ABSTRACT

Introduction: Traffic accidents are a major public health problem in Peru. The José Casimiro Ulloa Emergency Hospital (HEJCU) treats a large number of cases in Metropolitan Lima. The objective is to analyze the temporal and geographic characteristics of traffic accident admissions at HEJCU during the period 2017–2024.

Methodology: This was a retrospective, cross-sectional, analytical study based on traffic accident care records from the HEJCU between 2017 and 2024. The temporal analysis included segmented regression models, interrupted time series, and seasonal decomposition. The geographic analysis developed spatial distribution maps. The study received ethical approval from the Cayetano Heredia Peruvian University, and data confidentiality was maintained.

Results: A total of 20.904 traffic accident-related encounters were included out of 20.914 records. Males (62,5%) and individuals aged 18–59 (83,2%) predominated. 48,8% of patients paid for their care, and 92,2% were discharged. Car accidents accounted for 75,3% of cases, followed by motorcycle (13,6%) and bicycle (11,1%) accidents; the latter increased from 6,1% in 2017 to 13,5% in 2024.

At the onset of the COVID-19 pandemic and the initial implementation of travel restrictions and quarantine measures, admissions due to traffic accidents decreased by 36,8% (IRR=0,632). During the pandemic restrictions, they increased by 2% per month (IRR=1,020). The reduction was greater among women (50,2%) than men (30,1%) and reached 72,1% among older adults. 89,7% of cases occurred in the districts of South and Central Lima.

Conclusions: Traffic accidents were more prevalent among males. Following the

COVID-19 pandemic and state-mandated restrictions, a significant drop in admissions was observed, followed by a progressive recovery during the restriction period and subsequent stabilization.

KEYWORDS

Traffic Accidents; Temporal analysis; Spatiotemporal Analysis. (MeSH/NLM)

I. INTRODUCCIÓN

Las lesiones ocasionadas por accidentes de tránsito constituyen uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial debido a su elevada carga de morbimortalidad y a las importantes consecuencias sociales y económicas que generan. Se estima que estos eventos ocasionan aproximadamente 1,35 millones de muertes cada año, además de una considerable carga de discapacidad derivada de lesiones no fatales (1). Asimismo, las proyecciones internacionales indican que, de mantenerse las tendencias actuales, los accidentes de tránsito podrían convertirse en la séptima causa de muerte a nivel global para el año 2030 (2). La Organización Mundial de la Salud ha señalado que cerca del 90% de las muertes relacionadas con el tránsito ocurren en países de ingresos bajos y medianos, donde las tasas de incidencia continúan incrementándose y los sistemas de salud enfrentan mayores dificultades para responder a esta problemática (1,3).

En el contexto peruano, los accidentes de tránsito representan un problema persistente de salud pública con importantes repercusiones sanitarias, sociales y económicas. Según la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancía (SUTRAN), durante el año 2022 se registraron 5.449 accidentes de tránsito y más de 900 fallecimientos asociados a las lesiones derivadas de estos eventos (4). Según el Observatorio Nacional de Seguridad Vial del Perú, para el año 2025, a nivel nacional, hubo 88.243 siniestros, 3.428 fallecidos y 55.329 lesionados. Debido a su relevancia, el Ministerio de Salud ha reconocido esta problemática como una prioridad nacional de investigación para el periodo 2024–2030 mediante la Resolución Ministerial N.º 184-2024/MINSA, con el propósito de fortalecer la generación de evidencia científica que contribuya al diseño e

implementación de políticas públicas y estrategias efectivas de prevención y control en seguridad vial (5,6).

Los registros del Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades (CDC) del Ministerio de Salud evidencian una tendencia creciente en las atenciones por lesiones de tránsito en las últimas décadas. El número de casos registrados aumentó de 8.643 en 2007 a 37.298 en 2019. Durante el periodo de restricciones asociado a la pandemia por COVID-19 se observó una reducción importante, alcanzando 16.581 casos en 2020; sin embargo, posteriormente se retomó una trayectoria ascendente que llegó a 36.063 casos en 2023. Este comportamiento podría estar relacionado con factores como el incremento progresivo del parque automotor, las limitaciones de la infraestructura vial y la persistencia de conductas de riesgo entre conductores y peatones. No obstante, debe considerarse la posible existencia de subregistro, especialmente en accidentes de menor gravedad o en los ocurridos en zonas con sistemas de notificación débil.

Desde una perspectiva temporal y sociodemográfica, los datos nacionales muestran patrones diferenciados en la ocurrencia de las lesiones por tránsito. Entre los años 2022 y 2023, diciembre registró el menor número de casos incidentes, mientras que los domingos concentraron la mayor cantidad de atenciones, independientemente del horario. Asimismo, se observa un predominio de casos en el sexo masculino y una mayor afectación en adultos jóvenes de 20 a 29 años, población que se encuentra en una etapa altamente productiva de la vida. En cuanto a la distribución geográfica, la mayor concentración de atenciones se registra en establecimientos de salud ubicados en zonas urbanas de la costa, particularmente en Lima, que reporta el mayor porcentaje de casos incidentes a nivel nacional (7).

I.1 Planteamiento del problema

Los accidentes de tránsito constituyen una de las principales causas de lesiones traumáticas atendidas en los servicios de emergencia y generan una importante carga para los sistemas de salud, particularmente en áreas urbanas de alta densidad poblacional. En el Perú, estos eventos son un problema prioritario de salud pública debido a su frecuencia y a sus consecuencias sobre la morbimortalidad.

El Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" (HEJCU), establecimiento especializado en la atención de emergencias en Lima Metropolitana, recibe un volumen considerable de pacientes afectados por accidentes de tránsito, generando una demanda importante de recursos hospitalarios y de servicios especializados.

A pesar de su relevancia, existe limitada evidencia local que describa de manera integral el comportamiento de los ingresos por accidentes de tránsito a lo largo del tiempo. La ausencia de análisis longitudinales dificulta la identificación de patrones temporales y caracterización demográfica y geográfica de la demanda asistencial.

En este contexto, el presente estudio analizó las características temporales, demográficas y geográficas de los ingresos por accidentes de tránsito atendidos en el HEJCU durante el periodo 2017–2024, con el fin de generar evidencia que contribuya a la planificación sanitaria, la gestión hospitalaria y el fortalecimiento de las estrategias de prevención y seguridad vial.

En función de lo expuesto, se formula la siguiente pregunta de investigación: **¿Qué tendencias, variaciones y patrones temporales y geográficos se observan en los ingresos por accidente de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" durante el periodo 2017–2024?**

I.2 Justificación

Los accidentes de tránsito constituyen una prioridad nacional de investigación en salud en el Perú y representan un importante problema de salud pública debido a su impacto sobre la morbimortalidad y la demanda de servicios de emergencia. En este contexto, resulta necesario generar evidencia local que permita comprender las características y tendencias de los ingresos por esta causa en establecimientos de referencia como el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa", contribuyendo a una mejor comprensión del problema en entornos urbanos.

Desde la perspectiva científica y sanitaria, la caracterización de los ingresos por accidentes de tránsito según variables demográficas, temporales y geográficas permite identificar grupos poblacionales más afectados, periodos de mayor carga asistencial y patrones de ocurrencia relevantes. Esta información constituye una herramienta valiosa para el diseño de intervenciones preventivas basadas en evidencia, así como para fortalecer las acciones de promoción de la seguridad vial y la reducción de lesiones asociadas al tránsito.

Asimismo, desde el ámbito de la gestión hospitalaria y las políticas públicas, el conocimiento de la demanda asistencial asociada a los accidentes de tránsito favorece una planificación más eficiente de los recursos humanos y materiales, optimizando la capacidad de respuesta de los servicios de emergencia. Del mismo modo, los resultados pueden servir como base para futuras investigaciones y para la formulación de estrategias orientadas a disminuir el impacto sanitario y social de los accidentes de tránsito en la población.

II. OBJETIVOS

II.1 Objetivo General

Analizar las características temporales y geográficas de los ingresos por accidente de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" durante el periodo 2017-2024.

II.2 Objetivos específicos

- Objetivo específico 1: Describir la distribución según características sociodemográficas, sexo, grupo etario, tipo de aseguramiento, nacionalidad y condición de egreso de los pacientes atendidos por accidentes de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" durante el periodo 2017 al 2024.
- Objetivo específico 2: Comparar la distribución según tipo de accidente, diagnósticos y estancia hospitalaria por año de los ingresos por accidente de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" durante el periodo 2017-2024.
- Objetivo específico 3: Analizar los patrones estacionales y temporales de los ingresos por accidente de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" durante el periodo 2017 al 2024.
- Objetivo específico 4: Evaluar el efecto de las restricciones ocasionadas por la pandemia COVID-19 y del periodo de posrestricción pandémica sobre la tendencia mensual, mediante un modelo segmentado de series temporales interrumpidas, de los ingresos por accidente de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" durante el periodo 2017 al 2024.
- Objetivo específico 5: Diagramar la distribución geográfica según lugar donde ocurrió el accidente de tránsito en Lima Metropolitana por periodo

prepandémico, de restricción pandémica y de posrestricción pandémica de los ingresos por accidente de tránsito en el Hospital de Emergencias “José Casimiro Ulloa” durante el periodo 2017-2024.

III. MARCO TEÓRICO

III.1 Antecedentes

- **Antecedentes internacionales**

Goldman et al. en su artículo "Demographic and injury trends for car crash casualties hospitalized in Level I Trauma centers over two decades: data from the National Trauma Registry" publicado el año 2024, tuvo por objetivo examinar la tendencia de lesiones por accidentes de tráfico en un centro de trauma nivel I en Israel. Se trabajó con datos de los ingresos del 1 de enero de 1998 al 31 de diciembre del 2019. La población estuvo compuesta por 21.173 pacientes. Se reporta aumento de casos incidentes del año 1998 al 2019 para mujeres atendidas por lesiones de accidente de tránsito, de 37,7% a 53,7%, y el grupo de adultos mayores, de 6,5% a 12,6%; y una disminución en la mortalidad de 11,6% a 7,4% para atenciones por lesiones severas. Como limitación, solo incluyen a víctimas hospitalizadas en unidad de trauma nivel I. Las muertes ocurridas en la escena del accidente o camino al hospital no fueron incluidas, limitando la generalización de los resultados al no abarcar la totalidad de víctimas de accidentes. En conclusión, el estudio evidenció un aumento en las víctimas femeninas y adultos mayores, así como una reducción en la mortalidad para las atenciones por lesiones severas (8). Kouroma et al., publicaron en el 2019 "Frequency, characteristics and hospital outcomes of road traffic accidents and their victims in Guinea: a three-year retrospective study from 2015 to 2017", que tuvo por objetivo documentar la frecuencia, características y desenlaces hospitalarios de los ingresos por accidentes de tránsito. Se realizó una cohorte única retrospectiva multicéntrica empleando los registros médicos de las víctimas atendidas en 20 hospitales. Se reportó un aumento de 49,5% en los casos

de accidentes de tránsito entre 2015 y 2017. El total de atenciones por accidente de tránsito fue 27.751, representó 22% de las atenciones hospitalarias, siendo 71,0% víctimas del sexo masculino, 36,4% del grupo etáreo 25-44 años y 1,4% de mortalidad registrada para el total de casos. En conclusión, las atenciones hospitalarias por lesiones derivadas de accidentes de tránsito van en aumento con predominio en hombres y población económicamente activa (9).

Mattos et al., en su artículo "Acidentes de trânsito em Belo Horizonte: o que revelam três diferentes fontes de informações, 2008 a 2010" publicado el año 2015, tuvo por objetivo describir los accidentes de tránsito en la ciudad de Belo Horizonte, Brasil a través de un estudio descriptivo y longitudinal. Emplearon tres fuentes de datos (Sistema de Información de la Empresa de Transportes y Tránsito de Belo Horizonte - BHTRANS, Sistema de Informaciones Hospitalarias - SIH, y Sistema de Información sobre Mortalidad - SIM) las cuales se integraron mediante los códigos CIE-10 para analizar accidentes de tránsito, hospitalizaciones y muertes en Belo Horizonte (2008-2010), permitiendo un análisis exhaustivo de las circunstancias, factores sociodemográficos y toxicológicos de los afectados. Se reportó un total de 10.374 atenciones por accidente de tránsito y 1.869 muertes derivadas de estos. Se evidenció un aumento de 34% en los ingresos hospitalarios en los residentes de la capital, y de 53% en los costos de atención. Las lesiones por accidente de tránsito automovilístico ascendieron de 6,19% a 14,76%. La mortalidad asociada no presentó variaciones significativas en la cantidad de casos incidentes, de 652 a 625. (10).

Gill et al., publicaron "Seasonal variation in hospital admission for road traffic injuries in England: analysis of hospital statistics" en el año 2009. Fue un estudio

observacional descriptivo longitudinal entre los años 1999 – 2004; se evaluó la variación estacional mensual de casos incidentes de atenciones por accidente de tránsito registradas por CIE-10. Se reportó 71.099 lesiones en ocupantes de automóviles, con promedio de casos incidentes mensuales de 6.053,68; se encontró que en los meses de invierno de noviembre y diciembre se presentaron 16% más de casos por encima del promedio mensual. Concluyendo que la mayor cantidad de casos por accidente de tránsito se presenta en los meses de invierno (11).

- **Antecedentes nacionales**

Choquehuanca et al., en su artículo "Perfil epidemiológico de los accidentes de tránsito en el Perú, 2005-2009" publicado el 2010, tuvo por objetivo determinar las características epidemiológicas de los accidentes de tránsito en el Perú. Fue un estudio observacional, descriptivo y transversal del quinquenio 2005-2009, identificando 404.120 accidentes (63,8% en Lima); en el perfil sociodemográfico los varones económicamente activos, entre 20 a 34 años, son la población más afectada. Se produjeron 235.591 lesiones derivadas y 17.025 muertes. Sobre la variación anual de casos incidentes se evidenció una tendencia al alza de 40.448 casos en 2005 a 48.395 casos en 2009, y una disminución en la letalidad asociada de 7,55 a 6,28 por 100 mil habitantes. En conclusión, hubo un aumento en lesiones por accidentes de tráfico y una disminución en la letalidad asociadas a estas en Perú entre los años 2005 y 2009 (13).

III.2 Fundamentos teóricos

Los accidentes de tránsito son eventos imprevistos que ocurren en las vías de circulación, involucrando a vehículos, peatones, ciclistas y/o motociclistas. Estos pueden causar daños materiales, lesiones físicas e incluso la muerte de los implicados en el siniestro. Su origen es multifactorial; dentro de estos, los errores humanos, fallas mecánicas en los vehículos, condiciones adversas de las vías, factores ambientales entre otros. Por su carga de morbimortalidad representan un reto importante para la salud pública tanto a nivel mundial como nacional (13–16).

- **Contexto de la serie de tiempo**

El presente estudio analiza una serie temporal comprendida entre los años 2017 y 2024, con el propósito de evaluar la evolución de las atenciones por accidentes de tránsito en diferentes contextos de movilidad de la población. Para facilitar el análisis, la serie se dividió en tres periodos de acuerdo con la implementación de las restricciones de movimiento en el Perú: enero 2017 – febrero 2020, correspondiente a un periodo sin restricciones (periodo prepandémico); abril 2020 – octubre 2022, caracterizado por la aplicación de medidas que limitaron el desplazamiento de las personas como respuesta a la COVID-19 (periodo de restricción pandémica); y noviembre 2022 – diciembre 2024, correspondiente al periodo posterior al levantamiento de dichas restricciones (periodo de posrestricción pandémica).

Las restricciones de movimiento por COVID-19 se implementaron como medidas excepcionales de salud pública orientadas a disminuir la circulación de personas, reducir el contacto físico y limitar la transmisión comunitaria del virus. Estas

medidas se sustentaron legalmente en la declaración del Estado de Emergencia Nacional, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 044-2020-PCM, publicado el 15 de marzo de 2020, que estableció el aislamiento social obligatorio y restricciones al libre tránsito. Posteriormente, el marco normativo fue modificado y prorrogado mediante diversos decretos supremos. Un hito importante fue el Decreto Supremo N.º 184-2020-PCM, publicado el 1 de diciembre de 2020, que mantuvo el Estado de Emergencia Nacional y estableció medidas para la denominada nueva convivencia social.

Durante el periodo de restricciones pandémicas, las restricciones incluyeron limitaciones al desplazamiento, horarios de inmovilización social obligatoria, cuarentenas focalizadas y control de actividades según niveles de alerta territorial. Estas medidas permiten operacionalizar dicho periodo como una etapa "con restricción de movimiento".

A medida que disminuyó la transmisión de la COVID-19 y avanzó la cobertura de vacunación, las restricciones fueron flexibilizándose progresivamente. Finalmente, mediante el Decreto Supremo N.º 130-2022-PCM, publicado el 27 de octubre de 2022, el Poder Ejecutivo derogó el Estado de Emergencia Nacional declarado por la COVID-19 y sus sucesivas prórrogas, estableciendo nuevas disposiciones para el restablecimiento de la convivencia social y poniendo fin al régimen excepcional de restricciones de movimiento vigente desde marzo de 2020.

- **Causales más prevalentes e impacto de accidentes de tránsito**

Estudios previos han identificado que los accidentes de tránsito son eventos multifactoriales en los que intervienen factores humanos, mecánicos, ambientales,

viales y socioeconómicos. Entre ellos, los errores humanos constituyen la principal causa, destacando la distracción al volante, el exceso de velocidad, la conducción bajo efectos del alcohol o drogas y el incumplimiento de las normas de tránsito. En el Perú, se ha reportado que aproximadamente el 72% de los accidentes están relacionados con el comportamiento del conductor (17). Asimismo, las fallas mecánicas, particularmente en los sistemas de frenos, y las deficiencias en la infraestructura vial también han sido reconocidas como factores importantes en la ocurrencia de siniestros (16,18).

La evidencia también señala que las condiciones climáticas adversas, como la lluvia y las bajas temperaturas, incrementan significativamente el riesgo de accidentes de tránsito debido a la reducción de la visibilidad y de las condiciones de adherencia en las vías (19,20). Del mismo modo, diversos estudios han mostrado que las desigualdades sociales y económicas influyen en la frecuencia y gravedad de los accidentes, así como en la mortalidad asociada a estos eventos (15).

Por otra parte, se ha documentado que los accidentes de tránsito generan una importante carga para los sistemas de salud, debido al incremento de hospitalizaciones, procedimientos quirúrgicos, cuidados intensivos y necesidades de rehabilitación prolongada (21). Las lesiones graves derivadas de estos eventos pueden ocasionar discapacidad permanente y un aumento sostenido en la utilización de servicios de salud, afectando tanto a los pacientes como a sus familias. Estudios realizados en Colombia, Turquía y otros países han evidenciado el impacto de los accidentes de tránsito sobre la demanda asistencial, los costos sanitarios y la utilización de recursos médicos en los meses posteriores al evento (21–24).

- **Epidemiología de los accidentes de tránsito: internacionales y nacionales**

Estudios previos han reportado que los accidentes de tránsito constituyen un problema creciente de salud pública a nivel mundial, con una tendencia sostenida al aumento y una afectación predominante en hombres económicamente activos (25). Asimismo, se ha descrito que generan una elevada carga de enfermedad, discapacidad y mortalidad, especialmente en países de ingresos bajos y medios, donde ocurre más del 90% de las muertes por esta causa y donde las tasas de mortalidad pueden triplicar las observadas en países de altos ingresos (26,29–31).

La evidencia internacional también señala que los accidentes de tránsito afectan de manera desproporcionada a poblaciones vulnerables y están influenciados por factores socioeconómicos, de movilidad y de infraestructura vial. Diversos estudios han mostrado que las mejoras en legislación, fiscalización e infraestructura pueden reducir significativamente la frecuencia y gravedad de estos eventos, como se ha observado en países como China, Australia, México e India (33,34). Asimismo, se ha documentado un incremento progresivo de los accidentes relacionados con motocicletas en distintos contextos, aun cuando la tendencia global de siniestros y mortalidad ha disminuido en algunos países (34).

En el contexto peruano, los reportes nacionales muestran que Lima concentra la mayor proporción de siniestros viales y defunciones por esta causa. Los hombres y las personas de 30 a 59 años representan los grupos más afectados, mientras que el número de accidentes disminuyó notablemente durante las restricciones por la pandemia de COVID-19 y aumentó nuevamente en los años posteriores (35). Además, se ha reportado que los peatones y motociclistas constituyen los usuarios más vulnerables, y que factores como la imprudencia del conductor, el exceso de

velocidad y la conducción bajo efectos del alcohol se encuentran entre las principales causas asociadas a los siniestros viales (35,36).

- **Características y tendencias en accidentes de tránsito: internacionales y nacionales**

Las variaciones temporales de los accidentes de tránsito están influenciadas por factores climáticos, económicos, de movilidad y de infraestructura vial. Estudios realizados en Ecuador y Perú han mostrado que el aumento del tráfico asociado a actividades turísticas, así como las condiciones de lluvia, se relacionan con una mayor frecuencia de accidentes de tránsito (13,15,39).

Asimismo, diversas intervenciones de seguridad vial, como las pruebas aleatorias de alcoholemia, las mejoras en la infraestructura vial y las campañas de sensibilización, han demostrado reducir significativamente las hospitalizaciones por accidentes de tránsito (37,38). En el contexto peruano, la incidencia de estos eventos también se ha asociado con la actividad económica, siguiendo patrones relacionados con el crecimiento del PIB per cápita (40).

Respecto a la distribución temporal, se ha reportado que los fines de semana concentran la mayor ocurrencia de accidentes, particularmente los días sábado y domingo, mientras que los martes y miércoles presentan menores frecuencias. Del mismo modo, los horarios de mayor riesgo se ubican principalmente durante las horas de mayor movilidad vehicular, especialmente entre las 17:00 y 20:00 horas (36).

- **Diferencias por edad y sexo en la incidencia y gravedad de los accidentes de tránsito**

Los estudios muestran diferencias significativas en la incidencia y gravedad de los accidentes de tránsito entre hombres y mujeres. Los hombres tienen una mayor incidencia de accidentes y tienden a sufrir lesiones más graves. Un análisis en Wisconsin reveló que los hombres presentaban una mayor tasa de hospitalización que las mujeres en accidentes de pérdida de control, especialmente entre los conductores jóvenes (41). Además, un estudio en Riyadh encontró que 88% de los pacientes hospitalizados por accidentes de tránsito eran hombres, quienes también mostraban una mayor proporción de lesiones severas (42). Otro estudio demostró que los hombres tienden a tener costos de atención médica más altos después de un accidente en comparación con las mujeres del mismo grupo de edad (43).

La distribución de lesiones por accidentes de tránsito varía entre diferentes grupos etarios. En Estocolmo (Suecia), se reportó que los conductores jóvenes (18-24 años) tienen un riesgo significativamente mayor de involucrarse en accidentes durante la noche en comparación con otros grupos de edad (44). Los adultos mayores (≥65 años) tienden a experimentar tasas de hospitalización más altas y sufren lesiones más graves en accidentes de tránsito. Un estudio en España mostró que las hospitalizaciones por colisión de vehículos aumentan significativamente para hombres a partir de los 70 años; mientras que, en mujeres, la tasa de lesiones en colisiones aumenta en los grupos de más de 60 años (45). En México, en relación a defunciones por grupo etario, destacan que en accidentes de tránsito se registró un aumento de 44,4% de muertes en niños de 0 a 4 años, 13,3% en niños de 10 a 19 años, 25% en adultos jóvenes y 63% en adultos mayores de 60 años (34).

- **Epidemiología hospitalaria de accidentes de tránsito**

Los diagnósticos más comunes en pacientes ingresados por accidentes de tránsito incluyen traumatismos craneoencefálicos, fracturas, y lesiones en el cuello y la columna vertebral. Un estudio encontró que el trauma craneal es uno de los tipos de lesiones más frecuentes, con una tasa del 18,3% entre los pacientes analizados (46). Otro estudio en Sfax, Túnez, determinó que 40,5% de las víctimas de accidentes de tránsito eran motociclistas, y 65% presentaban patologías extracraneales significativas (47). Además, una investigación sobre la evaluación clínica de pacientes con secuelas de accidentes de tránsito, el dolor cervical fue la queja más común, presente en 94,1% de los casos (48).

La gravedad de las lesiones, disponibilidad de recursos médicos, y presencia de comorbilidades son factores críticos que afectan la duración de la estancia hospitalaria de los pacientes. Los pacientes con lesiones más graves, como los traumatismos craneoencefálicos severos, tienden a requerir estancias hospitalarias más prolongadas. Un estudio reveló que la duración promedio de la estancia en UCI para pacientes con traumatismo craneal fue 16 días, y alta tasa de mortalidad 26,9% (49). Además, la disponibilidad de recursos médicos, como camas de UCI y equipos diagnósticos, puede influir en la capacidad hospitalaria para proporcionar atención adecuada y oportuna, afectando así la duración de la hospitalización. La presencia de comorbilidades, como la fibrilación auricular, también puede complicar el manejo del paciente y prolongar la estancia hospitalaria. Los pacientes con fibrilación auricular tuvieron estancias hospitalarias significativamente más largas y mayores costos médicos en comparación con aquellos sin esta condición (50).

- **Tipos de aseguramiento y su impacto en la atención y resultados hospitalarios**

Estudios previos han señalado que el tipo de aseguramiento influye de manera importante en los resultados de la atención hospitalaria posterior a un accidente de tránsito. Los pacientes con cobertura de salud suelen presentar mejor acceso a la atención y menores tasas de mortalidad que aquellos sin seguro o con mecanismos de cobertura limitados (51,52).

En el Perú, los principales mecanismos de protección financiera para las víctimas de accidentes de tránsito son el SOAT (Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito) y la AFOCAT (Asociación de Fondos Regionales o Provinciales contra Accidentes de Tránsito). Diversas investigaciones han identificado limitaciones en el funcionamiento de la AFOCAT, incluyendo un mayor número de reclamos, problemas de solvencia y retrasos en los procesos de indemnización en comparación con los sistemas administrados por aseguradoras privadas (50,54).

La evidencia disponible sugiere la necesidad de fortalecer la regulación, supervisión y sostenibilidad financiera de estos mecanismos de aseguramiento, con el fin de garantizar una atención oportuna y una adecuada protección económica para las víctimas de accidentes de tránsito (50,53,54).

IV. METODOLOGÍA

IV.1 Tipo y Diseño del estudio

Se realizó un estudio cuantitativo observacional analítico de diseño transversal y retrospectivo con enfoque temporal y geográfico de las atenciones por accidentes de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" (HEJCU) durante los años 2017 al 2024.

IV.2 Población de estudio y criterios de selección

Población: La población de estudio la conformaron las atenciones por motivo de atención "accidente de tránsito" registrados en la base de datos de la Oficina de Estadística e Informática del HEJCU, de enero del 2017 al diciembre del 2024.

Criterios de selección: Se excluyeron los registros que no tengan los datos de sexo, edad, año de siniestro, tipo de seguro, diagnósticos, estancia hospitalaria, distrito de siniestro correctamente registrado (con todos los campos mencionados llenos), condición de ingreso y condición de egreso. Se incluyeron a todas las atenciones que cumplieran los criterios de selección.

Diseño muestral: Para este estudio se incluyeron todos los pacientes registrados con motivo de atención: "accidentes de tránsito" en la base de datos del HEJCU desde el año 2017 al año 2024. No se calculó tamaño muestral ni se aplicaron técnicas de muestreo.

Unidad de análisis: Para el objetivo específico N.º 1, 2 y 5 (análisis descriptivo, comparativo y geográfico respectivamente) la unidad de análisis corresponde a la atención individual, mientras que para el objetivo específico N.º 3 y 4 (análisis temporal, estacional y el modelo de regresión respectivamente) la unidad de análisis

es la frecuencia mensual de atenciones por accidente de tránsito.

Potencia estadística de la muestra: Se estimó el poder estadístico post hoc de las pruebas de chi-cuadrado de tendencia, considerando un nivel de significancia de 0,05 y los tamaños de efecto observados. En el análisis por grupo etario, el poder fue alto para la mayoría de categorías, con valores superiores al 80% en los grupos de 0 a 11 años, 18 a 29 años, 30 a 59 años y >60 años (99,9%, 81,49%, 98,17% y ~100% respectivamente). El menor poder se observó en el grupo de 12 a 17 años, con 71,5%. En el análisis por sexo, el poder fue de 77,6% para varones como para mujeres, valor cercano al umbral convencional de 80%, lo que indica una capacidad aceptable para detectar la tendencia observada.

El poder estadístico global de la muestra fue evaluado para las pruebas de asociación entre año y las variables de estratificación. Con una muestra total de 20.904 atenciones, el poder fue aproximadamente 100% tanto para la distribución anual según grupo etario $\chi 2$ =206,12, grado de libertad=28, p<0,001 como para la distribución anual según sexo χ 2=108,61, grado de libertad=7, p<0,001. Estos resultados indican que el tamaño muestral global fue suficiente para detectar diferencias en la distribución anual de atenciones según sexo y grupo etario.

IV.3 Operacionalización de variables

La operacionalización de variables se expone en la Tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de variables.

Variable	Definición teórica	Definición operacional	Tipo	Valor	Fuente de recolección
Restricción de movimiento	La restricción de movimiento por COVID-19 es el conjunto de medidas de salud pública que limitan temporalmente la movilidad de las personas para reducir la transmisión del COVID-19 mediante la disminución del contacto físico y los desplazamientos.	Variable que clasifica el periodo de estudio según el nivel de restricciones a la movilidad implementadas por las autoridades peruanas debido a la COVID-19.	Variable cualitativa nominal politómica.	• Periodo prepandémico: enero 2017–febrero 2020. • Periodo de restricción pandémica: abril 2020–octubre 2022 • Periodo de posrestricción pandémica: noviembre 2022– diciembre 2024	BD OEI- HEJCU (base de datos de la Oficina de Estadística e Informática del HEJCU).

Grupo etario.	Segmentación poblacional basada en rangos de edad definidos por la OMS para análisis epidemiológico y demográfico.	Clasificación de la edad registrada en la base de datos según los rangos establecidos por la OMS para grupos etarios.	Variable cualitativa ordinal politómica.	• 0 a 11 años • 12 a 17 años • 18 a 29 años. • 30 a 59 años. • > 60 años.	BD OEI- HEJCU
Sexo.	Característica biológica de una persona según registros oficiales de salud.	Registro del sexo en cada atención en la base de datos de estadística e informática.	Variable cualitativa nominal dicotómica.	• Hombre. • Mujer.	BD OEI – HEJCU.

Condición de egreso.	Estado clínico del paciente al momento del alta, clasificado como curado, mejorado, fallecido o referido, según normativas de salud.	Registro de la condición de egreso en la base de datos de estadística e informática.	Variable cualitativa nominal politómica.	• Alta médica. • Retiro voluntaria. • Transferencia/ referencia. • Fallecido. • Fugado. • Retiro sin aviso.	BD OEI- HEJCU.
Tipo de seguro.	Categoría del sistema de cobertura en salud del paciente, clasificado según normativas nacionales.	Registro del tipo de seguro de las atenciones registradas en la base de base de datos de estadística e informática.	Variable cualitativa nominal politómica.	• SIS (Seguro Integral de Salud). • SOAT. • Particular.	BD OEI- HEJCU.

Tipo de documento de identidad según nacionalidad.	Clasificación de las personas según la acreditación oficial que poseen. Incluye: documento nacional de identidad emitida por el país), documento extranjero (identificación válida emitida por otro Estado) y sin documento (personas sin identificación).	Tipo de documento de identidad registrado en la base de datos.	Variable cualitativa nominal politómica.	• Documento nacional de identidad (DNI, DNI de madres de niños siniestrados, DNI de niños siniestrados y código de recién nacido). • Documento extranjero (Carnet de extranjería, Permiso temporal de extranjería y Código único de Identificación de Extranjero). • Sin documento.	BD OEI- HEJCU.

Vehículo involucrado en el siniestro.	Clasificación del evento vial según normativas nacionales, considerando el vehículo donde ocurrió el siniestro.	Registro del tipo de accidente de tránsito según vehículo siniestrado.	Variable cualitativa nominal politómica.	● Accidente en auto. ● Accidente en moto. ● Accidente en bicicleta.	BD OEI- HEJCU.
Diagnóstico.	Identificación preliminar de la patología o lesión del paciente al momento de su ingreso, codificado según la CIE-10 de la OMS.	Clasificación de los diagnósticos de ingreso según su CIE 10.	Variable cualitativa nominal politómica.	● Aplastamiento. ● Contusión, esguinces y heridas. ● Fracturas (excepto de cráneo). ● Traumatismo cráneo encefálico (TCE). ● Síndrome doloroso. ● Múltiples diagnósticos.	BD OEI- HEJCU.

Estancia hospitalaria.	Duración en días de la hospitalización del paciente desde su admisión hasta su egreso, según registros hospitalarios.	Número de días costados desde el ingreso al hospital hasta su egreso según el registro de la base de datos de estadística e informática.	Variable numérica discreta de razón.	● Número de días de hospitalización registrados en la base de datos.	BD OEI- HEJCU.
Mes de ingreso.	Periodo del año en el que un paciente es admitido en un establecimiento de salud, registrado según el calendario gregoriano (enero a diciembre).	Mes de ingreso según la base de datos de Estadística e informática.	Variable cualitativa nominal politómica.	Enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio agosto, setiembre, octubre, noviembre, diciembre.	BD OEI – HEJCU.

Distrito de ocurrencia del accidente.	Jurisdicción geográfica donde ocurre el accidente de tránsito, determinada por divisiones político administrativas oficiales del país.	Distrito registrado como lugar de accidente en la atención del paciente y registrado en la base de datos de estadística e informática.	Variable cualitativa nominal politómica.	Barranco, Breña, Jesús María, La Molina, La Victoria, Lima, Lince, Magdalena del Mar, Miraflores, Pueblo Libre, San Borja, San Isidro, San Luis, San Miguel, Santiago de Surco, Surquillo, Chorrillos, Pachacámac, Pucusana, Punta Hermosa, Punta Negra, San Juan de Miraflores, San Bartolo, Santa María del Mar, Villa El Salvador, Villa María del Triunfo y Lurín, Ate, Chaclacayo, Cieneguilla, El Agustino, Lurigancho, Santa Anita y	BD OEI – HEJCU.

				San Juan de Lurigancho, Carabayllo, Comas, Independencia, Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porres, Santa Rosa, Ancón y Rímac.	

IV.4 Procedimientos y Técnicas de recolección de datos

Previo a la ejecución del estudio se obtuvo las aprobaciones y autorizaciones éticas e institucionales. La información fue facilitada cuando estuve desempeñando cargo público en el Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa. Se solicitó la base de datos en formato Excel de las atenciones registradas con motivo de consulta: "accidente de tránsito" de los años 2017 al 2024 con las variables: edad, sexo, distrito de procedencia, fecha de ingreso, hora de ingreso, condición de ingreso, diagnósticos de atención, la estancia hospitalaria, la condición de egreso, distrito de accidente y tipo de seguro a la Oficina de Estadística e Informática del HEJCU.

IV.5 Análisis estadístico

Análisis descriptivo

Las variables categóricas se resumieron mediante frecuencias absolutas y relativas, mientras que la variable cuantitativa (estancia hospitalaria) se describió utilizando mediana con rango intercuartílico al no cumplir el supuesto de normalidad con la prueba de Shapiro–Wilk.

Análisis comparativo

La tendencia temporal de las proporciones anuales de las variables cualitativas se evaluó mediante la prueba de chi-cuadrado para tendencia lineal, considerando los años como una variable ordinal. Mientras que la variable cuantitativa se comparó través de la prueba de Spearman.

Análisis temporal

La frecuencia mensual de los casos se distribuyó en gráficos de serie temporal

elaborados en Python donde cada mes se representó con un punto en el gráfico. Los gráficos fueron sectorizados a través de líneas verticales de fondo por trimestres y a través de franjas de color gris y blanca por años.

Se realizó un gráfico de serie temporal según motivo de atención (accidente automovilístico, accidente en moto y accidente en bicicleta), según grupo etario global (de 0 a 11 años, de 12 a 17 años, de 18 a 29 años, de 30 a 59 años u de 60 años a más) y según grupo etario estratificado por sexo (femenino y masculino).

Análisis estacional

Para explorar los patrones de tendencia y estacionalidad de las atenciones por accidentes de tránsito, se aplicó una descomposición de series temporales mediante el método STL (*Seasonal and Trend decomposition using Loess*). La descomposición se realizó sobre series mensuales agregadas, construidas a partir de un calendario completo para el periodo 2017–2024, asignando valores nulos a los meses sin registros con el fin de garantizar una periodicidad uniforme. Se utilizó una periodicidad anual de 12 meses y un estimador robusto para reducir la influencia de valores atípicos. Este enfoque permitió separar la serie original en sus componentes de tendencia, estacionalidad y residuo, facilitando la evaluación de la estabilidad del patrón estacional a lo largo del tiempo y su comparación entre el periodo prepandémico, de restricción pandémica y de posrestricción pandémica.

Modelo de regresión segmentada

Se realizó un análisis de serie temporal interrumpida para evaluar los cambios en el número mensual de casos registrados durante tres periodos epidemiológicamente relevantes. La unidad de análisis fue el conteo mensual de eventos, definido como Yt, donde “t” representa cada mes calendario incluido en el periodo de estudio.

El periodo total analizado comprendió desde enero de 2017 hasta diciembre de 2024. Con base en los puntos de corte definidos, la serie fue dividida en tres etapas: periodo prepandemia, desde enero de 2017 hasta febrero de 2020; periodo de restricción pandémica, desde abril de 2020 hasta octubre de 2022; y periodo posrestricción pandémica, desde noviembre de 2022 hasta diciembre de 2024. El mes de marzo de 2020 fue excluido del análisis por considerarse un periodo de transición entre la etapa prepandémica y el inicio de las restricciones asociadas a la pandemia.

Elección del modelo

Para seleccionar el modelo final se siguió un proceso escalonado. Primero, se estimó el modelo segmentado de Poisson con los tres periodos definidos en el estudio, excluyendo marzo de 2020 por tratarse de un mes de transición. Este modelo permitió evaluar la estructura inicial de cambios de nivel y pendiente.

Luego, se verificó el supuesto de equidispersión mediante pruebas de sobredispersión. Al identificarse variabilidad mayor a la esperada bajo una distribución Poisson, se consideró una especificación binomial negativa, más adecuada para datos de conteo con sobredispersión.

Posteriormente, se evaluó la autocorrelación de los residuos mediante diagnósticos formales y gráficos. Debido a la presencia de dependencia temporal residual, se exploró una especificación que incorporara un término de rezago de primer orden, representado por el conteo del mes previo.

Finalmente, se compararon las especificaciones candidatas considerando criterios de ajuste y diagnóstico residual, incluyendo el criterio de información de Akaike, la dispersión residual, el estadístico de Durbin-Watson y las pruebas de

autocorrelación residual. Con base en este procedimiento, se seleccionó como modelo final un modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden, ya que permitió conservar la estructura de serie temporal interrumpida y ajustar simultáneamente la sobredispersión y la dependencia temporal entre observaciones mensuales.

El modelo final seleccionado fue un modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden, especificado como:

$$log(E[Y_t]) = \beta 0 + \beta 1\, Tiempo_t + \beta 2\, Nivel_pandemia_t + \beta 3\, Pendiente_pandemia_t + \beta 4\, Nivel_post_t + \beta 5\, Pendiente_post_t + \beta 6\, log(Y\{t-1\})$$

Los coeficientes fueron transformados a razones de conteos esperados, mediante la exponenciación de los parámetros estimados.

Modelo conjunto con interacción por sexo

Para evaluar si los cambios en la serie temporal diferían según sexo, se construyeron conteos mensuales estratificados por sexo. Posteriormente, se estimó un modelo binomial negativo segmentado con término de rezago de primer orden específico para cada sexo. Además, se incluyeron términos de interacción entre sexo y las variables segmentadas del modelo, con el fin de evaluar si los cambios de nivel y pendiente durante los periodos de las restricciones por la pandemia y posrestricción pandémica fueron diferentes entre hombres y mujeres.

Debido a que existían diferencias basales en la frecuencia de atenciones entre hombres y mujeres durante el periodo prepandémico, el análisis por sexo se realizó mediante un modelo con términos de interacción. Este enfoque permitió ajustar por las diferencias iniciales entre sexos y evaluar específicamente si los cambios de nivel y pendiente asociados a los periodos de restricción pandémica y de

posrestricción pandémica, fueron diferentes entre hombres y mujeres.

Interpretación de los parámetros

Los resultados del modelo final fueron expresados como razones del número esperado de atenciones mensuales, mediante la exponenciación de los coeficientes del modelo. Los coeficientes del modelo fueron exponenciados para facilitar su interpretación como cambios relativos en el número esperado de atenciones mensuales. Por ejemplo, un coeficiente exponenciado menor que 1 indica una reducción relativa del conteo esperado, mientras que un valor mayor que 1 indica un incremento relativo del conteo esperado.

Finalmente, se evaluó el ajuste gráfico del modelo mediante la comparación entre los conteos mensuales observados y los valores ajustados por el modelo final. También se revisaron los residuos de Pearson en el tiempo y las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de los residuos.

Estos gráficos permitieron verificar visualmente la capacidad del modelo para reproducir la trayectoria general de la serie, así como evaluar la presencia de patrones residuales no explicados. La reducción de la autocorrelación residual observada en los diagnósticos apoyó el uso del modelo binomial negativo con rezago como especificación final.

Análisis geográfico

Se realizaron mapas de coropletas para distribuir la frecuencia de las atenciones de siniestros provenientes de los distritos de Lima Metropolitana. Se presenta el mapa de frecuencias globales, de las frecuencias por accidentes en bicicletas, por accidentes en moto y por accidentes automovilísticos. Los mapas se realizaron en Python a través de Google Collab. Se excluyeron del análisis los pacientes referidos.

Los mapas se realizaron de las atenciones cuyos siniestros ocurrieron en Lima Metropolitana. Se elaboraron mapas en 3 periodos: 2017 al 2019 correspondiente al periodo prepandémico, 2020 al 2021, al periodo de restricciones por la pandemia COVID-19 y del 2022 al 2024 al periodo posrestricción pandémica. Se consideró esta distribución teniendo en cuenta las restricciones del tránsito durante el periodo de la pandemia. Así mismo, se elaboraron los mapas según motivo de atención: accidente automovilístico, accidente de moto y accidentes de bicicleta en estos 3 periodos de tiempo.

El mapa de coropletas constituye una herramienta cartográfica que permite representar datos geoespaciales mediante una escala de colores, facilitando la identificación de patrones y tendencias de una determinada variable dentro de un área geográfica. Su elaboración requiere la recopilación y procesamiento de información georreferenciada a través de sistemas de información geográfica (SIG), garantizando una adecuada representación de los valores mediante técnicas de normalización y una paleta de colores que optimice la interpretación visual de los resultados (58). La utilidad de esta metodología radica en su capacidad para visualizar de manera clara la distribución espacial de fenómenos, lo que permite la toma de decisiones basada en evidencia gráfica. En el contexto de los accidentes de tránsito, los mapas de coropletas posibilitan la identificación de áreas con mayor incidencia de siniestros viales, lo que contribuye a la formulación de estrategias específicas para mitigar los riesgos y mejorar la seguridad en las vías. De esta manera, se convierten en un recurso esencial para urbanistas, gestores públicos y entidades responsables de la movilidad y el transporte (59).

Herramientas usadas para el análisis

Para el análisis descriptivo se utilizó STATA v 16. El procesamiento de datos y los análisis estadísticos de regresión se realizaron en Python 3. La estimación de los modelos de regresión para datos de conteo se llevó a cabo con el paquete statsmodels, incluyendo modelos de Poisson, modelos binomiales negativos y estimaciones con errores estándar robustos tipo Newey-West/HAC. La evaluación diagnóstica incluyó pruebas de sobredispersión, el estadístico de Durbin-Watson, pruebas de Ljung-Box y gráficos de autocorrelación simple y parcial de los residuos. La gestión de datos se realizó con pandas y numpy, y la visualización de resultados con matplotlib.

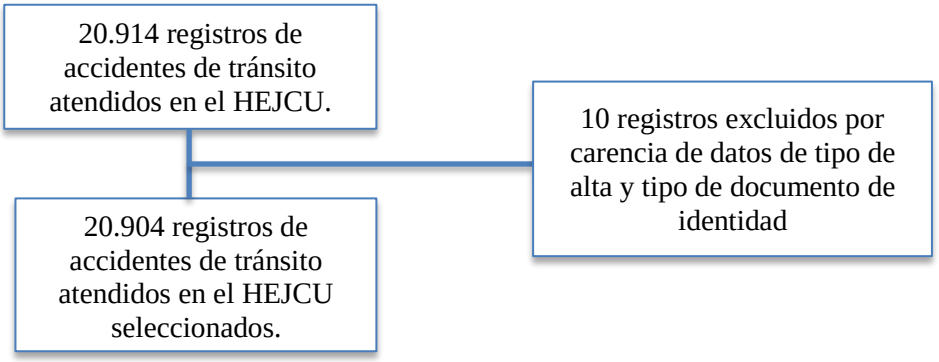
IV.6 Aspectos éticos

La presente tesis contó con la aprobación del asesor asignado, aprobación de la Facultad de Salud Pública y Administración (FASPA) y revisión y aprobación del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia bajo la Constancia-CIEI-497-39-25. Se eliminó de la base de datos los datos identificadores de los pacientes para salvaguardar la confidencialidad y privacidad de los pacientes cumpliendo los criterios estipulados en la declaración de Taipéi que rige el manejo de bases de datos en salud (60) y en la Ley de Protección de Datos Personales del Perú, Ley N.º 29733, la que tiene como objetivo proteger el derecho fundamental a la privacidad garantizando un tratamiento adecuado de los datos personales.

V. RESULTADOS

En la base de datos figuran 20.914 registros correspondientes a atenciones de salud por accidente de tránsito en el HEJCU durante los años 2017 al 2024, de las cuales se incluyeron un total de 20.904 atenciones y se excluyeron 10 registros por no cumplir con criterios de selección, por ausencia de datos de tipo de alta y tipo de documento de identidad (Gráfico 1).

Gráfico 1. Árbol de selección de registros de atenciones de accidentes de tránsito atendidos en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" durante los años 2017 al 2024.



Según la prueba de Shapiro Wilk, durante todo el periodo 2017-2024 la distribución de las atenciones mensuales a lo largo del periodo de estudio fue no normal ($p<0,001$) y tuvo una mediana de atenciones de 230 atenciones mensuales con un rango intercuartílico de 204,5-244,5. El año con menor número de atenciones fue el 2020 con 1612 registros y el año con mayor número fue el 2023 con 3074 registros. En el análisis por periodos según restricciones por pandemia, se determinó que la distribución mensual según la prueba de Shapiro Wilk fue normal en el periodo prepandemia ($p=0,326$) y tuvo una media de 224,1 atenciones mensuales (DS=23,9). Durante la restricción pandémica, la distribución fue no normal ($p=0,012$) con una mediana mensual de 199,5 atenciones (RIC=158-231).

Finalmente, en el periodo posrestricción pandémica la distribución fue normal (p=0,053) y tuvo una media mensual de 242,2 atenciones mensuales (DS=34,6).

V.1 Características de los pacientes

Dentro de las características sociodemográficas, el mayor porcentaje de atenciones por grupo etario ocurrió en personas entre 30 a 59 años (41,7%) seguido por el grupo de 18 a 29 años (41,5%), así mismo, se observó una tendencia positiva y significativa en ambos grupos. En contraste los grupos de 1 a 11 años, 12 a 17 y más de 60 años, mostraron una tendencia decreciente significativa. La mayoría de los pacientes fueron de sexo masculino (62,5%) y su frecuencia anual mostró una tendencia ascendente significativa.

Por otro lado, la frecuencia anual de los pacientes atendidos con SOAT siguió una tendencia descendente significativa mientras que la tendencia de aquellos atendidos por SIS o seguro particular ascendió. Durante todo el periodo evaluado se atendieron alrededor de la mitad de pacientes con seguro privado seguidos por los atendidos con SIS. Con respecto a la nacionalidad de los pacientes se observó que, si bien predominaban los peruanos, la frecuencia anual de extranjeros mostró una tendencia ascendente marcada y significativa a lo largo del periodo del estudio con más de 13,8% de cambio porcentual y un valor $p < 0,001$ (Tabla 2).

Tabla 2. Características sociodemográficas de las atenciones por accidentes de tránsito del 2017 al 2024 en el HEJCU

	2017 n (%) N= 2649	2018 n (%) N= 2549	2019 n (%) N= 2871	2020 n (%) N= 1612	2021 n (%) N= 2504	2022 n (%) N= 2947	2023 n (%) N= 3074	2024 n (%) N= 2698	Total n (%) N=20.904	Cambio %	p*
Grupo etario											
0 a 11 años	162 (6,1%)	135 (5,3%)	142 (4,9%)	49 (3,0%)	72 (2,9%)	99 (3,4%)	131 (4,3%)	95 (3,5%)	885 (4,2%)	-2,59	<0,001
12 a 17 años	111 (4,2%)	92 (3,6%)	95 (3,3%)	56 (3,5%)	81 (3,2%)	73 (2,5%)	94 (3,1%)	91 (3,4%)	693 (3,3%)	-0,82	0,011
18 a 29 años	987 (37,3%)	1010 (39,6%)	1213 (42,3%)	680 (42,2%)	1149 (45,9%)	1278 (43,4%)	1264 (41,1%)	1089 (40,4%)	8670 (41,5%)	+3,10	0,004
30 a 59 años	1082 (40,8%)	1023 (40,1%)	1088 (37,9%)	710 (44,0%)	1053 (42,1%)	1247 (42,3%)	1333 (43,4%)	1180 (43,7%)	8716 (41,7%)	+2,89	<0,001
> 60 años	307 (11,6%)	289 (11,3%)	333 (11,6%)	117 (7,3%)	149 (6,0%)	250 (8,5%)	252 (8,2%)	243 (9,0%)	1940 (9,3%)	-2,58	<0,001
Sexo											
Femenino	878 (33,2%)	1014 (39,7%)	1114 (33,8%)	547 (35,0%)	769 (30,7%)	1007 (35,5%)	1201 (39,3%)	1075 (39,8%)	7830 (37,5%)	+1,79	0,0065
Masculino	1771 (66,8%)	1535 (60,2%)	1757 (61,1%)	1065 (65,0%)	1735 (69,2%)	1940 (64,5%)	1873 (60,9%)	1620 (60,0%)	13074 (62,5%)	-1,79	0,0065
Condición de egreso											
Alta médica	2446 (92,3%)	2389 (93,7%)	2644 (92,1%)	1500 (93,0%)	2329 (93,0%)	2708 (91,9%)	2822 (91,8%)	2439 (90,4%)	19277 (92,2%)	-1,9	0,049
Retiro voluntario	180 (6,8%)	139 (5,4%)	203 (7,0%)	82 (5,1%)	117 (4,6%)	160 (5,4%)	160 (5,2%)	160 (5,9%)	1201 (5,7%)	-0,9	0,084
Transferencia/ Referencia	1 (0,0%)	3 (0,1%)	3 (0,1%)	6 (0,3%)	4 (0,1%)	6 (0,2%)	4 (0,1%)	10 (0,3%)	37 (0,1%)	+0,3	0,051
Fallecido	12 (0,4%)	12 (0,4%)	8 (0,2%)	5 (0,3%)	11 (0,4%)	10 (0,3%)	15 (0,4%)	11 (0,4%)	84 (0,4%)	0	1
Fugado	10 (0,4%)	6 (0,2%)	13 (0,5%)	19 (1,2%)	43 (1,7%)	63 (2,1%)	73 (2,3%)	78 (2,8%)	305 (1,4%)	+2,4	0,021
Tipo seguro											
SOAT	1417 (53,4%)	1137 (44,6%)	1069 (37,2%)	517 (32,1%)	1084 (43,2%)	1309 (44,8%)	1388 (45,1%)	1045 (38,7%)	8966 (42,8%)	-14,7	<0,001
SIS	67 (2,5%)	61 (2,3%)	110 (3,8%)	162 (10,0%)	344 (13,7%)	317 (10,7%)	318 (10,3%)	355 (13,1%)	1734 (8,3%)	+10,6	<0,001
Seguro privado	1165 (43,9%)	1351 (53,0%)	1692 (58,9%)	933 (57,8%)	1076 (42,9%)	1321 (44,4%)	1368 (44,5%)	1298 (48,1%)	10204 (48,8%)	+4,2	<0,001
Tipo de documento											
Documento nacional	2502 (94,7%)	2269 (89,0%)	2422 (84,3%)	1303 (80,8%)	2060 (82,2%)	2429 (82,4%)	2513 (81,7%)	2268 (84,1%)	17775 (85,0%)	-10,6	<0,001
Documento extranjero	33 (1,2%)	104 (4,1%)	312 (10,8%)	283 (17,5%)	419 (16,7%)	498 (16,9%)	539 (17,5%)	405 (15,0%)	2593 (12,4%)	+13,8	<0,001
Sin Documento	105 (3,9%)	176 (6,9%)	137 (4,77%)	26 (1,6%)	25 (0,9%)	20 (0,6%)	22 (0,7%)	25 (0,9%)	536 (2,5%)	-3,0	<0,001

* Se usó la prueba de chi-cuadrado de tendencia para evaluar la variación de la distribución de cada variable en los años.

V.2 Distribución según tipo de accidente, diagnóstico y estancia hospitalaria según año

Con respecto a las características del accidente de tránsito, el más frecuente fue el accidente de auto (75,3%), seguido por accidente de moto (13,6%) y de bicicleta (11,1%). Los accidentes de moto muestran una tendencia ascendente significativa con pico en el periodo de restricción pandémica; igual para accidente de bicicleta. Destaca el aumento progresivo de los accidentes de bicicleta que van de 6,1% en 2017 a 13,5% en 2024. Con relación a los atributos clínicos, el diagnóstico más común fue la contusión, esguinces y heridas (25,0%), seguido de fracturas (14,2%). Así mismo, se evidenció una tendencia ascendente significativa de las atenciones con estancia hospitalaria menor de un día. La variable cuantitativa "estancia en horas" fue evaluada para normalidad mediante la prueba de Shapiro–Wilk, evidenciándose una distribución no normal ($p<0,001$). Entre los años 2017 y 2024, la estancia en horas mostró variaciones en su tendencia central, con medianas que oscilaron entre 1,00 hora en 2020 y 1,58 horas en 2018. En específico, la mediana fue 1,47 horas en 2017 (RIC: 0,78-2,5), 1,58 horas en 2018 (RIC: 0,82-2,55), disminuyendo a 1,03 horas en 2019 (RIC: 0,67-2,38) y alcanzando su valor más bajo en 2020 de 1,00 horas (RIC: 0,67-2,23), para luego mostrar un incremento progresivo en los años posteriores (1,05 horas en 2021, 1,10 horas en 2022, 1,22 horas en 2023 y 1,38 horas en 2024). Estas variaciones fueron estadísticamente no significativas según la prueba de correlación de rangos de Spearman con un valor p de 0,693 (Tabla 3).

Tabla 3. Características del accidente de tránsito y atributos clínicos de las atenciones por accidentes de tránsito del 2017 al 2024 en el HEJCU

	2017 n (%)	2018 n (%)	2019 n (%)	2020 n (%)	2021 n (%)	2022 n (%)	2023 n (%)	2024 n (%)	Total n (%)	Cambio %	Valor p
Tipo de accidente											
Accidente de bicicleta	161 (6,1%)	185 (7,3%)	227 (7,9%)	279 (17,3%)	434 (17,3%)	333 (11,3%)	336 (10,9%)	365 (13,5%)	2320 (11,1)	+7,4	<0,001*
Accidente de moto	292 (11,0%)	320 (12,6%)	366 (12,7%)	230 (14,3%)	480 (19,2%)	378 (12,8%)	429 (14,0%)	351 (13,0%)	2846 (13,6)	+2,0	<0,001*
Accidente de auto	2196 (82,9%)	2044 (80,2%)	2278 (79,3%)	1103 (68,4%)	1590 (63,5%)	2236 (75,9%)	2309 (75,1%)	1982 (73,5%)	15738 (75,3%)	-9,4	<0,001*
Diagnósticos											
Aplastamiento	83 (3,1%)	71 (2,8%)	81 (2,8%)	65 (4,0%)	66 (2,6%)	74 (2,5%)	59 (1,9%)	50 (1,8%)	549 (2,6%)	-1,3	0,002*
Contusión, esguinces y heridas	572 (21,6%)	641 (25,2%)	733 (25,5%)	380 (23,6%)	618 (24,7%)	767 (26,0%)	850 (27,6%)	655 (24,3%)	5216 (25,0%)	+2,7	<0,001*
Fracturas (excepto de cráneo)	268 (10,1%)	259 (10,2%)	327 (11,4%)	263 (16,3%)	394 (15,7%)	504 (17,1%)	521 (17,0%)	424 (15,7%)	2960 (14,2%)	+5,6	<0,001*
TCE	179 (6,8%)	138 (5,4%)	149 (5,2%)	81 (5,0%)	166 (6,6%)	139 (4,7%)	157 (5,1%)	143 (5,3%)	1152 (5,5%)	-1,5	0,003*
Síndrome doloroso	32 (1,2%)	41 (1,6%)	58 (2,0%)	20 (1,2%)	54 (2,2%)	45 (1,5%)	53 (1,7%)	61 (2,3%)	364 (1,7%)	+1,1	0,002*
Múltiples diagnósticos	1547 (58,4%)	1440 (56,5%)	1581 (55,1%)	823 (51,1%)	1260 (50,3%)	1463 (49,6%)	1487 (48,3%)	1426 (52,9%)	11027 (52,8%)	-5,5	<0,001*
Estancia hospitalaria por días											
<1 día	2535 (95,7%)	2452 (96,2%)	2740 (95,4%)	1560 (96,8%)	2440 (97,4%)	2890 (98,1%)	3031 (98,6%)	2646 (98,1%)	20294 (97%)	+2,4	0,002*
1-7 días	57 (2,2%)	44 (1,7%)	48 (1,7%)	23 (1,4%)	40 (1,6%)	22 (0,7%)	27 (0,9%)	26 (1,0%)	287 (1,4%)	-1,2	0,003*
>7 días	57 (2,2%)	53 (2,1%)	83 (2,9%)	29 (1,8%)	24 (1,0%)	35 (1,2%)	16 (0,5%)	26 (1,0%)	323 (1,6%)	-1,2	0,003*
Estancia hospitalaria por horas											
Mediana	1.47	1.58	1.03	1.00	1.05	1.10	1.22	1.38	1.23		0,693**
Rango intercuartílico	0.78-2.5	0.82-2.55	0.67-2.38	0.67-2.23	0.72-2.13	0.68-2.43	0.83-2.49	0.95-2.77	0.73-2.47		

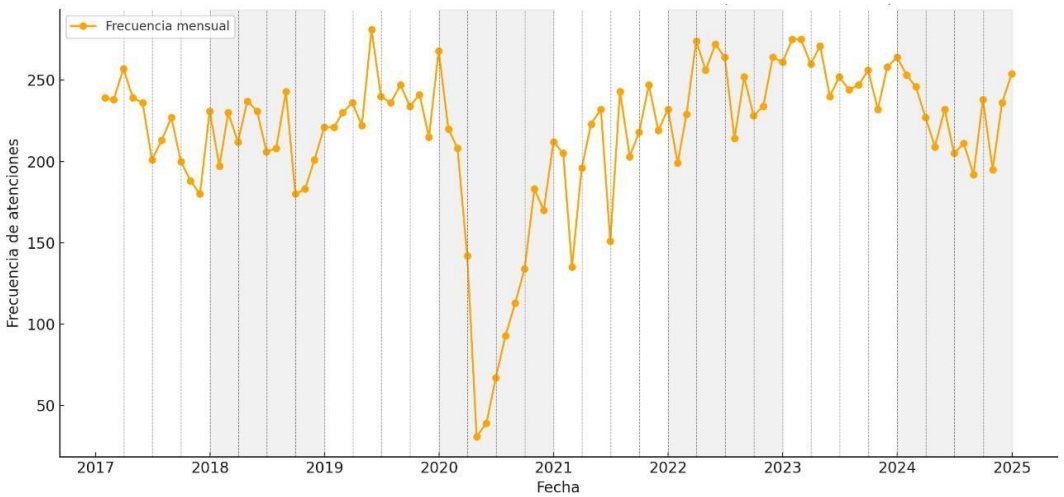
* Valores p del Chi-cuadrado de tendencia para evaluar la variación de la distribución de cada variable en los años. ** Valor p de la correlación de rangos de Spearman

V.3 Análisis temporal y estacional

Análisis temporal

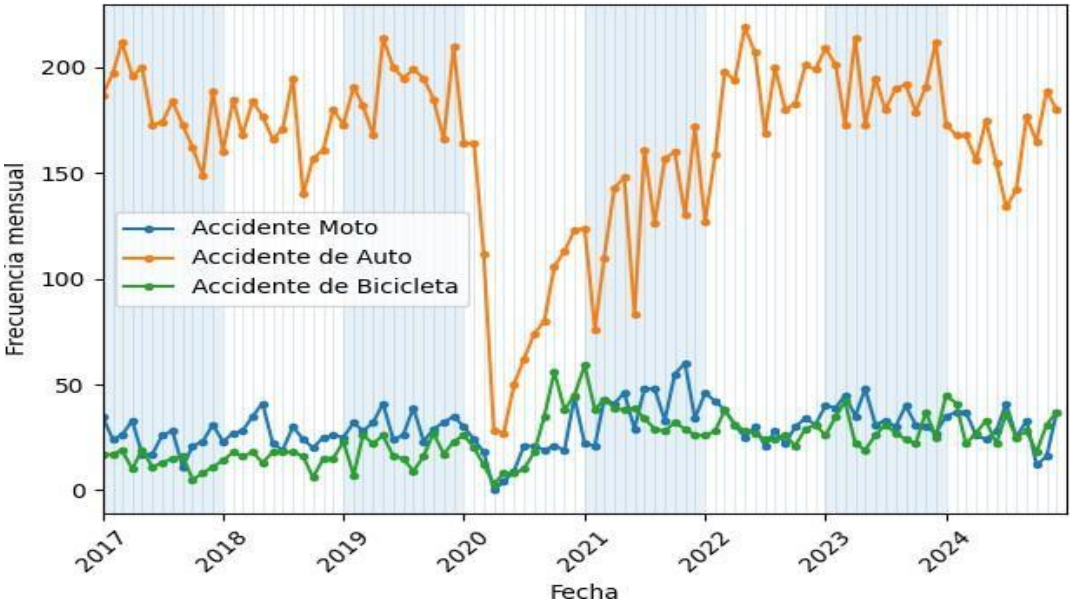
En el Gráfico 2 se observa que la frecuencia mensual de atenciones por accidentes de tránsito presentó una tendencia general estable entre 2017 y 2024, con variaciones estacionales recurrentes. Destaca una caída abrupta durante el inicio de las restricciones ocasionadas por la pandemia por COVID-19 en 2020, seguida de una recuperación progresiva hasta alcanzar niveles similares a los observados en el periodo prepandémico. A partir de 2022, las atenciones se mantuvieron relativamente constantes, aunque con ligeras fluctuaciones.

Gráfico 2. Serie temporal de las atenciones por accidentes de tránsito en el HEJCU del 2017 al 2024.



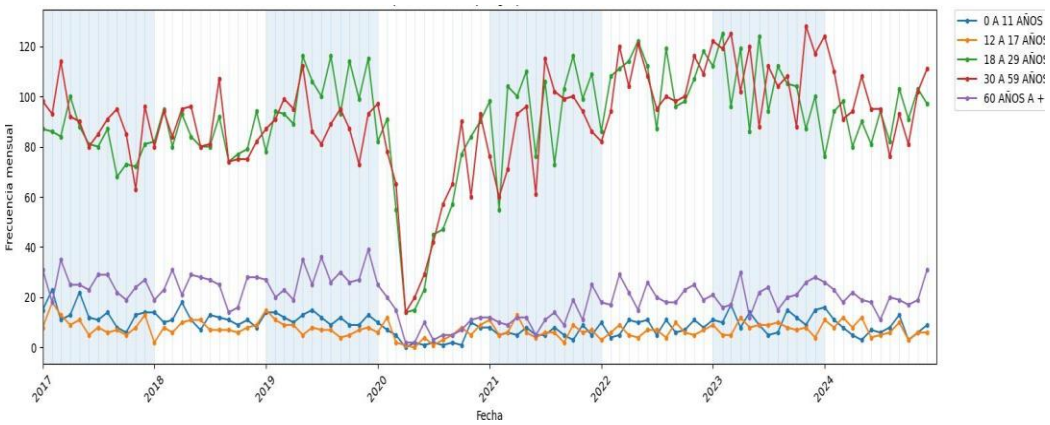
Por su parte, el Gráfico 3 muestra que los accidentes automovilísticos concentraron la mayor frecuencia de atenciones durante todo el periodo de estudio, presentando una disminución marcada en 2020 y una posterior recuperación progresiva. Los accidentes en motocicleta evidenciaron un incremento gradual a lo largo del tiempo, mientras que los accidentes en bicicleta mostraron una tendencia ascendente a partir de 2020.

Gráfico 3. Serie temporal del número de atenciones por accidentes de tránsito según tipo de accidente en el HEJCU del 2017 al 2024.



El Gráfico 4 evidencia que los grupos de 18 a 29 años y de 30 a 59 años registraron las mayores frecuencias de atención por accidentes de tránsito, con una reducción importante durante el primer semestre de 2020 y una recuperación sostenida posterior. En contraste, los grupos de menor y mayor edad mantuvieron frecuencias relativamente bajas y estables.

Gráfico 4. Serie temporal de las frecuencias absolutas mensuales de accidentes de tránsito por grupo etario atendidos en el HEJCU del 2017 al 2024.

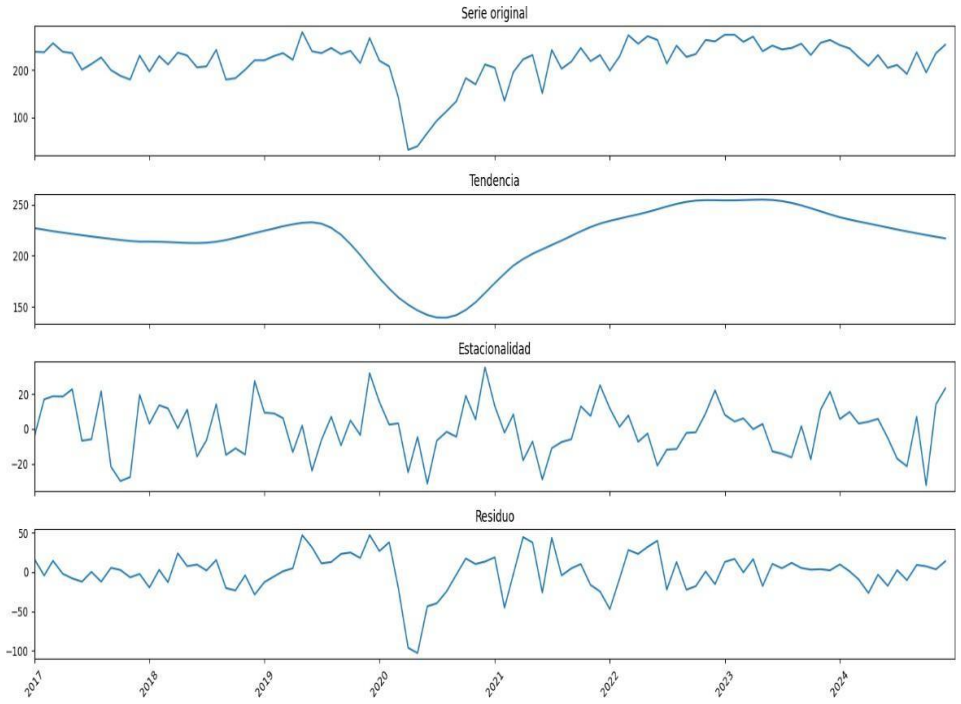


Análisis estacional

La descomposición STL de la serie temporal mensual mostró una ruptura marcada de la tendencia a inicios de 2020, seguida de una recuperación progresiva durante 2021–2023. El componente estacional evidenció un patrón anual estable a lo largo de todo el periodo de estudio, mientras que los residuos presentaron desviaciones extremas concentradas en los primeros meses de las restricciones por pandemia. La cuantificación del componente estacional mediante descomposición STL mostró una amplitud estacional de 63,9 atenciones mensuales, equivalente a 29,3% del promedio mensual de 216,6 atenciones. En este contexto, la amplitud estacional de 63,9 atenciones mensuales representa aproximadamente cuánto pueden aumentar o disminuir las atenciones mensuales en determinados meses del año debido a un patrón estacional que se repite (por ejemplo, meses que tienden a concentrar más casos frente a meses con menor frecuencia). Por su parte, el promedio mensual de casos corresponde al número medio de atenciones registradas por mes durante todo el periodo analizado, y se utiliza como un valor de referencia para expresar la variación estacional en términos relativos. En consecuencia, indicar que la amplitud estacional equivale al 29,3% del promedio mensual de 216,6 atenciones significa que la fluctuación estacional típica representa cerca de una tercera parte del nivel medio mensual de atenciones, lo cual permite dimensionar la estacionalidad en relación con la carga habitual de casos. Cabe precisar que esta interpretación se enmarca en un análisis de descomposición STL, el cual es un procedimiento descriptivo basado en suavizamiento local, por lo que no requiere el supuesto de normalidad de la serie temporal para su aplicación ni para la interpretación de sus componentes.

La fuerza de la estacionalidad fue baja (F_s=0,02), lo que indica que, si bien existe un patrón anual recurrente, la mayor parte de la variabilidad de la serie se explica por cambios en la tendencia y por eventos disruptivos, como las restricciones ocasionadas por la pandemia por COVID-19. Los índices estacionales mensuales mostraron incrementos sistemáticos en mayo y diciembre, mientras que los valores más bajos se observaron en octubre (Gráfico 5).

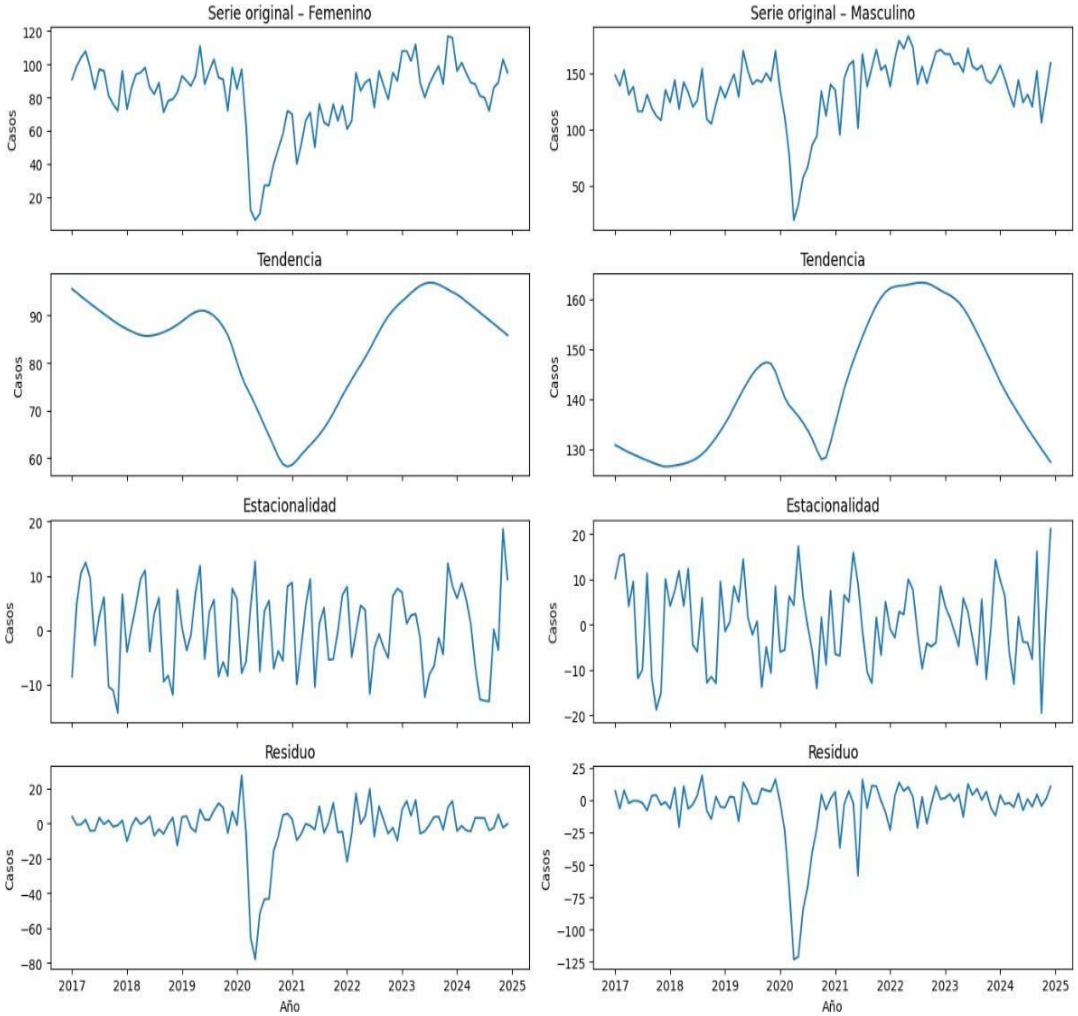
Gráfico 5. Descomposición STL de las atenciones por accidentes de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" entre el 2017-2024.



La descomposición estacional STL por sexo (Gráfico 6) mostró que el componente de tendencia presentó una disminución abrupta durante el año 2020, seguida de una recuperación progresiva en ambos sexos, con una magnitud consistentemente mayor en el sexo masculino. El componente estacional evidenció oscilaciones recurrentes de baja amplitud y estabilidad temporal a lo largo del periodo de estudio, sin modificaciones sustantivas durante las restricciones por pandemia ni en el periodo de posrestricción pandémica. El componente residual concentró las

desviaciones negativas más pronunciadas en los primeros meses de 2020, especialmente en los hombres.

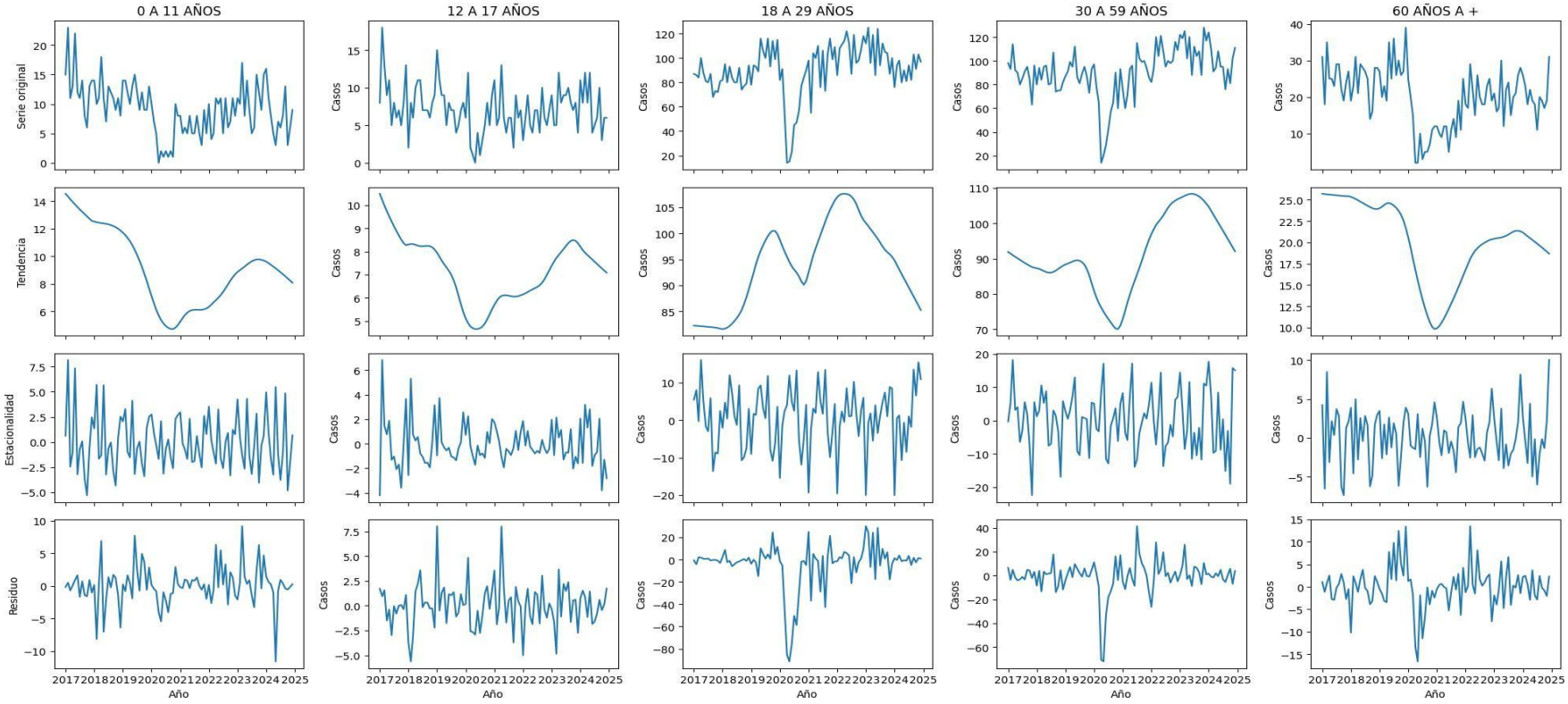
Gráfico 6. Descomposición estacional STL de las atenciones mensuales por accidentes de tránsito según sexo, Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa", 2017–2024



El análisis de descomposición estacional STL por grupo etario (Gráfico 7), mostró patrones consistentes en la evolución temporal de las atenciones por accidentes de tránsito. En todos los grupos etarios se identificó una disminución marcada del componente de tendencia durante el año 2020, seguida de una recuperación progresiva en los años posteriores, siendo esta más pronunciada en los grupos de 18 a 29 y 30 a 59 años, que concentraron el mayor volumen de casos. En los grupos de 0 a 11 y 12 a 17 años, la magnitud absoluta de las atenciones fue menor, aunque

el comportamiento temporal fue concordante con el observado en adultos. El componente estacional presentó oscilaciones periódicas de baja amplitud y alta estabilidad a lo largo del periodo de estudio, sin evidenciar rupturas estructurales durante el periodo de restricción por la pandemia ni en el periodo de posrestricción pandémica. Finalmente, el componente residual concentró las desviaciones negativas más pronunciadas en los primeros meses de 2020 en todos los grupos etarios, especialmente en adultos jóvenes y adultos, reflejando el impacto abrupto de las restricciones de movilidad no explicado por la tendencia ni la estacionalidad.

Gráfico 7. Descomposición estacional STL de las atenciones mensuales por accidentes de tránsito según grupo etario, Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa", 2017–2024.



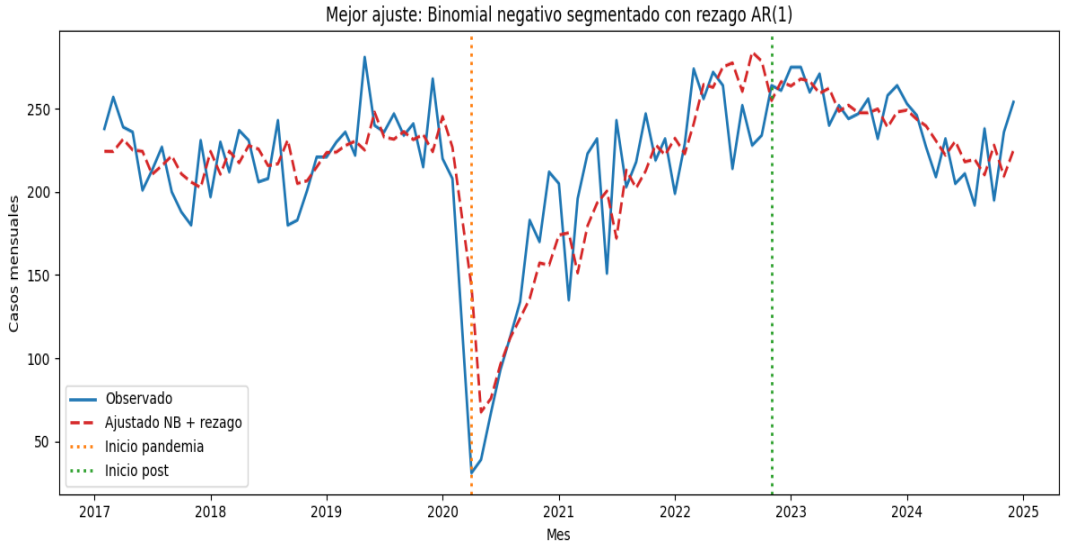
V.4 Efecto de la restricción ocasionada por pandemia COVID-19 sobre la frecuencia mensual de accidentes de tránsito: Modelo de regresión segmentada

Descripción de la serie analizada

Se analizaron los conteos mensuales de casos registrados entre enero de 2017 y diciembre de 2024, excluyendo marzo de 2020 por considerarse un mes de transición entre el periodo prepandémico y el inicio de las restricciones asociadas a la pandemia. En total, el análisis incluyó 95 observaciones mensuales para los modelos sin rezago y 94 observaciones mensuales para el modelo final con rezago de primer orden, debido a la pérdida del primer mes al incorporar el conteo del mes previo.

La serie fue dividida en tres periodos: prepandemia, de enero de 2017 a febrero de 2020; de restricción pandémica, de abril de 2020 a octubre de 2022; y de posrestricción pandémica de noviembre de 2022 a diciembre de 2024 (Gráfico 8).

Gráfico 8. Serie temporal mensual (línea azul) y regresión segmentada binomial negativa segmentada con rezago (línea roja) de los casos de accidentes de tránsito atendidos en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" durante los periodos prepandemia, restricción y posrestricción pandémica del 2017 al 2024.



Evaluación inicial del modelo de Poisson

Inicialmente se estimó un modelo segmentado de Poisson, siguiendo la estructura de cambios de nivel y pendiente definida para los tres periodos del estudio. Sin embargo, la evaluación diagnóstica mostró evidencia clara de sobredispersión.

La razón entre el estadístico chi-cuadrado de Pearson y los grados de libertad residuales (Chi^2/grados de libertad) fue 5,23. Este valor fue considerablemente superior a 1, lo que indica que la variabilidad observada en los conteos mensuales fue mayor que la esperada bajo el supuesto de equidispersión del modelo de Poisson. Por tanto, el modelo de Poisson no fue considerado adecuado como especificación final.

Además, la evaluación de autocorrelación de los residuos del modelo inicial mostró dependencia temporal residual. El estadístico de Durbin-Watson fue de 1,00. Este valor, alejado de 2, sugirió autocorrelación positiva de primer orden. Las pruebas de Ljung-Box también fueron significativas en distintos rezagos, lo que reforzó la presencia de autocorrelación residual.

Comparación de modelos candidatos

Debido a la sobredispersión identificada, se estimaron modelos binomiales negativos. Asimismo, por la presencia de autocorrelación residual, se evaluaron especificaciones que incorporaron un término de rezago de primer orden. La comparación entre modelos mostró que el mejor desempeño correspondió al modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden. Este modelo presentó el menor criterio de información de Akaike: AIC=956,01.

En comparación, el modelo binomial negativo sin rezago tuvo un AIC de 984,47,

mientras que el modelo de Poisson segmentado inicial presentó un AIC de 1201,95. Esto indica una mejora sustancial del ajuste al utilizar una distribución binomial negativa e incorporar la dependencia temporal del conteo previo. El modelo final también mostró una dispersión residual cercana a 1: Chi^2/grado de libertad= 0,98. Este resultado sugiere que la especificación binomial negativa corrigió adecuadamente la sobredispersión observada en el modelo de Poisson. (Anexo 1)

Evaluación de autocorrelación del modelo final

En el modelo binomial negativo con rezago de primer orden, la autocorrelación residual disminuyó de forma importante. El estadístico de Durbin-Watson fue: DW= 1,74. Este valor se encuentra más próximo a 2 que el observado en el modelo inicial, lo que indica una reducción de la autocorrelación positiva de primer orden. Asimismo, en la prueba de Ljung-Box, el rezago 12 no fue estadísticamente significativa: p=0,127. Este resultado sugiere que, después de incorporar el término de rezago, no se encontró evidencia estadísticamente significativa de autocorrelación residual global hasta el rezago 12. Por tanto, el modelo final presentó un mejor comportamiento diagnóstico que las especificaciones iniciales.

Interpretación de parámetros

Los resultados del modelo final fueron expresados como razones de conteos esperados (Tabla 4), mediante la exponenciación de los coeficientes del modelo. De esta forma, los coeficientes pueden interpretarse como cambios relativos en el número esperado de casos mensuales.

Tabla 4. Razón de conteos esperados de atenciones mensuales del modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden para la frecuencia de accidentes de tránsito durante el periodo prepandemia, de restricción y posrestricción pandémica en el HEJCU del 2017 al 2024

Variable	Coeficiente	IRR	p-valor
Tiempo	0,001	1,001	0,613
Nivel_restricción pandémica	-0,460	0,632	<0,001
Pendiente_restricción pandémica	0,020	1,020	<0,001
Nivel_posrestricción pandémica	0,059	1,060	0,669
Pendiente_posrestricción pandémica	-0,006	0,994	0,190
log(T_t-1)	0,405	1,499	<0,001
Alpha	0,021		<0,001

El parámetro asociado a $Nivel_restricción\ pandémica_t$ estimó el cambio inmediato en el nivel de la serie al inicio del periodo de restricción pandémica, respecto a la tendencia esperada en el periodo prepandémico. El parámetro asociado a $Pendiente_restricción\ pandémica_t$ estimó el cambio mensual en la tendencia durante el periodo de restricción pandémica. De manera similar, el parámetro asociado a *Nivel posrestricción* $pandémica_t$ y el parámetro asociado a *Pendiente* $posrestricción\ pandémica_t$ evaluaron los cambios inmediatos y progresivos durante el periodo posrestricción pandémica.

El coeficiente de tiempo en el periodo prepandémico no fue estadísticamente significativo. Esto indica que, antes de la pandemia, la tendencia mensual del número esperado de casos era plana.

El inicio del periodo de restricción pandémica se asoció con una reducción significativa del nivel de la serie. El valor de la razón conteos esperados mensual fue estadísticamente significativo: IRR=0,632. El cual representa una reducción del 36,8% en el nivel de incidencia de casos inmediatamente después de iniciada las

restricciones por la pandemia, comparado con lo esperado según la tendencia previa.

En contraste, la pendiente durante el periodo de restricción pandémica fue positiva y estadísticamente significativa: IRR=1,020. Esto indica que, después de la caída inicial, durante el periodo de restricción pandémica, hubo un incremento sostenido de un 2,0% por mes en los casos de atenciones por accidente de tránsito.

Para el periodo de posrestricción pandémica, el cambio inmediato de nivel no fue estadísticamente significativo: IRR=1,060 (p=0,669). Esto sugiere un aumento del 6% al pasar al periodo de posrestricción pandémica, pero la evidencia estadística no es suficiente para afirmar que este cambio fue distinto de cero. (Tabla 4). Con respecto a la pendiente de la posrestricción pandémica, si bien su valor p no fue significativo (p=0,190), el coeficiente negativo (-0,006) coincide con la desaceleración del aumento de los casos. El término de rezago de primer orden fue estadísticamente significativo: IRR=1,499 (p<0,001). Esto confirma que el conteo del mes previo estuvo asociado con el conteo del mes actual, justificando su inclusión en el modelo final para controlar la dependencia temporal de la serie (Tabla 4).

En conclusión, en el modelo final, el inicio del periodo de restricción pandémica se asoció con una reducción significativa del nivel de la serie, mientras que la pendiente durante el periodo de restricción pandémica mostró un incremento mensual significativo. En contraste, los cambios de nivel y pendiente correspondientes al periodo de posrestricción pandémica no fueron estadísticamente significativos después de ajustar por sobredispersión y autocorrelación temporal. Así mismo, se observa una *tendencia* hacia la

estabilización posrestricción pandémica, aunque no alcance la potencia estadística suficiente. (Tabla 4).

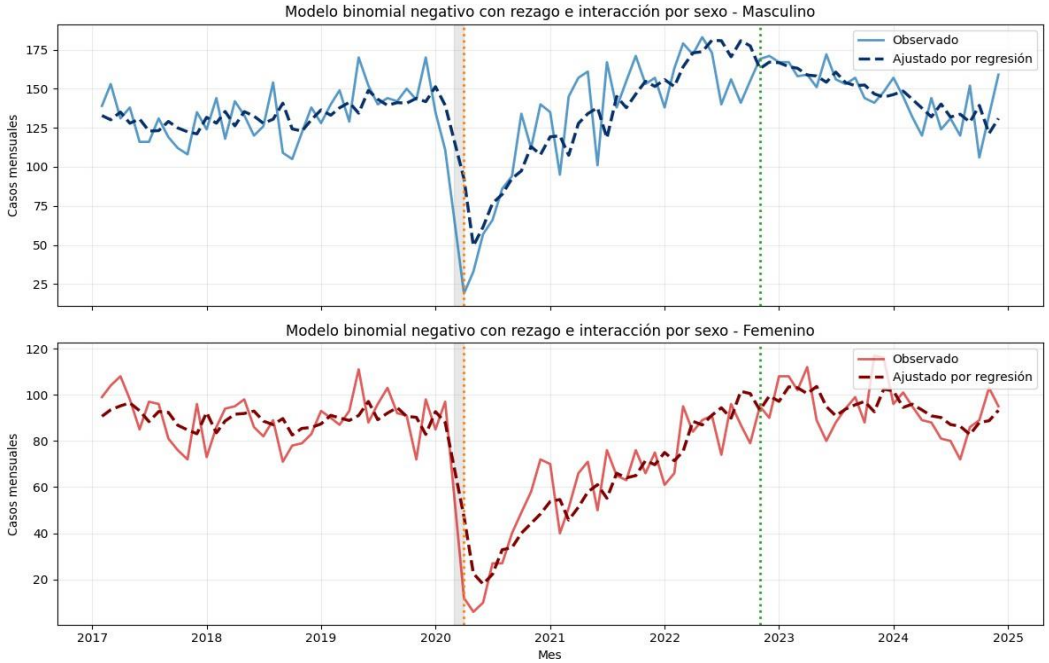
- ***Análisis de regresión por sexo***

Para evaluar si los cambios en la serie temporal fueron diferentes entre hombres y mujeres, se estimó un modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden e interacciones por sexo. En este modelo, el sexo masculino fue usado como categoría de referencia y se incluyeron términos de interacción entre sexo femenino y las variables segmentadas del modelo.

El modelo incluyó 188 observaciones, correspondientes a los conteos mensuales por sexo, con 94 meses por grupo después de incorporar el rezago de primer orden. El parámetro de dispersión del modelo binomial negativo fue significativo, lo que respalda el uso de esta familia frente a un modelo de Poisson.

En ambos grupos, el modelo reprodujo la caída inicial al inicio del periodo de restricción pandémica y la recuperación progresiva posterior. La serie masculina presentó conteos más altos durante todo el periodo, mientras que la serie femenina mostró una caída relativa más marcada al inicio de la restricción pandémica, consistente con los resultados del modelo de interacción. (Gráfico 9)

Gráfico 9. Serie temporal mensual (línea azul para varones y línea roja para mujeres) y regresión segmentada binomial negativa segmentada con rezago (línea interrumpida negra) de los casos de accidentes de tránsito atendidos en el HEJCU del 2017 al 2024.



Resultados principales por sexo

En el grupo masculino, el inicio del periodo de restricción pandémica se asoció con una reducción significativa del nivel de la serie. La razón de conteos esperados fue: IRR=0,699 (p<0,001). Esto indica que, al inicio del periodo de restricción pandémica, el número esperado de casos en hombres disminuyó aproximadamente 30,1% respecto a lo esperado según la tendencia previa, ajustando por el conteo del mes anterior. En el grupo femenino, la reducción inicial fue más marcada: IRR=0,498 (p<0,001). Esto indica una disminución aproximada de 50,2% en el número esperado de casos en mujeres al inicio del periodo de restricción pandémica (Tabla 5).

Tabla 5. Modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden e interacciones por sexo.

Efecto	IRR	p- valor
Masculino-nivel restricción pandémica	0,699	<0,001
Femenino-nivel restricción pandémica	0,498	<0,001
Masculino- pendiente restricción pandémica	1,017	<0,001
Femenino- pendiente restricción pandémica	1,027	<0,001
Masculino-nivel posrestricción pandémica	1,042	0,750
Femenino-nivel posrestricción pandémica	1,099	0,498
Masculino-pendiente posrestricción pandémica	0,991	0,055
Femenino-pendiente posrestricción pandémica	0,996	0,435

Durante el periodo de restricción pandémica, ambos sexos mostraron un incremento mensual significativo posterior a la caída inicial. En hombres, la pendiente de restricción pandémica fue: IRR =1,017 (p<0,001). Esto equivale a un aumento mensual aproximado de 1,7% en el número esperado de casos durante el periodo de restricción pandémica. En mujeres, la pendiente de restricción pandémica fue: IRR=1,027 (p<0,001). Esto equivale a un aumento mensual aproximado de 2,7% en el número esperado de casos durante el mismo periodo. Por tanto, aunque el aumento mensual estimado fue numéricamente mayor en mujeres, no hubo evidencia estadísticamente concluyente de que la pendiente durante la restricción pandémica difiriera entre sexos (Tabla 5).

En el periodo posrestricción pandémica, no se observaron cambios estadísticamente significativos de nivel ni de pendiente en ninguno de los dos sexos. Para hombres, el cambio de nivel posrestricción pandémica fue: IRR=1,042 (p=0,75) y el cambio de pendiente fue: IRR=0,991 (p=0,055). Para mujeres, el cambio de nivel

posrestricción pandémica fue IRR=1,099 (p=0,498) y el cambio de pendiente fue: IRR=0,996 (p=0,435). Las interacciones entre sexo femenino y los efectos del periodo posrestricción pandémica tampoco fueron significativas. Esto indica que no se encontró evidencia de diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres en los cambios de nivel o pendiente durante el periodo de posrestricción pandémica (Tabla 5).

En conjunto, durante el periodo prepandémico se observó una mayor proporción de atenciones en hombres en comparación con mujeres. En la prepandemia, los hombres representaron el 59,83% de las atenciones y las mujeres el 40,17%. Por tanto, el análisis por sexo se interpretó considerando esta diferencia basal. El modelo con interacción por sexo no tuvo como objetivo establecer la existencia de diferencias absolutas entre hombres y mujeres, sino evaluar si los cambios de nivel y pendiente asociados a los periodos de restricción y posrestricción pandémica difirieron entre ambos grupos.

En este contexto, el inicio del periodo de restricción pandémica se asoció con una reducción significativa del número esperado de atenciones mensuales en ambos sexos, aunque la reducción fue proporcionalmente mayor en mujeres. La interacción entre sexo femenino y nivel del periodo de restricción pandémica fue estadísticamente significativa, lo que sugiere que, más allá de las diferencias basales observadas en la prepandemia, la caída inicial durante la restricción pandémica fue relativamente más pronunciada en mujeres que en hombres. (Tabla 5).

- ***Análisis de regresión por grupo etario***

Se realizó un análisis estratificado por grupo etario utilizando un modelo binomial

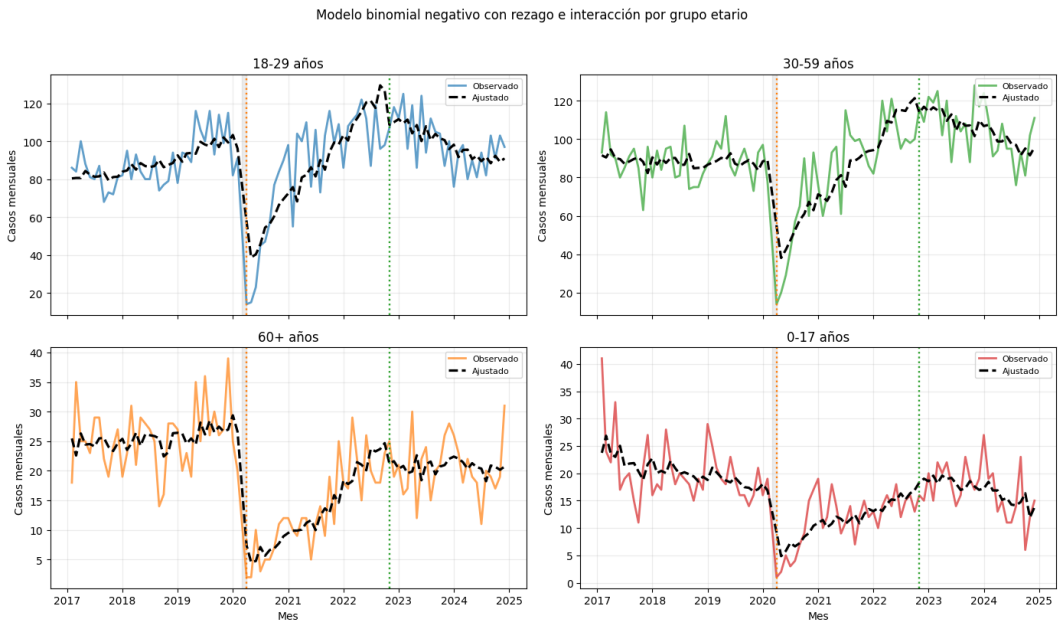
negativo segmentado con rezago de primer orden e interacciones por grupo etario. Para este análisis, los grupos de edad fueron consolidados en cuatro categorías: 0-17 años, 18-29 años, 30-59 años y 60 años a más. El grupo 18-29 años fue utilizado como categoría de referencia. El modelo incluyó 376 observaciones, correspondientes a los conteos mensuales por grupo etario después de incorporar el rezago de primer orden. La elección de la distribución binomial negativa fue respaldada por la presencia de sobredispersión, con un parámetro de dispersión significativo (alpha=0,0175). el modelo presento un AIC de 2749,25.

En cuanto a la autocorrelación residual, el estadístico de Durbin-Watson fue 1,91, valor cercano a 2, lo que sugiere una adecuada reducción de la autocorrelación de primer orden. Sin embargo, las pruebas de Ljung-Box fueron significativas en rezagos más altos, por lo que puede persistir cierta dependencia temporal residual en rezagos largos.

Resultados del análisis por grupo etario

Al inicio del periodo de restricción pandémica, todos los grupos etarios presentaron una reducción significativa del nivel de la serie. (Gráfico 10)

Gráfico 10. Serie temporal mensual y regresión segmentada binomial negativa segmentada con rezago de las atenciones por accidentes de tránsito atendidos en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" según grupo etario durante los periodos prepandemia, restricción pandémica y posrestricción pandémica del 2017 al 2024.



La reducción más marcada se observó en el grupo de 60 años a más, con un IRR=0,279, lo que representa una disminución aproximada de 72,1% en el número esperado de casos mensuales respecto a la tendencia previa (Tabla 6).

Tabla 6. Razón del número esperado de atenciones mensuales del modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden para la frecuencia de accidentes de tránsito durante el periodo prepandemia, restricción pandémica y posrestricción pandémica del HEJCU, 2017 al 2024 por grupo etario.

Grupo etario	Nivel restricción pandémica IRR	Pendiente restricción pandémica IRR	Nivel posrestricción pandémica IRR	Pendiente posrestricción pandémica IRR
0 a 17 años	0,516**	1,029**	1,442	0,997
18 a 29 años	0,569**	1,021**	0,926	0,987*
30 a 59 años	0,629**	1,026**	1,302	0,994
>60 años	0,279**	1,039**	0,748	0,998

*p<0.05 **p<0.001

El grupo de 0 a 17 años también mostró una caída importante, con un IRR = 0,516, equivalente a una reducción aproximada de 48,4%. En el grupo de 18 a 29 años, el inicio de la restricción pandémica se asoció con un IRR=0,569, lo que corresponde a una reducción aproximada de 43,1%. Finalmente, en el grupo de 30 a 59 años, el efecto inicial fue algo menor, aunque también estadísticamente significativo, con un IRR=0,629, equivalente a una reducción aproximada de 37,1%. El grupo de 60 años a más tuvo la caída inicial más fuerte, con una reducción aproximada del 72,1%. Estos resultados indican que el inicio del periodo de restricción pandémica se asoció con una disminución inmediata de los conteos mensuales en todos los grupos etarios, siendo el efecto más pronunciado en adultos mayores (Tabla 6).

Después de la caída inicial, todos los grupos etarios mostraron un incremento significativo de la pendiente durante el periodo de restricción pandémica, lo que indica una recuperación progresiva de los conteos mensuales durante este periodo. En el grupo de 18 a 29 años, la pendiente de la restricción pandémica presentó un IRR=1,021, equivalente a un aumento mensual aproximado de 2,1%. En el grupo de 30 a 59 años, el IRR=1,026 indicó un aumento mensual aproximado de 2,6%. En el grupo de 60 años a más, el incremento fue mayor, con un IRR=1,039, equivalente a un aumento mensual aproximado de 3,9%. En el grupo de 0 a 17 años, el IRR=1,029 correspondió a un aumento mensual aproximado de 2,9%. En conjunto, estos hallazgos muestran que, aunque todos los grupos presentaron una caída inicial al comienzo de la restricción pandémica, posteriormente hubo una recuperación progresiva significativa en cada grupo etario (Tabla 6).

Durante el periodo de posrestricción pandémica, los cambios fueron menos consistentes y, en general, no se observaron modificaciones significativas del nivel

de la serie.

En el grupo de 18 a 29 años, el cambio inmediato de nivel de posrestricción pandémica no fue significativo, con IRR=0,926. Sin embargo, la pendiente de posrestricción pandémica fue significativamente descendente, con IRR = 0,987, lo que sugiere una disminución mensual aproximada de 1,3% en este grupo durante el periodo posterior al retorno a la movilidad plena (Tabla 6).

En el grupo de 30 a 59 años, el cambio de nivel de posrestricción pandémica mostró una tendencia al aumento, con IRR = 1,302, aunque no alcanzó significancia estadística. La pendiente posrestricción pandémica tampoco fue significativa, con IRR = 0,994. En el grupo de 60 años a más, no se observaron cambios significativos ni en el nivel posrestricción pandémica ni en la pendiente posterior, con IRR = 0,748 e IRR = 0,998, respectivamente. De forma similar, en el grupo de 0 a 17 años, tampoco se observaron cambios significativos en el periodo posrestricción pandémica. El cambio de nivel presentó un IRR = 1,442, pero no fue estadísticamente significativo, y la pendiente posrestricción pandémica mostró un IRR = 0,997, también sin significancia estadística (Tabla 6).

En conclusión, el análisis estratificado por grupo etario evidenció que la restricción pandémica tuvo un impacto inmediato en todos los grupos, con reducciones significativas de los conteos mensuales al inicio del periodo de restricciones. Posteriormente, se observó una recuperación progresiva durante el periodo de restricción pandémica en todos los grupos etarios. No obstante, durante el periodo de posrestricción pandémica, los cambios adicionales fueron menos consistentes y, salvo por una pendiente descendente en el grupo de 18 a 29 años, no se identificaron modificaciones estadísticamente significativas (Tabla 6).

V.5 Distribución geográfica según lugar donde ocurrió el accidente

Para el análisis geográfico se estratificó la procedencia de los accidentes en Lima Metropolitana, Lima Provincia y pacientes referidos de provincias fuera de Lima. Así mismo para ampliar la descripción, Lima Metropolitana se estratificó según la zonificación del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) la cual indica que Lima Este está conformada por los distritos de Ate, El Agustino, La Molina, Lurigancho/Chosica, San Juan de Lurigancho, San Luis, Santa Anita y Cieneguilla, mientras que Lima Norte incluye Ancón, Carabayllo, Comas, Independencia, Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porres y Santa Rosa; Lima Centro comprende Cercado de Lima, Barranco, Breña, Jesús María, La Victoria, Lince, Magdalena del Mar, Miraflores, Pueblo Libre, Rímac, San Isidro, San Miguel, Santiago de Surco y Surquillo; y Lima Sur corresponde a Chorrillos, Lurín, Pachacámac, San Juan de Miraflores, Villa El Salvador y Villa María del Triunfo.

Entre los años 2017 y 2024, 84% de los accidentes de tránsito atendidos en el HEJCU ocurrieron en Lima Metropolitana, siendo Lima Centro la zona con mayor procedencia de siniestros (57,2%), seguida por Lima Sur (32,5%), Lima Este (6,7%) y Lima Norte (3,7%). Solo 0,1% de los casos procedía de Lima Provincias y 15,9% de los pacientes atendidos fue referido desde otros establecimientos.

El análisis de Chi cuadrado de tendencia mostro una tendencia ascendente y significativa de los accidentes de tránsito provenientes de Lima metropolitana atendidos en el HEJCU. Dentro de Lima metropolitana se encontró un ascenso significativo de los accidentes ocurridos en Lima Este de forma significativa. (Tabla 7)

Tabla 7. Distribución geográfica de los accidentes de tránsito según lugar donde ocurrió el siniestro en Lima Metropolitana, Lima Provincia e identificación de pacientes referidos por accidente de tránsito en el HEJCU del 2017 al 2024.

	2017 n (%)	2018 n (%)	2019 n (%)	2020 n (%)	2021 n (%)	2022 n (%)	2023 n (%)	2024 n (%)	Total n (%)	Cambio %	p *
Lugar de accidente											
Lima Metropolitana	2179 (82,3%)	2190 (85,9%)	2382 (83,0%)	1356 (84,1%)	2096 (83,7%)	2491 (84,5%)	2588 (84,2%)	2283 (84,6%)	17565 (84,0%)	+2,3	0,008
Lima Centro	1246 (57,2%)	1307 (59,7%)	1414 (59,4%)	815 (60,1%)	1152 (55,0%)	1399 (56,2%)	1430 (55,3%)	1279 (56,0%)	10042 (57,2%)	-1,2	0,015
Lima Sur	730 (33,5%)	660 (30,1%)	720 (30,2%)	413 (30,5%)	714 (34,1%)	838 (33,6%)	875 (33,8%)	756 (33,1%)	5706 (32,5%)	-0,4	0,022
Lima Este	133 (6,1%)	136 (6,2%)	167 (7,0%)	73 (5,4%)	155 (7,4%)	167 (6,7%)	174 (6,7%)	164 (7,2%)	1169 (6,7%)	+1,1	0,013
Lima Norte	70 (3,2%)	87 (4,0%)	81 (3,4%)	55 (4,1%)	75 (3,6%)	87 (3,5%)	109 (4,2%)	84 (3,7%)	648 (3,7%)	+0,5	0,040
Lima Provincia	4 (0,2%)	5 (0,2%)	2 (0,1%)	2 (0,1%)	2 (0,1%)	2 (0,1%)	3 (0,1%)	3 (0,1%)	23 (0,1%)	-0,1	0,075
Referido	465 (17,6%)	355 (13,8%)	478 (16,7%)	261 (16,0%)	410 (16,3%)	483 (15,7%)	483 (15,7%)	412 (15,2%)	3316 (15,9%)	-2,4	0,012

* Chi-cuadrado de tendencia para evaluar la variación de la distribución de cada variable en los años

El Gráfico 11 presenta una serie de mapas de coropletas que representan la frecuencia absoluta de accidentes de tránsito ocurridos en distritos de Lima Metropolitana que fueron atendidos en el Hospital de Emergencias “José Casimiro Ulloa” (HEJCU) entre los años 2017 y 2024. La visualización se organiza en cuatro paneles: (A) distribución global acumulada, (B) periodo prepandemia, (C) periodo de restricción pandémica y (D) periodo posrestricción pandémica. En el mapa global (A) se identifica una clara concentración de accidentes en los distritos de Chorrillos y Santiago de Surco, en menor concentración se observan los distritos Surquillo y San Juan de Miraflores seguido por de La Victoria, San Luis, San Juan de Lurigancho, Ate, San Martín de Porres y Cercado de Lima. En el mapa prepandemia (B) se mantiene una distribución similar, con una alta concentración en los mismos distritos. No obstante, durante el periodo de restricción pandémica (C) se observa una disminución notable en la intensidad del color en casi todos los distritos. Aun así, algunas zonas como Santiago de Surco y Chorrillos, seguido por Surquillo, San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo mantienen casos detectados en menor frecuencia. Finalmente, en el periodo de posrestricción pandémica (D) se evidencia un repunte importante de la frecuencia de accidentes, retornando e incluso intensificándose en algunos distritos previamente identificados como críticos como Chorrillos. Se advierte, además, una expansión hacia zonas periféricas como Villa María del Triunfo y San Juan de Lurigancho.

Gráfico 11. Mapa de coropletas de la frecuencia absoluta de accidentes de tránsito por distrito donde ocurrió el siniestro en Lima Metropolitana atendidos en el HEJCU del 2017 al 2024 (Lámina A), periodo prepandemia (Lamina B), periodo de restricción pandémica (Lámina C) y periodo de posrestricción pandémica (Lámina D).

Lámina A. Accidentes de tránsito atendidos en el HEJCU 2017-2024 según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana.

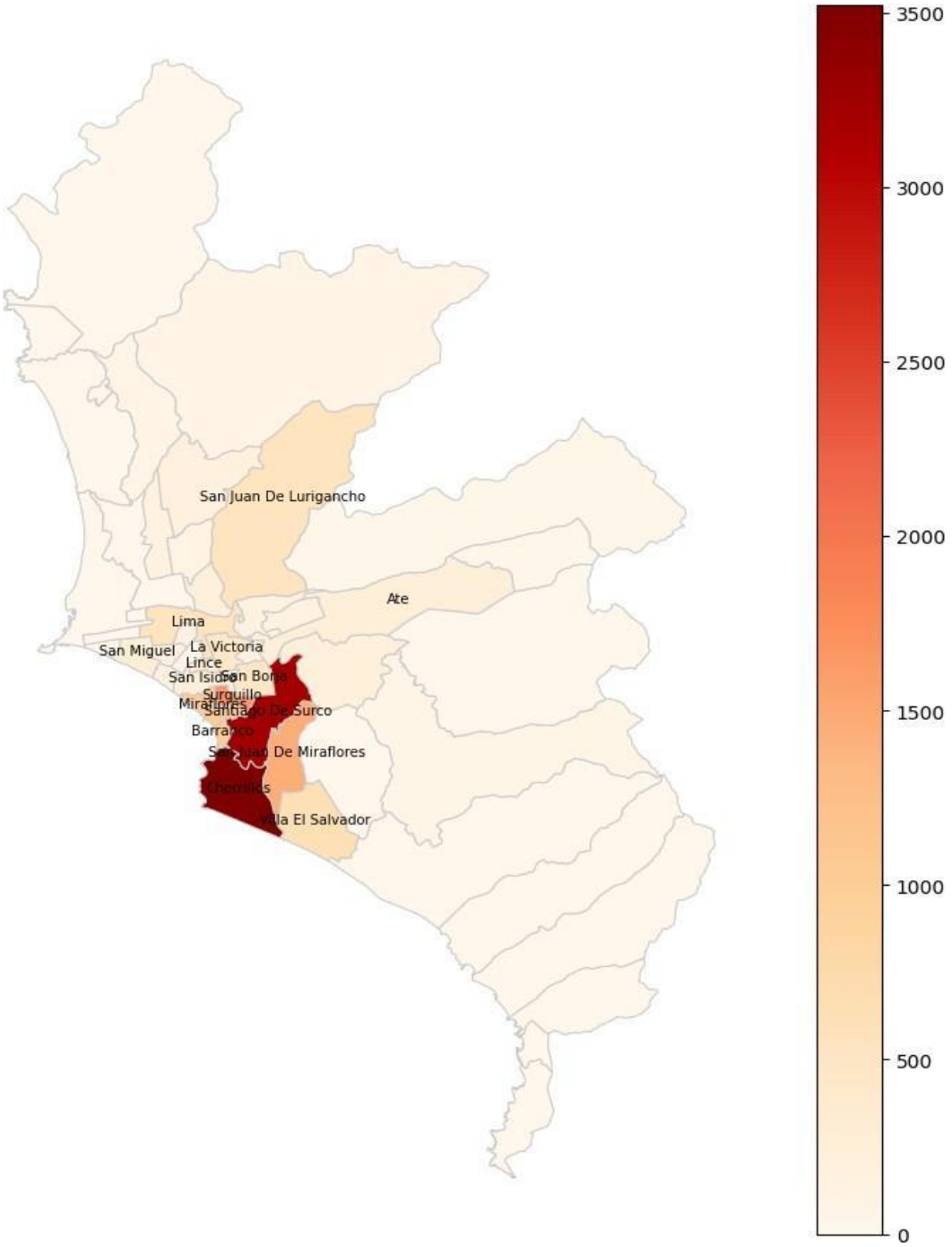


Lámina B. Accidentes de tránsito atendidos en el HEJCU en el periodo prepandemia según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana.

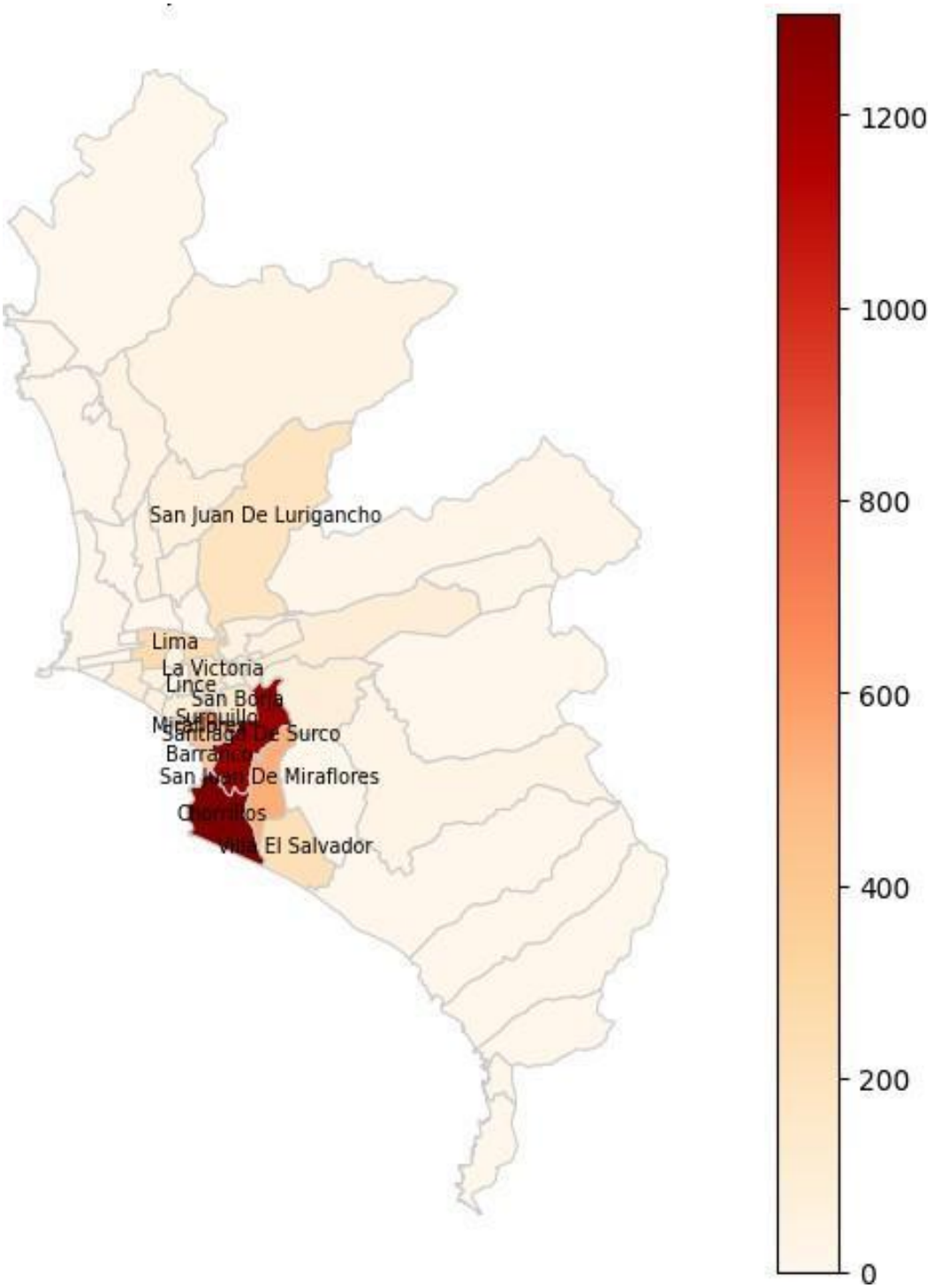


Lámina C. Accidentes de tránsito atendidos en el HEJCU en el periodo de restricción pandémica según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana.

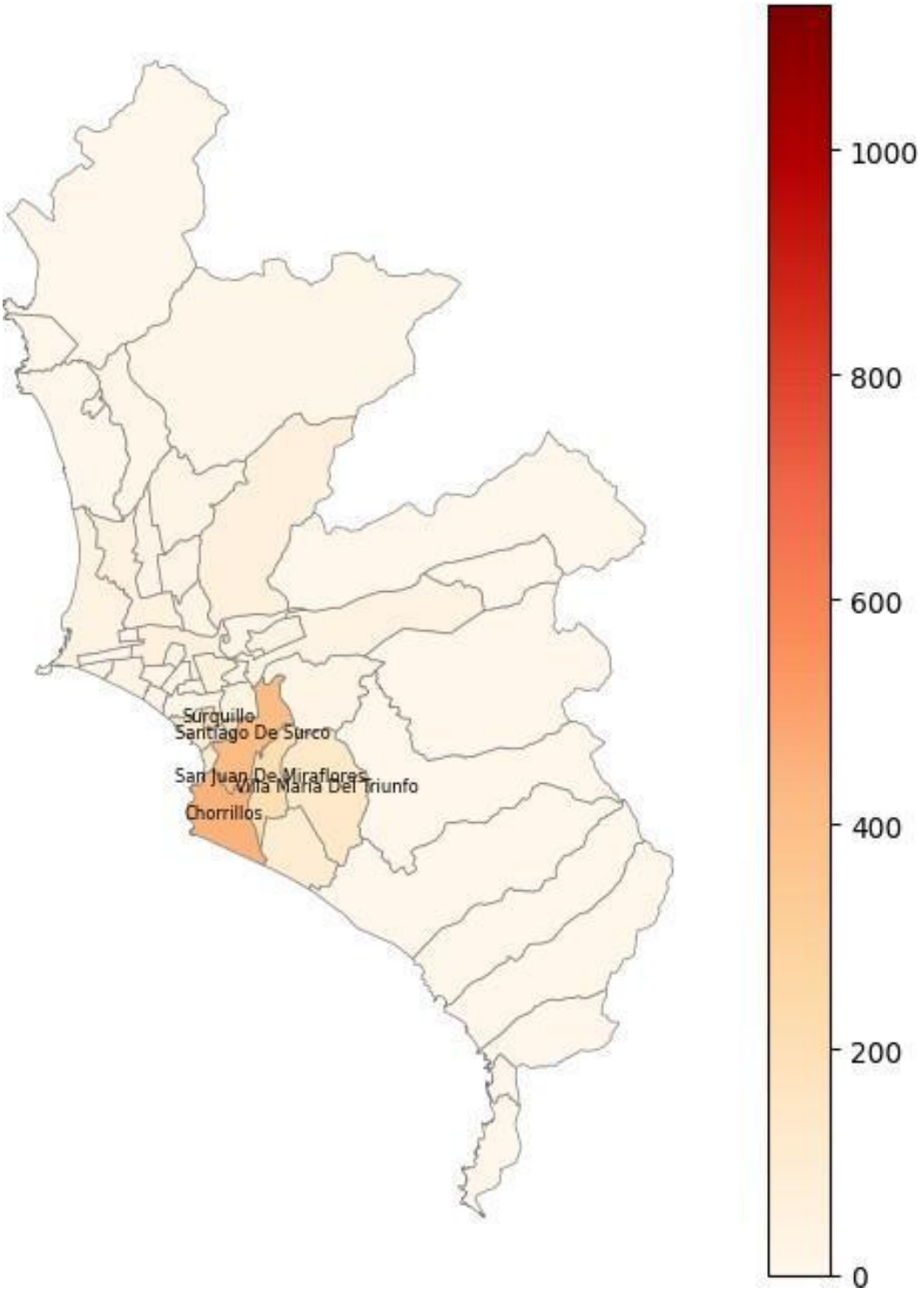
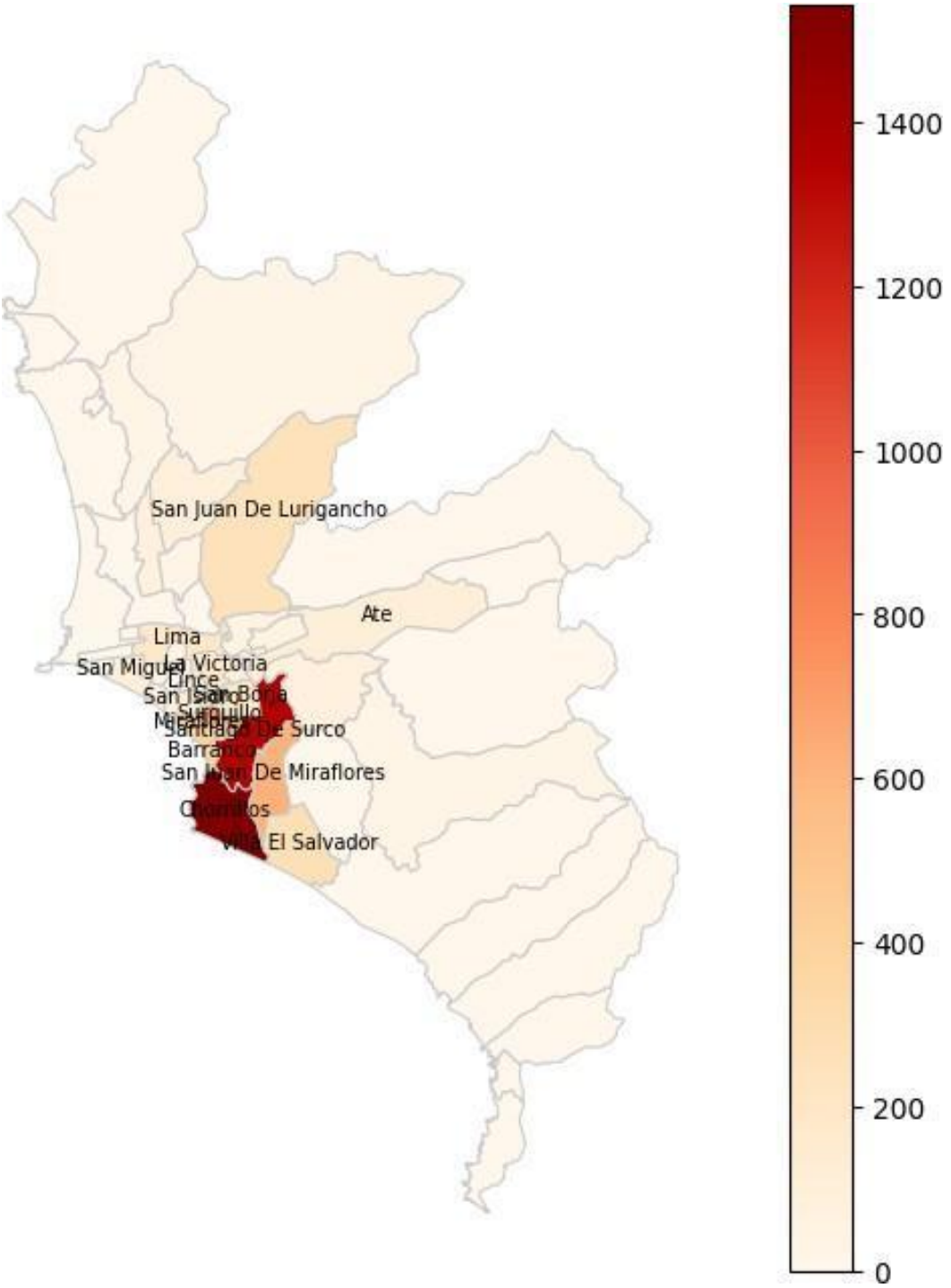


Lámina D. Accidentes de tránsito atendidos en el HEJCU en el periodo de posrestricción pandémica según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana.



V.5.1 Distribución espacial de accidentes automovilísticos

En el Gráfico 12 se observa la evolución espacial de los accidentes de tránsito automovilísticos ocurridos en Lima Metropolitana atendidos en el HEJCU a lo largo de tres periodos: prepandemia, restricción pandémica y posrestricción pandémica. En el periodo prepandemia, destaca claramente una concentración intensa de accidentes en el distrito de Chorrillos, seguido por San Juan de Miraflores, Santiago de Surco y San Martín de Porres identificando una carga importante de siniestros en el eje sur y sureste de Lima. Durante el periodo de restricción pandémica, se observa una disminución generalizada en la frecuencia de accidentes. A pesar de que Chorrillos y San Juan de Miraflores mantienen cierta relevancia, el tono más claro en los mapas refleja el impacto del confinamiento y la disminución del tránsito vehicular durante esta etapa. Asimismo, distritos como Villa María del Triunfo, Villa El Salvador y Barranco también presentan valores reducidos. En el periodo de posrestricción pandémica, el mapa revela un retorno a altos niveles de siniestralidad, con un repunte notable en Chorrillos. Este patrón también se replica, aunque en menor intensidad, en San Juan de Miraflores, Surco, Barranco y San Martín de Porres. Además, se evidencia una expansión del riesgo hacia distritos periféricos del sur y sureste.

Dada la preeminencia de los accidentes de tránsito automovilísticos respecto a los de motos o bicicletas, son estos los que tienen mayor relevancia en la valoración absoluta, como se expuso en el Gráfico 3.

Gráfico 12. Mapa de coropletas de la frecuencia absoluta de accidentes de auto atendidos en el HEJCU por distrito donde ocurrió el siniestro en Lima Metropolitana del periodo de prepandemia (Lámina A), periodo de restricción pandémica (Lámina B) y de posrestricción pandémica (Lámina C).

Lámina A. Accidentes de auto atendidos en el HEJCU en el periodo de prepandemia según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana

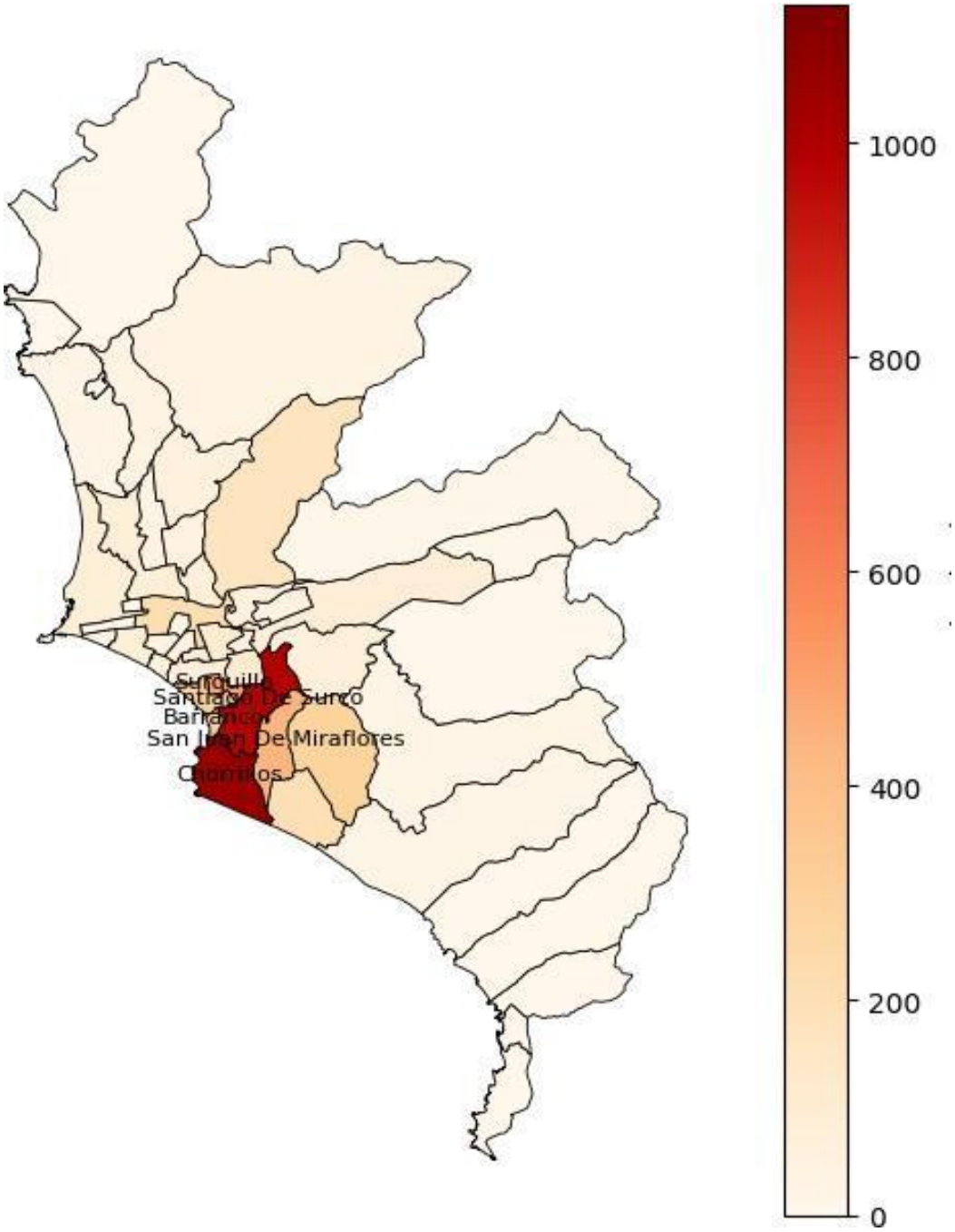


Lámina B. Accidentes de auto atendidos en el HEJCU en el periodo de restricción pandémica según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana

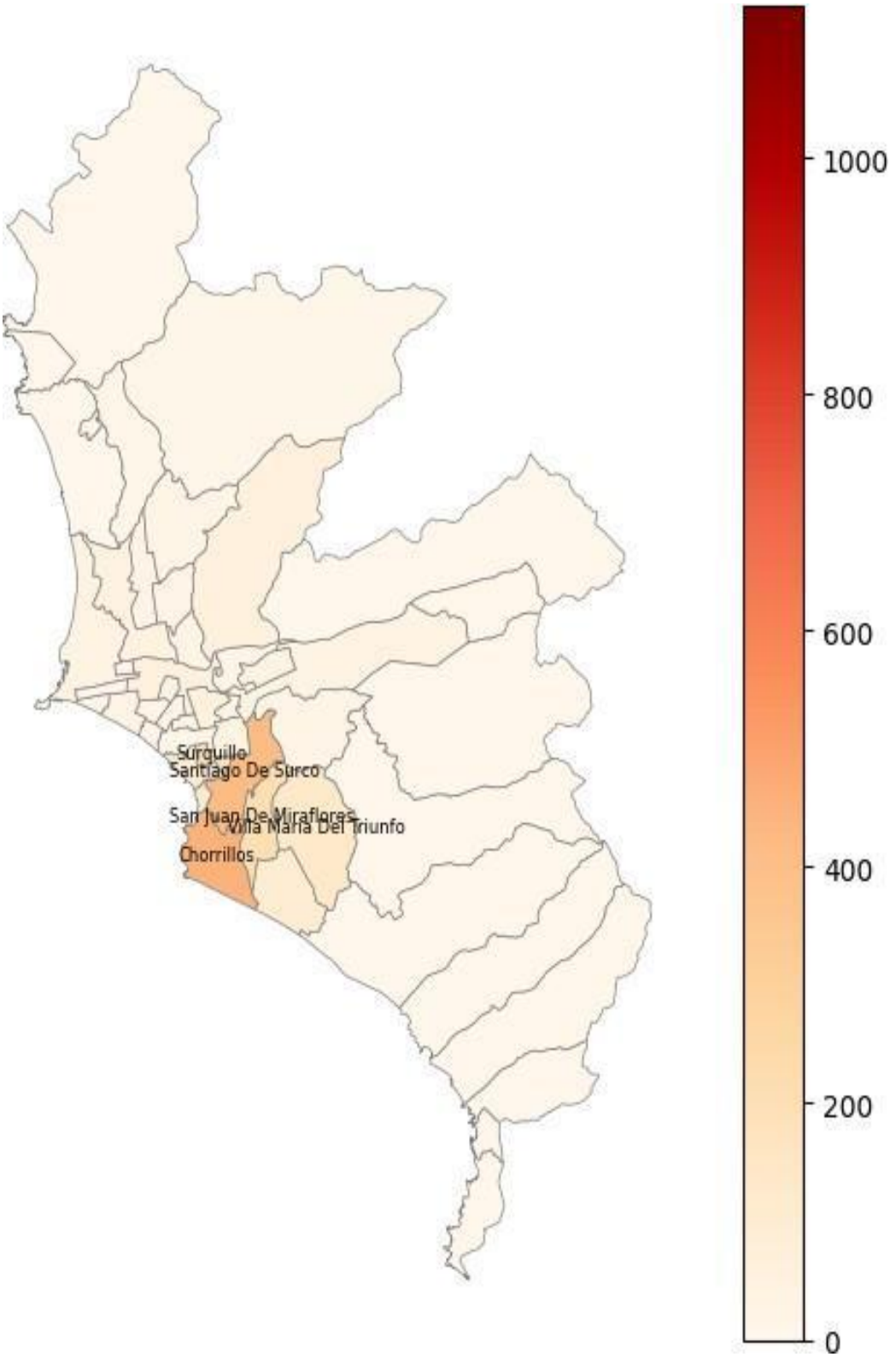
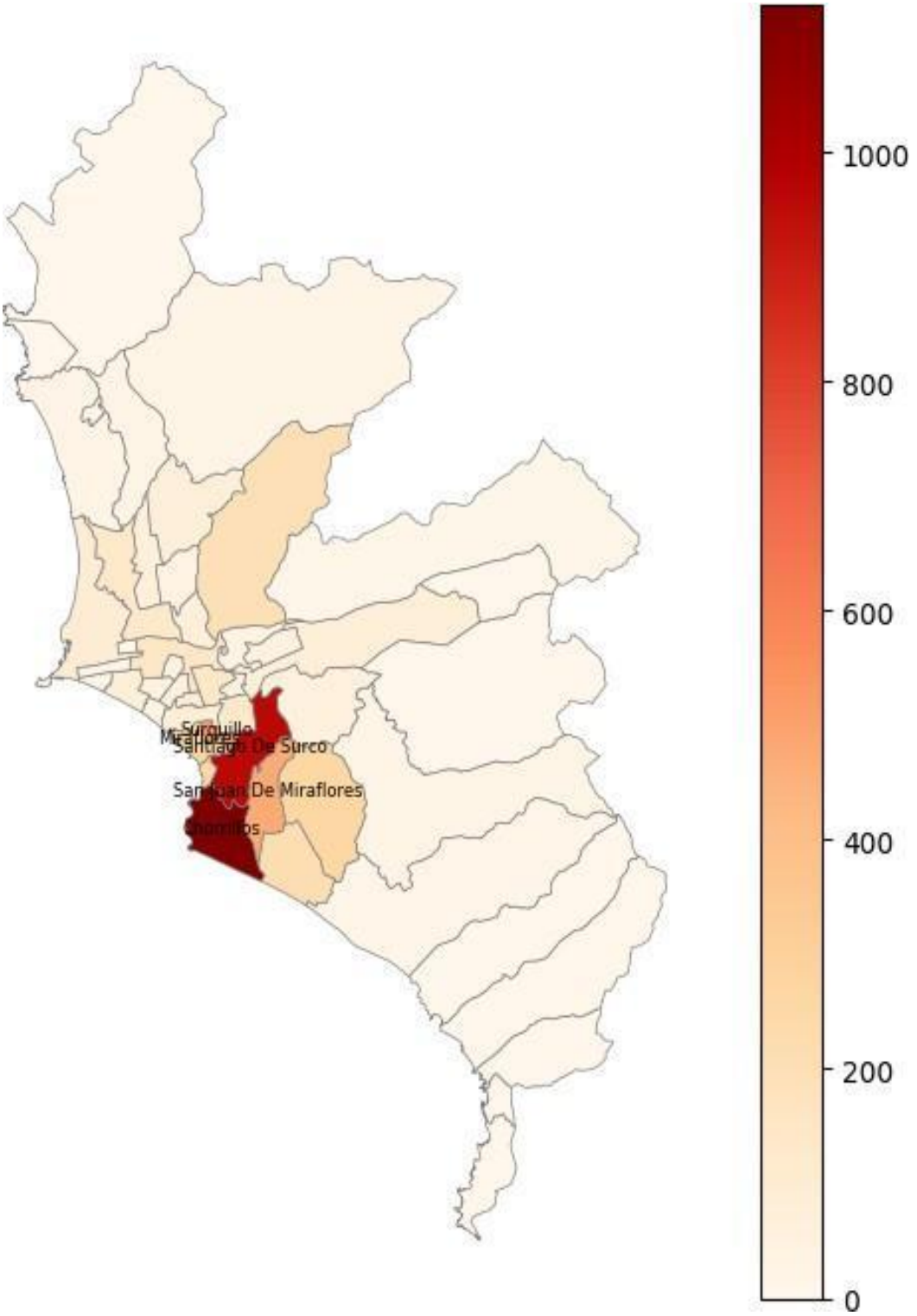


Lámina C. Accidentes de auto atendidos en el HEJCU en el periodo de posrestricción pandémica según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana.



V.5.2 Distribución espacial de accidentes de moto

De igual manera, en el Gráfico 13 se presenta la distribución espacial de los accidentes en moto. Durante el periodo prepandemia, los accidentes en moto provinieron del distrito de Chorrillos, seguido por San Juan de Miraflores, Surco, Barranco y San Martín de Porres. Durante la restricción por pandemia, se observa una reducción visible en la intensidad de los accidentes en casi todos los distritos, manteniéndose Chorrillos como el distrito de mayor frecuencia. En el periodo posrestricción pandémica, se evidencia un retorno e intensificación de la siniestralidad en moto, nuevamente con Chorrillos como epicentro del riesgo. A este se suman con mayor intensidad distritos como Surco, San Juan de Miraflores y Barranco.

Gráfico 13. Mapa de coropletas de la frecuencia absoluta de accidente de moto atendidos en el HEJCU por distrito donde ocurrió el siniestro en Lima Metropolitana del periodo de prepandemia (Lámina A), periodo de restricción pandémica (Lámina B) y de posrestricción pandémica (Lámina C).

Lámina A. Accidentes de moto atendidos en el HEJCU en el periodo de prepandemia según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana.

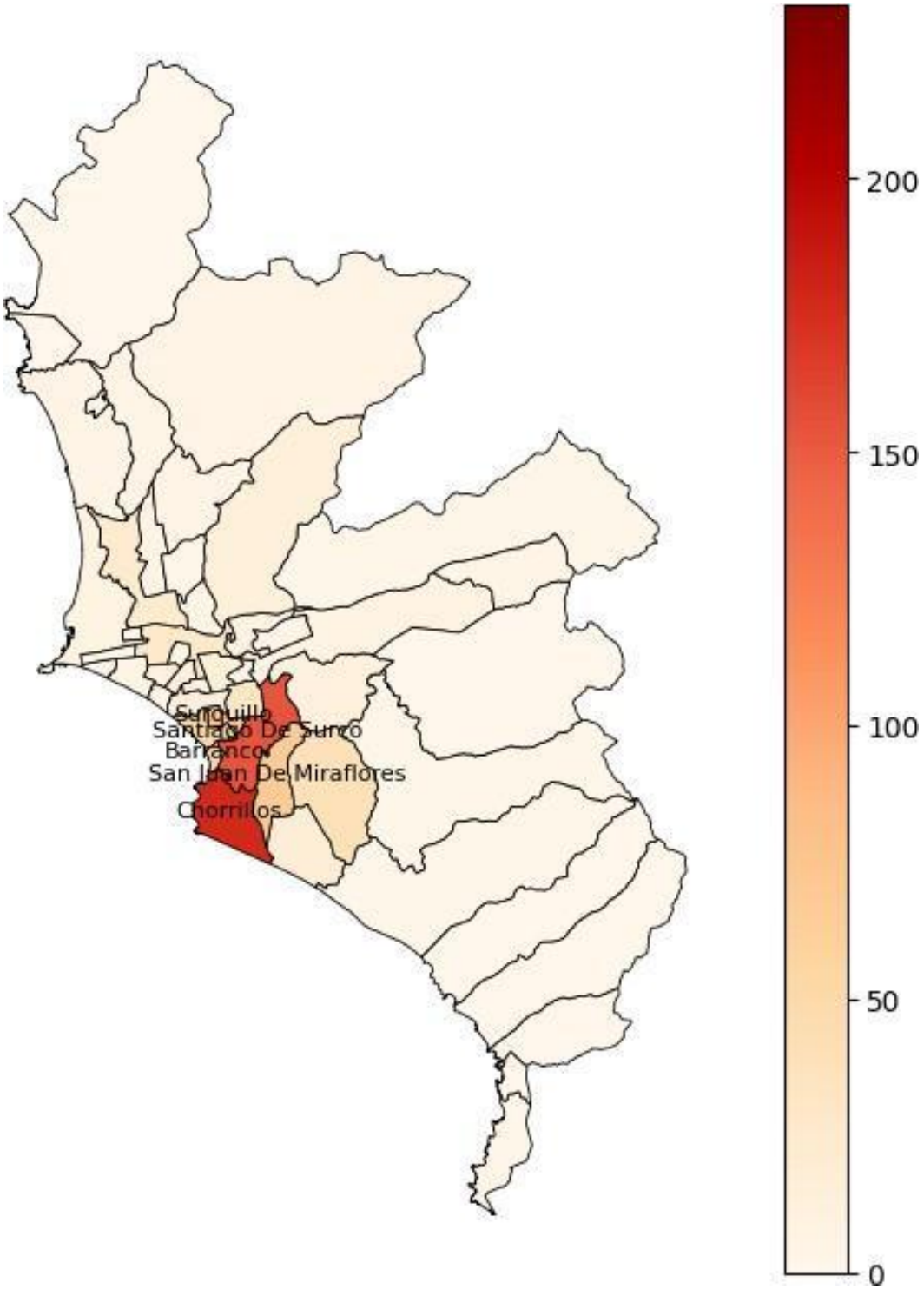


Lámina B. Accidentes de moto atendidos en el HEJCU en el periodo de restricción pandémica según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana.

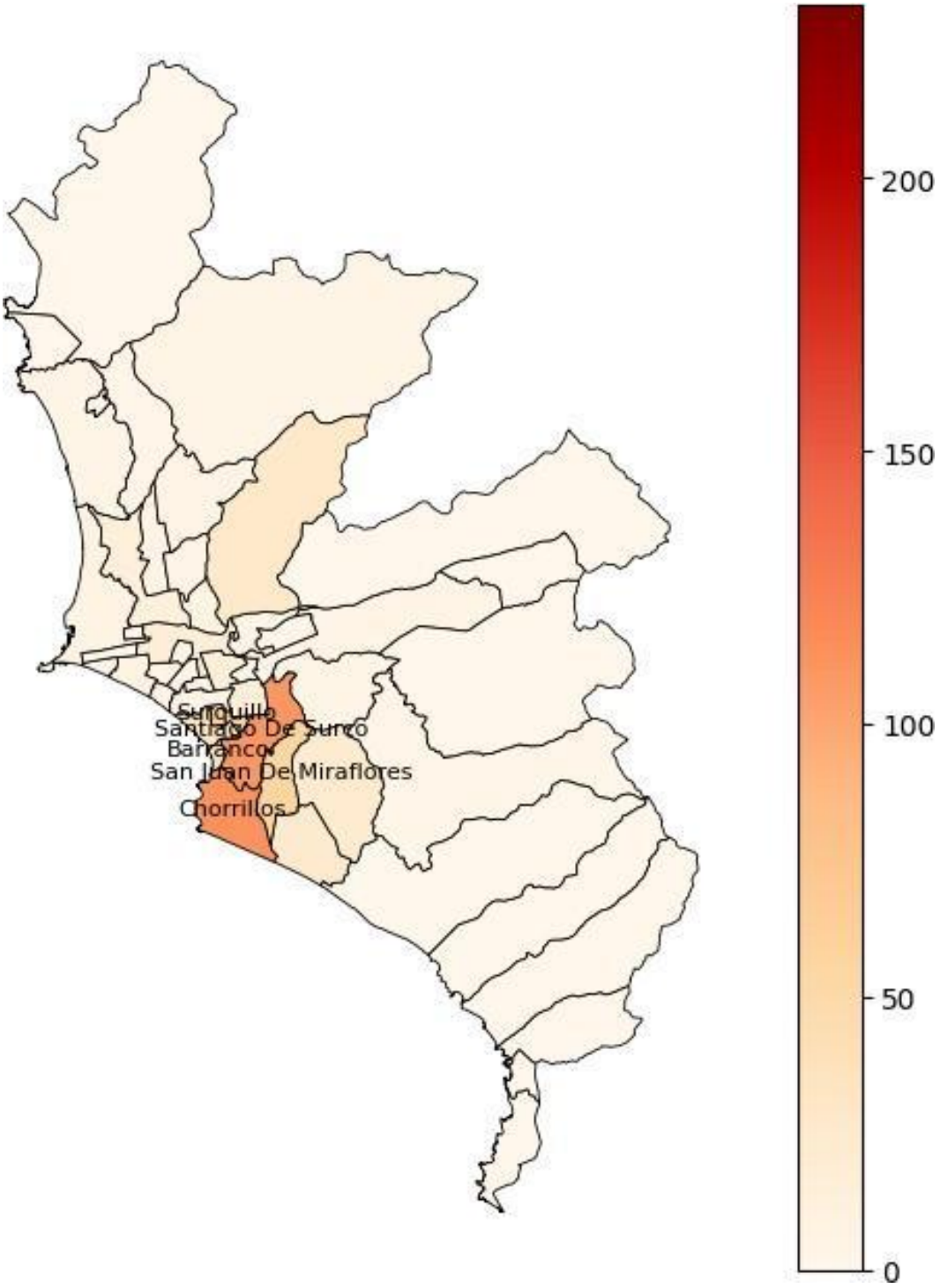
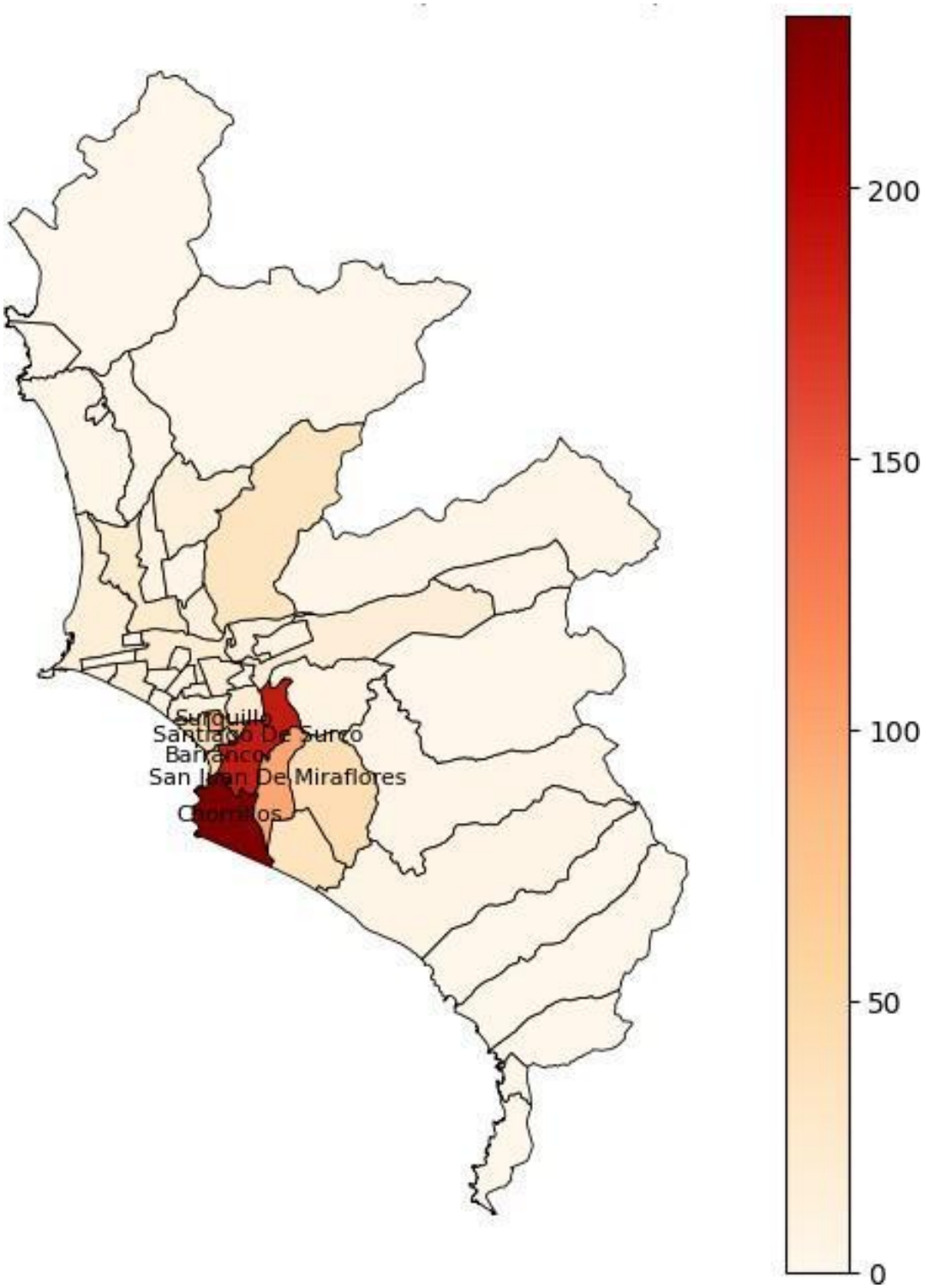


Lámina C. Accidentes de moto atendidos en el HEJCU en el periodo de posrestricción pandémica según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana



V.5.3 Distribución espacial de accidentes de bicicleta

Con respecto a los accidentes de bicicleta, en el Gráfico 14 se observa que, durante el periodo prepandemia, los accidentes en bicicleta eran relativamente bajos en términos absolutos, aunque se concentraban en distritos del corredor sur-central de Lima, destacando Chorrillos, Santiago de Surco, Miraflores y San Borja. En el periodo de restricción pandémica, se observa un aumento evidente en la frecuencia de accidentes en bicicleta, especialmente en Chorrillos. También destacan San Juan de Miraflores, Barranco y Surco, en donde se mantuvo una actividad significativa. En el periodo de posrestricción pandémica, se consolida y profundiza la concentración del riesgo en los mismos distritos, particularmente en Chorrillos, con una frecuencia aún mayor que en el periodo anterior. Así mismo persistió y se incrementó el número de accidentes en zonas como San Juan de Miraflores, Barranco y Surco.

Gráfico 14. Mapa de coropletas de la frecuencia absoluta de accidentes de bicicleta atendidos en el HEJCU por distrito donde ocurrió el siniestro en Lima Metropolitana del periodo de prepandemia (Lámina A), periodo de restricción pandémica (Lámina B) y de posrestricción pandémica (Lámina C).

Lámina A. Accidentes de bicicleta atendidos en el HEJCU en el periodo prepandémico según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana

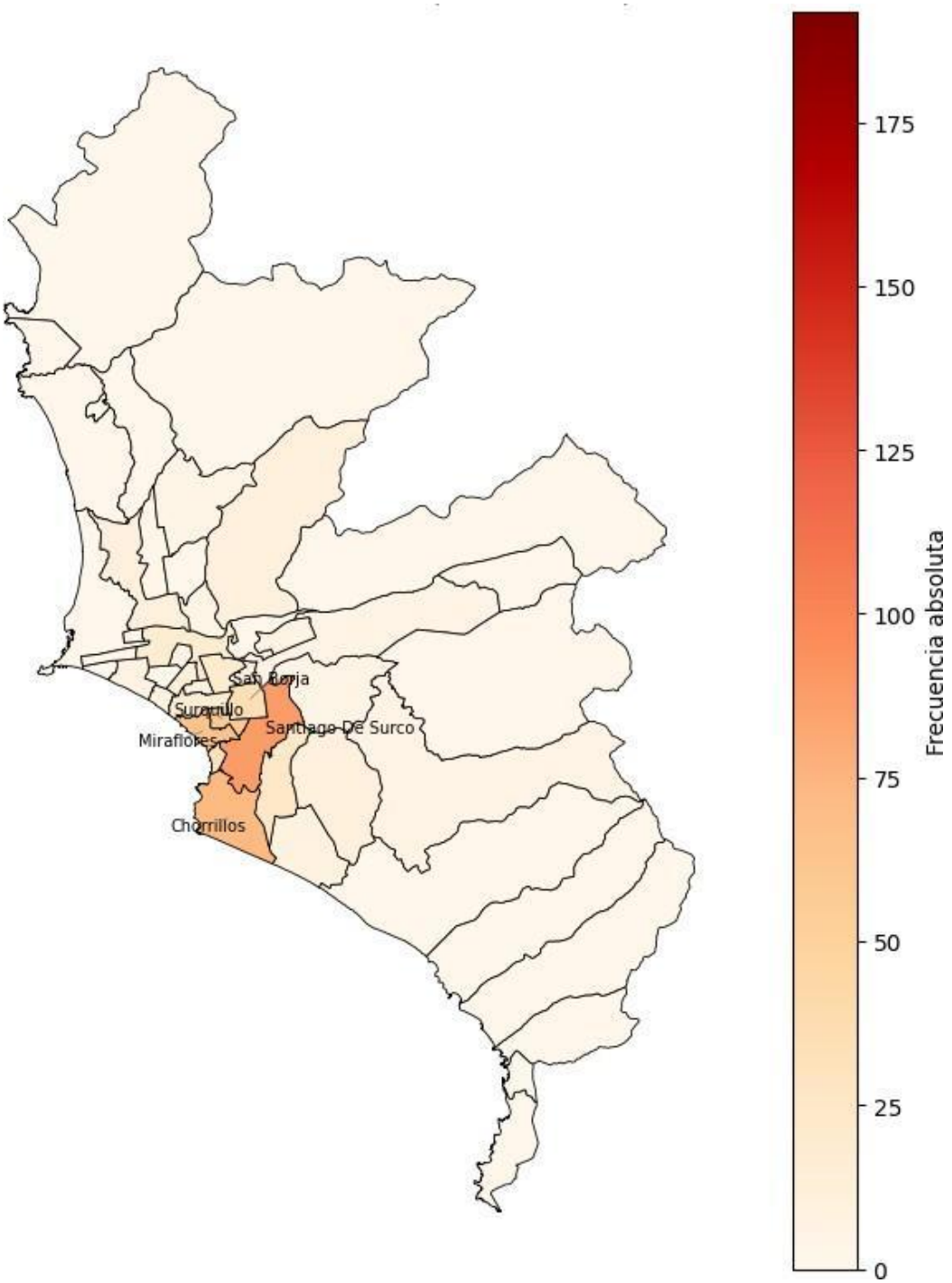


Lámina B. Accidentes de bicicleta atendidos en el HEJCU en el periodo de restricción pandémica según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana

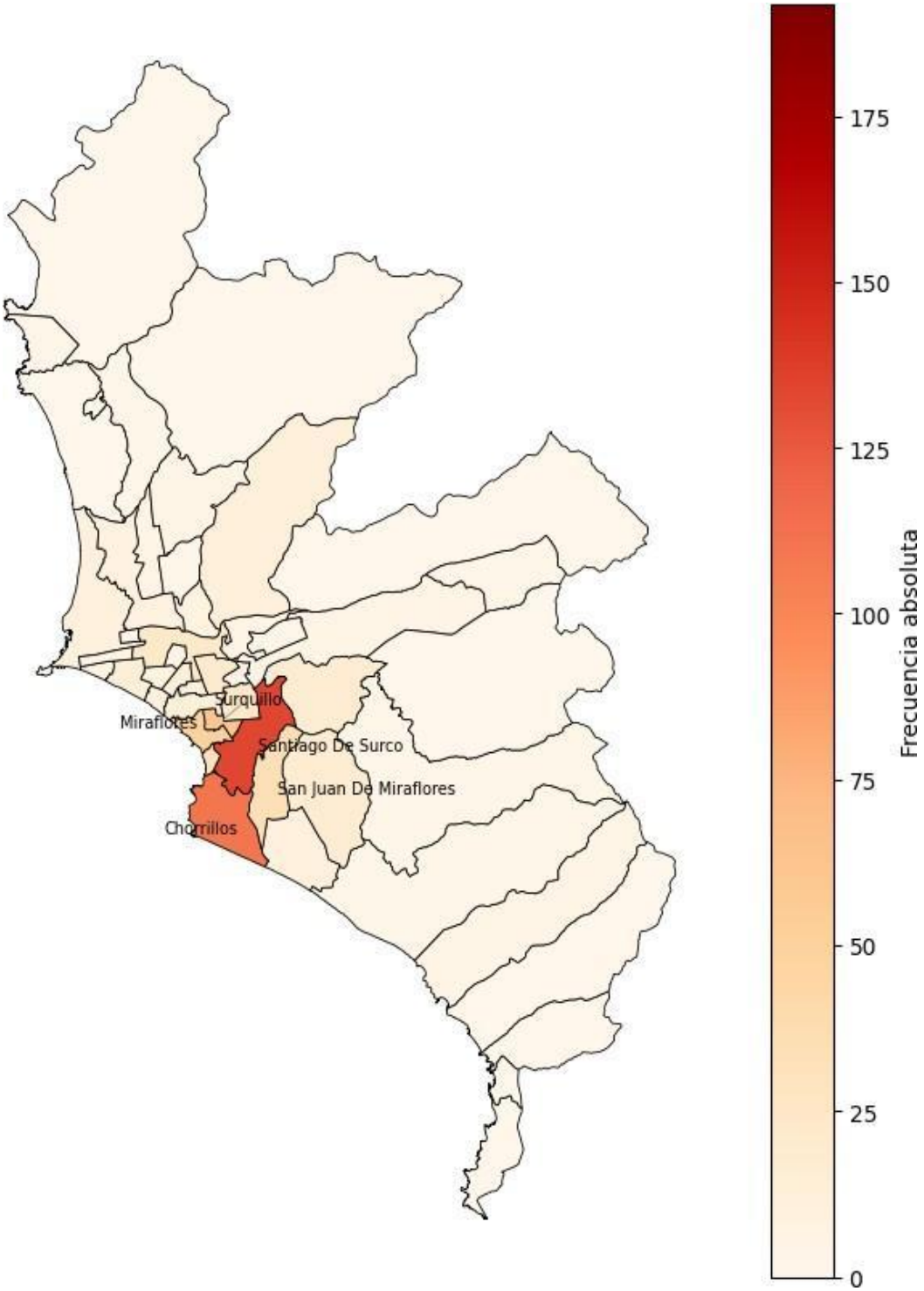
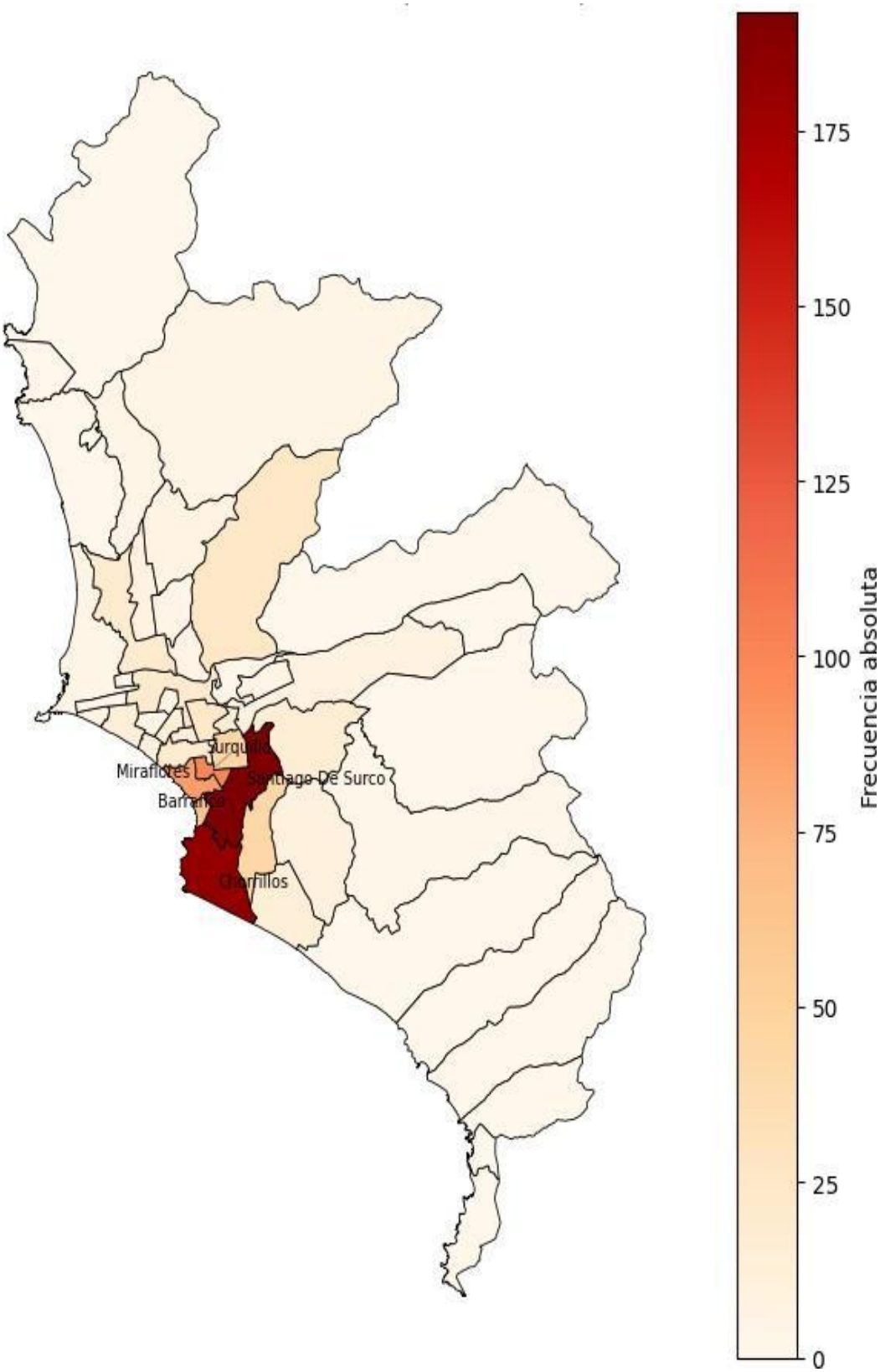


Lámina C. Accidentes de bicicleta atendidos en el HEJCU en el periodo de posrestricción pandémica según lugar de ocurrencia en Lima Metropolitana



VI. DISCUSIÓN

Durante el periodo analizado, 2017 al 2024, se registraron un total de 20.914 atenciones por accidente de tránsito en el HEJCU, de los cuales 20.904 cumplieron los criterios de inclusión para esta investigación y 10 atenciones fueron excluidas por falta de datos. Se estimó un promedio alrededor de 2.600 atenciones por año.

Considerando el primer objetivo específico de la investigación, se evidencia que, en su mayoría, los pacientes fueron varones (62,5%) y adultos entre los 30 a 59 años y 18 a 59 años, grupos que concentraron más del 80% de los casos. En comparación con el estudio nacional de Choquehuanca et al. (2005–2009) quien encontró un predominio de varones jóvenes de 20 a 34 años, esta tesis (2017–2024) mostró una predominancia en población de 30 a 59 años (41,7%). De forma coincidente, el estudio de Paixão et al. (2015) en Brasil mostró predominio de víctimas masculinas jóvenes y adultas, lo que confirma la exposición diferencial por género. Sin embargo, mientras en Brasil los lesionados se concentraron en el grupo de 18 a 29 años, en los atendidos por accidente de tránsito en el HEJCU provenientes de Lima destacan los adultos de 30 a 59 años. Estas diferencias podrían deberse al cambio de los desplazamientos laborales, la expansión del transporte motorizado y la prolongación de la vida laboral activa en entornos urbanos de la última década (13).

A nivel demográfico se observa un consistente predominio masculino en toda la serie de tiempo la cual desciende alrededor de un 2% mientras que las mujeres aumentan un 3% a lo largo del tiempo. Respecto ello, en Australia en una cohorte de 13 años encontraron que los varones jóvenes tienen más riesgo de accidentarse (60). De manera similar, un estudio de 31 años en Azerbaiyán reportó que los varones tienen consistentemente más incidencia de accidentes de tránsito y tasas de

mortalidad que las mujeres, temporalmente observaron un descenso en la incidencia de casos del 48,7% en los varones y del 44,1% en las mujeres (61). Así mismo un estudio en Estados Unidos encontró que las mujeres tienen más riesgo de lesiones graves y discapacidad por accidentes de tránsito camino al trabajo (62).

Llama la atención la escasa cobertura financiera de salud: 48,8% de los pacientes pagaron por su atención, solo se registraron un 8,3% que se atendieron con cobertura del SIS y el 42,8 restante contó con SOAT. Este resultado difiere de lo reportado en la Encuesta Nacional de Hogares, la cual indica que el 90,6% de la población urbana cuenta con un seguro de salud (55). Esto sugiere falta de información de parte del paciente y/o problemas de calidad de registro del prestador, como posible subregistro de información o codificación inadecuada de las categorías, entre otras.

Otro hallazgo relevante fue el incremento progresivo de pacientes extranjeros, que pasaron de representar el 1,2% en 2017 a superar el 17% en 2023, reflejando un cambio importante en la población atendida, como parte del proceso social internacional que se ha venido desarrollando a través de los procesos migratorios, donde Perú ha sido país uno de los principales países receptores de migrantes en América Latina, en especial para los venezolanos.

Sobre el segundo objetivo específico, se encontró que, considerando el tipo de accidente, los casos vinculados a automóviles fueron los más frecuentes (75,3%), de manera similar, Choquehuanca identificó el choque vehicular como evento predominante (13). Al accidente por auto siguen los accidentes en moto (13,6%) y en bicicleta (11,1%). Este último tipo de accidente ha venido creciendo año tras año, reflejando posiblemente un cambio en los modos de desplazamiento urbano.

En Brasil las motocicletas constituyen un vehículo crítico, aunque con diferente magnitud (43% en Brasil frente a 13,6% en Lima).

Las lesiones más comunes fueron contusiones, esguinces y heridas en el presente estudio. En Brasil predominaron los traumas de cabeza y cuello (10), lo que sugiere una menor severidad general y una aparente mejor respuesta hospitalaria del HEJCU.

De manera complementaria, la letalidad hospitalaria también difiere significativamente [0,4% ($p<0,001$) en el presente estudio vs. 7% reportado en Brasil], y en el estudio de Guinea su letalidad hospitalaria fue 1,4%. Es probable que el HEJCU reciba una mayor proporción de pacientes estabilizados o con menor gravedad relativa, mientras que en otros contextos los hospitales concentran casos más severos, incluyendo politraumatizados o pacientes con traumatismo craneoencefálico grave, entre otros (10). En particular, estos hallazgos podrían estar influenciados por accidentados que fallecen en la zona del accidente y no llegan al hospital, proporción de pacientes con traumatismos de alta energía y politraumatizados, así como por diferencias en las condiciones viales, dinámica del tránsito y mecanismos de lesión. Asimismo, los patrones de referencia y el nivel de complejidad de los establecimientos son determinantes, dado que los centros de trauma de mayor nivel concentran casos más graves, incrementando la letalidad observada. A ello se suman diferencias metodológicas, como la inclusión de muertes prehospitalarias o pacientes críticamente inestables al ingreso, lo que limita la comparabilidad entre estudios. Así mismo, es posible argumentar que el modelo de atención del HEJCU podría contribuir a mejores desenlaces. En consecuencia, estos resultados deben interpretarse con cautela, resaltando la necesidad de ajustar

por severidad de lesión y factores del sistema al comparar desenlaces de mortalidad entre distintos contextos.

Respecto al tercer objetivo específico, el componente estacional evidenció un patrón intra-anual recurrente, con una amplitud de 63,9 casos (equivalente al 29,3% del promedio mensual de 216,6 atenciones), manteniéndose estable en su forma a lo largo del periodo de estudio, concentrándose los mayores niveles de atención en mayo y diciembre, coincidentes con el segundo y el cuarto trimestre del año. El estudio de Gill y Goldacre (2009) en Inglaterra evidenció una marcada estacionalidad climática, con picos de accidentes en verano para motociclistas y ciclistas. En contraste, los datos del HEJCU muestran que, tras la restricción por pandemia, la variación temporal de los accidentes en Lima se relaciona más con factores sociales y económicos que meteorológicos. La disminución de casos en 2020 y su posterior aumento hasta 2023 reflejan el impacto de las restricciones de movilidad y la expansión del transporte informal. A diferencia del patrón británico, donde la estacionalidad depende del clima frio presentando más accidentes al finalizar la primavera y a mediados del invierno (12), en Lima el pico de diciembre coincide con las fiestas de fin de año y el inicio de las vacaciones de verano, mientras que el de mayo podría relacionarse con el aumento de la movilidad por los feriados y festividades de esa temporada (Día del Trabajo, festividades locales). Este incremento del flujo vehicular, sumado a viajes de mayor distancia, fatiga del conductor y posibles cambios en los patrones de comportamiento vial, podría explicar de manera más plausible el aumento observado en los accidentes durante estos periodos. Estudios europeos han reportado incrementos de entre 10% y 25% en colisiones durante meses de mayor movilidad estacional en comparación con los

periodos de menor tránsito, asociados a mayor exposición vehicular y desplazamientos recreativos (56).

Asimismo, investigaciones que evalúan el impacto de condiciones climáticas han encontrado que por cada incremento de 5 °C en la temperatura promedio, el riesgo relativo de colisiones puede aumentar entre 3% y 6%, atribuible a un mayor volumen de circulación y viajes interurbanos (57).

Por grupos de edad, los adultos jóvenes y de mediana edad fueron los más afectados. Sus patrones estacionales mostraron picos recurrentes en el segundo y cuarto trimestre, probablemente asociados a ciclos laborales y sociales. En niños y adolescentes, los incrementos coincidieron con el inicio del año escolar o el periodo académico activo, mientras que en adultos mayores se notaron más casos durante los trimestres con mejor clima.

Sobre los efectos de la pandemia, por las restricciones de desplazamiento y cuarentenas (objetivo específico 4), el análisis de series temporales interrumpidas mostró que el inicio de la pandemia de COVID-19 se asoció con una reducción inmediata y significativa de los ingresos por accidentes de tránsito, observándose una disminución del 36,8% respecto a la tendencia esperada del periodo prepandémico (IRR=0,632), condición que no es reflejo de la enfermedad en sí, sino de las acciones del Estado en respuesta a ella, es decir, las medidas de restricción de desplazamiento, cuarentenase, entre otras, instaladas por Decretos Supremos. Adicionalmente, la magnitud del descenso observado podría estar parcialmente influida por factores propios de la reconfiguración de la oferta hospitalaria durante la emergencia sanitaria, es plausible un fenómeno de demanda no expresada o subutilización de los servicios de emergencia atribuida a la conducta

de evitación a los establecimientos de salud por temor al contagio, lo que habría reducido la búsqueda de atención incluso ante eventos traumáticos. Por otro lado, la reconversión asistencial del HEJCU, con la reasignación de camas, recurso humano y capacidad instalada hacia la atención de pacientes con COVID-19, pudo haber modificado los patrones de admisión y derivación de los casos de trauma, favoreciendo su referencia a otros establecimientos. En conjunto, estos mecanismos, de origen conductual y organizacional, podrían haber contribuido a la caída registrada en la serie, de modo que la disminución observada no reflejaría exclusivamente una menor incidencia de siniestros, sino también una modificación en el acceso y en la captación institucional de los casos durante el periodo de restricción pandémica.

Posteriormente, durante el periodo de restricciones activas, se evidenció una recuperación progresiva de los casos, con un incremento promedio de 2,0% mensual (IRR=1,020). Tras el retorno a la movilidad plena, no se identificaron cambios significativos adicionales en el nivel ni en la tendencia de la serie. Estos hallazgos coinciden con una revisión narrativa la cual encontró que los accidentes de tránsito disminuyeron en 32 de 36 países evaluados y su incidencia disminuyo en un 50% entre abril del 2019 y abril del 2020. Así mismo esta revisión reportó que disminuyó significativamente las muertes por accidentes de tránsito (62). Por otro lado, reducciones de magnitud similar han sido documentadas internacionalmente durante los confinamientos estrictos: en Italia se reportó una disminución del 64,6% de los accidentes viales durante marzo–abril de 2020 respecto al mismo periodo de 2019 (63), mientras que en España la reducción alcanzó 74,3% en el número diario de accidentes, superando incluso la disminución

de la movilidad observada en ese periodo (64). Estos hallazgos sitúan la magnitud del descenso observado en el HEJCU dentro del rango descrito en países de ingresos altos y medios.

Similar a nuestros hallazgos, estudios europeos han descrito incrementos graduales comparables tras la fase inicial de confinamiento; Katrakazas et al. reportaron aumentos mensuales de colisiones del orden del 3–6% durante la reapertura progresiva en varios países (65). De manera similar, análisis de series temporales en contextos asiáticos y africanos muestran recuperaciones mensuales sostenidas tras la relajación de las restricciones, sin retorno inmediato a los niveles prepandémicos (66).

En el periodo de posrestricción pandémica, en el HEJCU se observó un patrón caracterizado por una desaceleración de la tendencia tras un periodo de recuperación. Este patrón ha sido descrito recientemente en estudios de Israel y Australia, donde las lesiones por tránsito alcanzaron niveles similares o superiores a los prepandémicos, pero con una reducción progresiva del crecimiento interanual estimada entre 5% y 8% (67).

En cuanto a las fluctuaciones observadas dentro del periodo de posrestricción pandémica, resulta pertinente contrastarlas con la ocurrencia de nuevas olas epidémicas de COVID-19 en el país. Durante este periodo, el Ministerio de Salud del Perú reconoció formalmente una única ola, la quinta, cuyo inicio se estableció en la semana epidemiológica 42 de 2022 y su finalización el 14 de febrero de 2023 (70). El incremento de contagios notificado en enero de 2024, atribuido a las reuniones de fin de año, no fue clasificado como una nueva ola por la autoridad sanitaria (71). Conviene precisar que la serie analizada corresponde a atenciones

por accidente de tránsito y no a casos de COVID-19, por lo que una ola epidémica no incrementaría directamente la frecuencia de accidentes; su eventual efecto sería más bien en sentido inverso, al reducir la circulación y la exposición vial durante los meses de mayor transmisión. En coherencia con ello, la serie no evidenció incrementos coincidentes con la quinta ola, sino un patrón de estabilización con leves oscilaciones, tal como reflejó el modelo segmentado al no identificar cambios significativos de nivel ni de pendiente en la posrestricción (p=0,669 y p=0,190). Por tanto, si bien no puede descartarse que la coincidencia temporal entre la quinta ola y la contención relativa de las atenciones a inicios de 2023 comparta un origen común en la conducta de movilidad de la población, el diseño del presente estudio no permite atribuir estas fluctuaciones a las olas epidémicas de manera causal, debiendo considerarse también la estacionalidad y la tendencia estructural del periodo.

Se menciona que, aunque los accidentes en auto mantuvieron la frecuencia más alta, su número cayó durante las restricciones por la pandemia. En contraste, los accidentes en moto se mantuvieron estables y los de bicicleta aumentaron de forma constante desde 2020, mostrando una transformación en la movilidad de la ciudad. Aunque la restricción por la pandemia redujo temporalmente la frecuencia de accidentes, la etapa posrestricción pandémica mostró un repunte importante, particularmente en accidentes en bicicleta. Este fenómeno revela cómo los cambios en la forma de movilizarnos no han sido acompañados del desarrollo necesario de infraestructura segura, dejando en mayor riesgo a los usuarios más vulnerables de las vías urbanas.

El análisis estratificado por sexo en el HEJCU, encontró que el impacto inicial de

las restricciones por la pandemia fue significativo en ambos sexos, aunque fue más pronunciado en mujeres. Los ingresos disminuyeron 30,1% en hombres (IRR=0,699) y 50,2% en mujeres (IRR=0,498), diferencia que resultó estadísticamente significativa. Posteriormente, durante el periodo de restricción por la pandemia, ambos grupos mostraron una recuperación progresiva de los casos, con incrementos mensuales de 1,7% en hombres y 2,7% en mujeres, sin diferencias significativas entre las pendientes de recuperación. En el periodo posrestricción pandémica no se observaron cambios significativos en ninguno de los sexos. En España, se ha descrito una reducción del 71% en accidentes involucrando varones frente a 58% en mujeres durante el confinamiento (64), mientras que revisiones internacionales confirman que los hombres concentran entre 60% y 70% de las víctimas de accidentes de tránsito, con mayor variabilidad temporal durante eventos disruptivos (62).

Todos los grupos etarios experimentaron una reducción inmediata y significativa de los ingresos al inicio de las restricciones por la pandemia en el HEJCU. El efecto más intenso se observó en los adultos mayores de 60 años, con una disminución del 72,1% (IRR=0,279), seguidos por los menores de 18 años (48,4%), los adultos jóvenes de 18 a 29 años (43,1%) y los adultos de 30 a 59 años (37,1%). Posteriormente, todos los grupos mostraron una recuperación progresiva durante el periodo de restricción pandémica, con incrementos mensuales entre 2,1% y 3,9%. En la etapa de posrestricción pandémica no se identificaron cambios significativos en la mayoría de grupos etarios, excepto en el grupo de 18 a 29 años, que presentó una ligera tendencia descendente de 1,3% mensual. Estudios en Canadá y Europa han reportado reducciones iniciales del 60–65% en estos grupos etarios, seguidas

de recuperaciones graduales tras la reapertura de las medidas restrictivas, lo que refleja su mayor exposición a desplazamientos laborales y actividades económicas (65,68).

La descomposición estacional STL mostró en el HEJCU una amplitud estacional de 63,9 atenciones mensuales, equivalente al 29,3% del promedio mensual de 216,6 atenciones, con una fuerza estacional baja (F_s=0,02). Este hallazgo indica que menos del 5% de la variabilidad total de la serie se explica por estacionalidad, mientras que la mayor proporción se asocia a cambios en la tendencia y a eventos disruptivos como la pandemia que generó las medidas restrictivas del Estado para su contención. Resultados similares han sido reportados en ciudades latinoamericanas, donde la estacionalidad explica una fracción menor de la variabilidad de los accidentes de tránsito, a diferencia de países de clima templado donde puede alcanzar hasta 20–25% (11).

Finalmente, sobre el quinto objetivo específico, desde un enfoque geográfico, 84% de los accidentes ocurrió dentro de Lima Metropolitana, la diferencia corresponde a pacientes referidos de otros departamentos a nivel nacional. Sobre Lima Metropolitana, los casos provinieron principalmente a Lima Centro y Lima Sur. Los mapas espaciales mostraron que los distritos de Chorrillos, Surco, San Juan de Miraflores y Barranco fueron puntos críticos durante todo el periodo. Esta distribución espacial observada también refleja el área de influencia del Hospital de Emergencias José Casimiro Ulloa. Aunque administrativamente el hospital se ubica en el distrito de Miraflores, perteneciente al sector Lima Centro según la clasificación del INEI, su proximidad inmediata con distritos de Lima Sur facilita la referencia de pacientes procedentes de Chorrillos, Santiago de Surco, San Juan

de Miraflores y Barranco, explicando la mayor frecuencia de atenciones originadas en estas jurisdicciones. Estos resultados coinciden con los reportes del Observatorio Nacional de Seguridad Vial (4), que han identificado múltiples puntos de alta siniestralidad en Lima Metropolitana y Callao, evidenciando que la concentración de accidentes no ocurre de manera aleatoria, sino en corredores urbanos con alta intensidad de tránsito.

En consonancia con Lyons et al. (2008), quienes demostraron que los registros policiales subestimaban la magnitud real de los accidentes en el Reino Unido frente a los registros hospitalarios, el presente estudio confirma el valor de las fuentes hospitalarias como instrumentos de vigilancia epidemiológica. En Lima, la falta de interoperabilidad entre los registros hospitalarios, policiales y de aseguradoras impide una comprensión integral del fenómeno, al igual que ocurría en los sistemas británicos antes de la integración de bases como STATS19 y TARN. La experiencia internacional refuerza la necesidad de un sistema multisectorial estandarizado que permita estimar con precisión la carga de morbilidad y diseñar políticas preventivas sostenibles (12).

Limitaciones

El presente estudio presenta ciertas limitaciones inherentes a su diseño y alcance. En primer lugar, al basarse exclusivamente en registros hospitalarios del HEJCU, los resultados no pueden extrapolarse a toda la población de Lima Metropolitana ni al conjunto del país. Asimismo, el uso de una base de datos administrativa de salud con fines no investigativos puede implicar subregistro, errores de codificación y variabilidad en la calidad de la información a lo largo del tiempo. Cabe resaltar que la informalidad por los usuarios, hospital e incluso de las autoridades en el registro

y manejo de accidentes de tránsito leves lleva al subregistro de los mismos en el sistema de salud y muchas veces son atendidos en centros de salud privados por lo que estos resultados no se pueden extrapolar a Lima Metropolitana. Así mismo, si bien el descenso de los accidentes de tránsito se ha encontrado en otras series temporales, existe también la posibilidad de que esto se deba a una variación en la frecuencia de la derivación a otros centros de salud ya sea por disponibilidad de camas, decisiones familiares o decisiones burocráticas más que reflejar un descenso real en la incidencia de accidentes.

Por otro lado, alrededor de 16% de pacientes fueron referidos de otro centro de salud los cuales no fueron incluidos en el análisis espacial restándole potencia estadística al análisis espacial. Algunas variables relevantes, como el consumo de alcohol o drogas, el uso de casco y cinturón de seguridad o el nivel socioeconómico, no pudieron incluirse por falta de registro sistemático, lo cual restringe el análisis de factores de riesgo conductuales.

Fortalezas

Pese a ello, el estudio posee fortalezas destacables. La serie temporal abarca un periodo amplio (2017–2024), con más de veinte mil casos documentados lo cual favorece su potencia estadística. Además, la incorporación de variables demográficas, clínicas, espaciales y estacionales permite una caracterización multidimensional del fenómeno, y la georreferenciación de los casos otorga un valor añadido al análisis epidemiológico al identificar con precisión las zonas de donde provienen los casos de siniestralidad urbana atendidos en el HEJCU. Del mismo modo, el uso de registros hospitalarios digitales ya que documenta de forma sistemática los casos que requirieron atención médica y permite estimar la carga

asistencial sobre los servicios de emergencia. A diferencia de los registros policiales, que dependen de la notificación del evento y pueden subestimar accidentes que no son denunciados o que no requieren intervención policial, los registros hospitalarios ofrecen información clínica detallada sobre los pacientes atendidos. Asimismo, nuestro estudio se distingue por presentar un mayor número de gráficos y análisis específicos de cada dimensión evaluada, lo que enriquece la comprensión del lector y aporta una interpretación más profunda y visual del comportamiento epidemiológico, superando en detalle y nivel de análisis a diversos estudios nacionales e internacionales previamente publicados sobre el tema.

Implicancias

Las implicancias de estos hallazgos son relevantes para la gestión de los servicios de emergencia y la planificación hospitalaria. Los resultados evidencian que las restricciones de movimiento por la COVID 19 se asociaron con un cambio estructural en los patrones de incidencia de los accidentes de tránsito. En este contexto, la información generada por el HEJCU constituye una fuente de evidencia útil para comprender el comportamiento temporal y geográfico de los accidentes de tránsito en su población de referencia, pudiendo contribuir a la planificación de estrategias de prevención, la asignación de recursos y la organización de la atención en establecimientos hospitalarios de características similares.

Asimismo, los resultados demuestran el valor de los registros hospitalarios digitales para describir los patrones temporales, demográficos y geográficos de los accidentes de tránsito atendidos en un hospital de emergencias, constituyendo una fuente de información útil para la vigilancia epidemiológica y la planificación de los servicios de salud.

VII. CONCLUSIONES

El análisis de los ingresos por accidentes de tránsito en el Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa" entre 2017 y 2024 permitió cumplir los objetivos planteados, aportando una descripción integral de sus características demográficas, clínicas, temporales y espaciales como se describe a continuación:

- En el HEJCU, los accidentes de tránsito atendidos afectaron principalmente a hombres y adultos en edad productiva, quienes además mostraron los mayores cambios en la frecuencia de atenciones asociados a las restricciones de movilidad durante la pandemia. Los resultados evidencian diferencias según sexo y edad en la dinámica temporal de los accidentes, así como una importante proporción de pacientes sin cobertura financiera para la atención, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias preventivas y de protección social dirigidas a los grupos más vulnerables.
- Respecto a las características clínicas y condiciones de atención, los accidentes automovilísticos fueron los más frecuentes, seguidos por los de motocicleta y bicicleta, con un incremento progresivo de estos últimos en los años recientes. La mayoría de los casos correspondió a lesiones leves, principalmente contusiones, esguinces y heridas, con estancias hospitalarias breves y altas médicas favorables en más del 90% de los pacientes, lo que confirma el rol del HEJCU como un centro especializado en atención de urgencias y emergencias inmediatas.
- Desde el punto de vista temporal, en el HEJCU, a la pandemia y a las restricciones de desplazamiento y cuarentenas se siguió una disminución abrupta de los ingresos por accidentes de tránsito en el hospital, continuada de

una recuperación gradual durante los meses posteriores. Este efecto fue más intenso en mujeres y adultos mayores, mientras que el periodo posrestricción pandémica no generó cambios adicionales relevantes en la tendencia general de los casos. La descomposición estacional mediante STL confirmó que, si bien existe un patrón anual recurrente, la mayor parte de la variabilidad observada se explicó por cambios en la tendencia y por eventos disruptivos, más que por la estacionalidad propiamente dicha.

- Finalmente, el análisis espacial mostró una concentración persistente de accidentes de tránsito en el HEJCU provenientes de distritos del sur y sur-centro de Lima Metropolitana, particularmente en Chorrillos y Santiago de Surco, con una expansión progresiva hacia distritos periféricos como San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo y San Juan de Lurigancho en el periodo posrestricción pandémica (distritos que adolecen de oferta de servicios de salud hospitalarios especializados del tercer nivel de atención). Este patrón se mantuvo tanto para los accidentes automovilísticos como para los de motocicleta y bicicleta, identificando áreas críticas que requieren intervenciones focalizadas de prevención, fiscalización y planificación urbana.

VIII. RECOMENDACIONES

Los resultados de este estudio, al provenir de un único establecimiento de referencia en emergencias, deben ser interpretados en el marco de su área de influencia directa, es decir un establecimiento de salud categoría III-E de emergencias. En ese sentido, se recomienda que las estrategias de prevención y control de accidentes de tránsito se diseñen considerando las características específicas de la población que acude al Hospital de Emergencias "José Casimiro Ulloa", evitando generalizaciones a otros contextos urbanos o regiones del país sin evidencia adicional. No obstante, los patrones identificados pueden servir como insumo preliminar para la planificación de intervenciones locales focalizadas.

Los hombres y las personas en edad productiva concentraron la mayor carga de atenciones y mostraron mayor sensibilidad a los cambios en la movilidad urbana. No obstante, dado que el presente estudio se basa en la frecuencia de casos atendidos y no dispone de un denominador poblacional de exposición vial, no es posible determinar si esta mayor concentración de casos masculinos responde a un mayor riesgo individual o, más bien, a una mayor exposición de los varones al tránsito. En consecuencia, se recomienda orientar las acciones preventivas hacia los grupos que concentran la mayor carga asistencial dentro del ámbito territorial atendido por el HEJCU, sin asumir a priori que la intervención deba dirigirse exclusivamente al sexo masculino. Estas acciones podrían incluir campañas de sensibilización, fiscalización del cumplimiento de las normas de tránsito y programas de educación vial orientados a conductores y usuarios frecuentes de la vía pública. Asimismo, se sugiere que futuros estudios incorporen estimaciones de exposición —por ejemplo, encuestas de movilidad o datos de kilómetros recorridos

por sexo— que permitan calcular tasas de incidencia ajustadas y focalizar las intervenciones con mayor precisión.

El incremento sostenido de los accidentes en motocicleta y bicicleta, particularmente durante los periodos de restricción pandémica y de posrestricción pandémica, sugiere la necesidad de implementar intervenciones específicas para usuarios vulnerables de la vía. Se recomienda promover medidas de seguridad adaptadas a estos medios de transporte, así como mejorar la infraestructura vial local, como ciclovías seguras y señalización adecuada, especialmente en los distritos con mayor concentración de casos atendidos en el HEJCU. Los hallazgos del presente estudio sugieren la necesidad de fortalecer la gestión institucional de los accidentes de tránsito mediante la implementación de herramientas de planificación, vigilancia y preparación asistencial basadas en evidencia. En este sentido, se recomienda desarrollar planes de gestión específicos, sistemas permanentes de monitoreo epidemiológico y estrategias de preparación ante incrementos estacionales de la demanda, con el fin de optimizar la asignación de recursos, mejorar la capacidad de respuesta hospitalaria y fortalecer la toma de decisiones orientada a la atención de pacientes víctimas de accidentes de tránsito.

La concentración espacial persistente de accidentes en distritos del sur y sur-centro de Lima Metropolitana indica la conveniencia de reforzar la fiscalización del tránsito y las acciones de seguridad vial en estas zonas. Se recomienda que las autoridades locales utilicen la evidencia generada por este estudio para orientar intervenciones territoriales específicas, tales como controles de velocidad, mejoras en la gestión del tránsito y adecuaciones urbanas en puntos críticos, reconociendo que estos hallazgos reflejan principalmente los flujos de atención hacia el HEJCU.

Desde una perspectiva de gestión sanitaria, se recomienda incorporar de manera sistemática el análisis de series temporales, la regresión segmentada y la descomposición estacional en los sistemas de vigilancia institucional de lesiones por tránsito. Estas herramientas permitirían detectar oportunamente cambios estructurales asociados a eventos disruptivos, como emergencias sanitarias o modificaciones en la movilidad urbana, y optimizar la planificación de recursos asistenciales en el hospital.

Se recomienda desarrollar estudios multicéntricos y de base poblacional que integren información de otros establecimientos de salud y fuentes externas, como registros policiales y de transporte. Esto permitiría contrastar y ampliar los patrones temporales y espaciales observados, evaluar la validez externa de los resultados y fortalecer la evidencia disponible para la formulación de políticas públicas de seguridad vial a nivel metropolitano y nacional.

En conjunto, las recomendaciones precedentes pueden integrarse en función de los distintos actores llamados a beneficiarse de esta evidencia, respetando el ámbito institucional, territorial y poblacional del presente estudio. En el nivel hospitalario, el HEJCU constituye el principal destinatario, al poder incorporar el análisis de series temporales, la regresión segmentada y la descomposición estacional a su vigilancia institucional, así como fortalecer la preparación asistencial ante variaciones de la demanda. En el nivel de la red de servicios, las Direcciones de Redes Integradas de Salud de Lima Sur y Lima Centro pueden articular la información de este y otros establecimientos de su jurisdicción para construir una vigilancia territorial de las lesiones por tránsito que oriente la organización de la oferta y la referencia de pacientes. En el nivel de gobierno local, las

municipalidades de los distritos que concentran la mayor carga de casos atendidos —particularmente en Lima Sur y Centro— pueden emplear estos hallazgos como insumo preliminar para focalizar acciones de seguridad vial de su competencia, reconociendo que representan flujos de atención hospitalaria y no la totalidad de la siniestralidad distrital. Finalmente, aunque un estudio de fuente única no permite sustentar recomendaciones normativas de alcance nacional, sí evidencia la conveniencia de replantear la forma en que se genera la información y se toman las decisiones sobre lesiones por tránsito, avanzando hacia la interoperabilidad de los registros hospitalarios, policiales, del SOAT y de transporte, de manera que la vigilancia deje de depender de fuentes aisladas y permita estimar la incidencia real como base para políticas públicas basadas en evidencia.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chand A, Jayesh S, Bhasi AB. Road traffic accidents: An overview of data sources, analysis techniques and contributing factors. Mater Today Proc. 1 de enero de 2021; International Conference on Sustainable materials, Manufacturing and Renewable Technologies 202147:5135-41. doi:10.1016/j.matpr.2021.05.415
2. Ahmed K. Children suffered record levels of violence in conflict zones in 2024, UN report shows. The Guardian [Internet]. 20 de junio de 2025 [citado 12 de agosto de 2025]. Disponible en: https://www.theguardian.com/global-development/2025/jun/20/violence-against-c hildren-conflict-zones-un-report
3. Jadaan K, Al-Braizat E, Al-Rafayah S, Gammoh H, Abukhalil Y. Traffic Safety in Developed and Developing Countries: A Comparative Analysis. J Traffic Logist Eng. 1 de enero de 2018;1-5. doi:10.18178/jtle.6.1.1-5
4. Rodriguez W. Plan Anual de Prevención, Fiscalización, Seguimiento y Evaluación de la SUTRAN 2023 [Plan Anual]. Lima, Perú: SUTRAN. Report No.: Resolución de Superintendencia N.° D000032-2023-SUTRAN-SP.
5. Ministerio de Salud del Perú. Prioridades Nacionales en Salud 2024-2030 [Internet]. PERU: MINISTERIO DE SALUD [Resolucion ministerial]. Lima, Perú: MINSA; 2024. Report No.: Resolución Ministerial N.° 184-2024-MINSA.

6. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Política Nacional Multisectorial de Seguridad Vial 2023 - 2030 [Decreto]. Lima, Perú: MTC; 2024. Report No.: Decreto Supremo N.° 009-2023-MTC.
7. Sala de lesiones por accidentes de tránsito [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/ent/Sala-Lesiones.html
8. Goldman S, Cohen-Manheim I, Radomislensky I, Savitsky B, Israel Trauma Group, Bodas M. Demographic and injury trends for car crash casualties hospitalized in Level I Trauma centers over two decades: data from the National Trauma Registry. Isr J Health Policy Res. 29 de mayo de 2024;13(1):27. doi:10.1186/s13584-024-00613-z PubMed PMID: 38811996; PubMed Central PMCID: PMC11135010.
9. Kourouma K, Delamou A, Lamah L, Camara BS, Kolie D, Sidibé S, et al. Frequency, characteristics and hospital outcomes of road traffic accidents and their victims in Guinea: a three-year retrospective study from 2015 to 2017. BMC Public Health. 31 de julio de 2019;19(1):1022. doi:10.1186/s12889-019-7341-9
10. Paixão LMMM, Gontijo ED, Drumond E de F, Friche AA de L, Caiaffa WT. Acidentes de trânsito em Belo Horizonte: o que revelam três diferentes fontes de informações, 2008 a 2010. Rev Bras Epidemiol. 2015;18:108-22. doi:https://doi.org/10.1590/1980-5497201500010009
11. Gill M, Goldacre MJ. Seasonal variation in hospital admission for road traffic injuries in England: analysis of hospital statistics. Inj Prev J Int Soc Child Adolesc Inj Prev. diciembre de 2009;15(6):374-8.

doi:10.1136/ip.2009.021675 PubMed PMID: 19959728.

12. Lyons R, Ward H, Brunt H, Macey S, Thoreau R, Bodger O, et al. Using multiple datasets to understand trends in serious road traffic casualties. Accid Anal Prev. 1 de agosto de 2008;40:1406-10. doi:10.1016/j.aap.2008.03.011
13. Choquehuanca-Vilca V, Cárdenas-García F, Collazos-Carhuay J, Mendoza-Valladolid W. Perfil epidemiológico de los accidentes de tránsito en el Perú, 2005-2009. Rev Peru Med Exp Salud Publica. junio de 2010;27(2):162-9.
14. Biasutto SN, Espósito E, Parisi SA. Enfoque anatomo-clínico de las lesiones en situación de emergencia urbana. Anatomic-clinical approach of injuries in urban emergency. Rev Argent Anatomía Clínica. 2010;2(2):62-71. doi:10.31051/1852.8023.v2.n2.13878
15. Montero G. Mortalidad por accidentes de tránsito: su determinación social. Distrito Metropolitano de Quito, 2013. Rev Cienc Salud. 19 de mayo de 2020;18:1-20. doi:10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.9134
16. Montero-Salgado JP, Muñoz-Sanz J, Arenas-Ramírez B, Alén-Cordero C. Identification of the Mechanical Failure Factors with Potential Influencing Road Accidents in Ecuador. Int J Environ Res Public Health. enero de 2022;19(13):7787. doi:10.3390/ijerph19137787
17. Livia J, Ortiz M, Rodríguez S. La evaluación psicológica del conductor de vehículos motorizados: preocupación para la salud pública y la psicología en el Perú. Cátedra Villarreal Vol 3 No 1 2015 Cátedra Villarreal. 2014. doi:10.24039/cv20153149

18. Jara OB, Rivera UB, Sánchez YA, Cruz GS, Ugarte JLD. Accident rate and degree of consistency on roads in a mountainous area of Perú: Siniestralidad y grado de consistencia en las carreteras de una zona montañosa de Perú. South Fla J Dev. 15 de octubre de 2021;2(5). doi:10.46932/sfjdv2n5-035
19. Qiu L, Nixon WA. Effects of Adverse Weather on Traffic Crashes: Systematic Review and Meta-Analysis. Transp Res Rec. 1 de enero de 2008;2055(1):139-46. doi:10.3141/2055-16
20. Lobo A, Ferreira S, Iglesias I, Couto A. Urban Road Crashes and Weather Conditions: Untangling the Effects. Sustainability. enero de 2019;11(11):3176. doi:10.3390/su11113176
21. Betancur LFR, Arizala JA. Evolución de la siniestralidad de personas que se transportan en moto en la ciudad de Medellín, Colombia en el periodo 2008-2014. Univ Salud. 29 de abril de 2016;18(1):79-87. doi:10.22267/rus.161801.21
22. Majdan M, Mauritz W, Wilbacher I, Janciak I, Brazinova A, Rusnak M, et al. Traumatic brain injuries caused by traffic accidents in five European countries: outcome and public health consequences. Eur J Public Health. agosto de 2013;23(4):682-7. doi:10.1093/eurpub/cks074 PubMed PMID: 22689382.
23. Aygencel G, Karamercan M, Ergin M, Telatar G. Review of traffic accident cases presenting to an adult emergency service in Turkey. J Forensic Leg Med. enero de 2008;15(1):1-6. doi:10.1016/j.jflm.2007.05.005 PubMed PMID: 18096508.

24. Van Belleghem G, Van Deynse H, Devos S, Huysmans E, Hubloue I, Lauwaert D, et al. Health care utilization after hospitalization following a road traffic accident. Disabil Rehabil. junio de 2020;42(11):1599-606. doi:10.1080/09638288.2018.1531152 PubMed PMID: 30616397.
25. Lozano R, Fullman N, Abate D, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Measuring progress from 1990 to 2017 and projecting attainment to 2030 of the health-related Sustainable Development Goals for 195 countries and territories: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. The Lancet. 10 de noviembre de 2018;392(10159):2091-138. doi:10.1016/S0140-6736(18)32281-5 PubMed PMID: 30496107.
26. Seguridad vial - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 26 de abril de 2024]. Disponible en: https://www.paho.org/es/temas/seguridad-vial
27. World Health Organization. https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/ [Internet]. 2018. Global Status Report on Road Safety 2018. Disponible en: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/
28. He JY, Xiao WX, Schwebel DC, Zhu MT, Ning PS, Li L, et al. Road traffic injury mortality and morbidity by country development status, 2011-2017. Chin J Traumatol. marzo de 2021;24(2):88-93. doi:10.1016/j.cjtee.2021.01.007 PubMed PMID: 33526264; PubMed Central PMCID: PMC8071733.
29. World Health Organization.

https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_english.pdf?ua=1 [Internet]. Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020. Disponible en: https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/plan_english.pdf?ua=1

30. Chang FR, Huang HL, Schwebel DC, Chan AHS, Hu GQ. Global road traffic injury statistics: Challenges, mechanisms and solutions. Chin J Traumatol Zhonghua Chuang Shang Za Zhi. agosto de 2020;23(4):216-8. doi:10.1016/j.cjtee.2020.06.001 PubMed PMID: 32680705; PubMed Central PMCID: PMC7451583.
31. Giummarra MJ, Beck B, Gabbe BJ. Classification of road traffic injury collision characteristics using text mining analysis: Implications for road injury prevention. PloS One. 2021; 16(1): e0245636. doi:10.1371/journal.pone.0245636 PubMed PMID: 33503030; PubMed Central PMCID: PMC7840051.
32. Dindi K, Bachani D, Singhal M, Singh AR. Road traffic injuries: Epidemiology, challenges and initiatives in India. Natl Med J India. 2019;32(2):113-7. doi:10.4103/0970-258X.275355 PubMed PMID: 31939412.
33. Jiang B, Liang S, Peng ZR, Cong H, Levy M, Cheng Q, et al. Transport and public health in China: the road to a healthy future. The Lancet. 14 de octubre de 2017;390(10104):1781-91. doi:10.1016/S0140-6736(17)31958-X PubMed PMID: 29047445.
34. Salud S de. gob.mx [Internet]. [citado 16 de octubre de 2025]. Informe sobre la situación de la seguridad vial, México 2022. Disponible en:

http://www.gob.mx/salud/documentos/informe-sobre-la-situacion-de-la-seguridad-vial-mexico-2022?state=published

35. Defensoría del pueblo. Reporte Defensorial de accidentes de tránsito N° 01- Abril 2023 [Reporte defensorial]. Perú: Defensoría del Pueblo; abril de 2023. Report No.: 01.
36. Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías (SUTRAN), Ministerio de Transporte y comunicaciones. Reportes estadísticos de siniestros viales 2022. Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones; 2022. Report No.
37. Hardes G, Gibberd RW, Lam P, Callcott R, Dobson AJ, Leeder SR. Effects of random breath testing on hospital admissions of traffic-accident casualties in the Hunter Health Region. Med J Aust. 10 de junio de 1985;142(12):625-6. doi:10.5694/j.1326-5377.1985.tb113552.x PubMed PMID: 4000035.
38. Gill M, Goldacre MJ, Yeates DGR. Changes in safety on England's roads: analysis of hospital statistics. BMJ. 8 de julio de 2006;333(7558):73. doi:10.1136/bmj.38883.593831.4F PubMed PMID: 16798753; PubMed Central PMCID: PMC1489232.
39. Saavedra-Camacho JL, Iglesias-Osores S, Alcántara-Mimbela M, Córdova-Rojas L, Johana Acosta-Quiroz. Accidentes de tránsito en el Perú, 2012-2018: un problema de importancia para estudiar: Traffic accidents in Peru, 2012-2018: an important problem to study. Rev Exp En Med Hosp Reg Lambayeque. 30 de marzo de 2023;9(1):14-7.
40. Miranda JJ, López-Rivera LA, Quistberg DA, Rosales-Mayor E,

Gianella C, Paca-Palao A, et al. Epidemiology of road traffic incidents in Peru 1973-2008: incidence, mortality, and fatality. PloS One. 2014;9(6):e99662. doi:10.1371/journal.pone.0099662 PubMed PMID: 24927195; PubMed Central PMCID: PMC4057259.

41. Tavris DR, Kuhn EM, Layde PM. Age and gender patterns in motor vehicle crash injuries: importance of type of crash and occupant role. Accid Anal Prev. marzo de 2001;33(2):167-72. doi:10.1016/s0001-4575(00)00027-0 PubMed PMID: 11204886.
42. Gorge J, Alsufyani L, Almefreh G, Aljuhani S, Almutairi L, Al Babtain I, et al. The age and gender distribution of patients admitted following nonfatal road traffic accidents in Riyadh: A cross-sectional study. Int J Crit Illn Inj Sci.2020;10(2):76-80. doi:10.4103/IJCIIS.IJCIIS_16_19 PubMed PMID: 32904484; PubMed Central PMCID: PMC7456288.
43. Shen S, Neyens DM. The effects of age, gender, and crash types on drivers' injury-related health care costs. Accid Anal Prev. abril de 2015;77:82-90. doi:10.1016/j.aap.2015.01.014 PubMed PMID: 25700126.
44. Akerstedt T, Kecklund G. Age, gender and early morning highway accidents. J Sleep Res. junio de 2001;10(2):105-10. doi:10.1046/j.1365-2869.2001.00248.x PubMed PMID: 11422724.
45. Claret PL, Castillo J de DL del, Moleón JJJ, Cavanillas AB, Martín MG, Vargas RG. Age and sex differences in the risk of causing vehicle collisions in Spain, 1990 to 1999. Accid Anal Prev. marzo de 2003;35(2):261-72. doi:10.1016/s0001-4575(02)00004-0 PubMed

PMID: 12504147.

46. Akgül Karadana G, Metin Aksu N, Akkaş M, Akman C, Üzümcügil A, Özmen MM. The epidemiology and cost analysis of patients presented to Emergency Department following traffic accidents. Med Sci Monit Int Med J Exp Clin Res. 9 de diciembre de 2013;19:1125-30. doi:10.12659/MSM.889539 PubMed PMID: 24316815; PubMed Central PMCID: PMC3867490.
47. Chelly H, Bahloul M, Ammar R, Dhouib A, Mahfoudh KB, Boudawara MZ, et al. Clinical characteristics and prognosis of traumatic head injury following road traffic accidents admitted in ICU «analysis of 694 cases». Eur J Trauma Emerg Surg Off Publ Eur Trauma Soc. abril de 2019;45(2):245-53. doi:10.1007/s00068-017-0885-4 PubMed PMID: 29234838.
48. Noh-rae, Eunyong Lee. The Clinical Study on 34 Admission Patients due to Sequela of Traffic Accident. J Pharmacopuncture. 2006;9(2):129-34.
49. Ringgren KB, Mills EHA, Christensen EF, Mortensen RN, Torp-Pedersen C, Kragholm KH. Mortality and return to work in patients transported by emergency ambulance after involvement in a traffic accident. BMC Emerg Med.

12 de noviembre de 2020;20(1):90. doi:10.1186/s12873-020-00382-3 PubMed PMID: 33183237; PubMed Central PMCID: PMC7659079.

50. Lai HC, Chien WC, Chung CH, Lee WL, Wang KY, Liu CN, et al. Atrial fibrillation increases medical cost and complicates hospital outcome of traffic accident-related physical trauma--a nationwide population-based

study. Int J Cardiol. 20 de diciembre de 2014;177(3):964-9. doi:10.1016/j.ijcard.2014.09.190 PubMed PMID: 25449508.

51. Alghnam S, Palta M, Hamedani A, Alkelya M, Remington PL, Durkin MS. Predicting in-hospital death among patients injured in traffic crashes in Saudi Arabia. Injury. 1 de noviembre de 2014;45(11):1693-9. doi:10.1016/j.injury.2014.05.029
52. Weygandt PL, Losonczy LI, Schneider EB, Kisat MT, Licatino LK, Cornwell EE, et al. Disparities in mortality after blunt injury: Does insurance type matter? J Surg Res. octubre de 2012;177(2):288-94. doi:10.1016/j.jss.2012.07.003 PubMed PMID: 22858381; PubMed Central PMCID: PMC3989534.
53. Manrique Roque LG. Análisis de la frecuencia y severidad de siniestros como determinantes del valor del certificado contra accidentes de tránsito (CAT) en Arequipa año 2021. 2023.
54. Hinostroza Oscanoa GW. Incumplimiento de normas emitidas para cubrir accidentes de tránsito en Huancayo año 2013. Univ Cont [Internet]. 2019 [citado 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6959
55. Instituto Nacional de Estadistica e Informatica. Encuesta Nacional de Hogares [Informe]. Peru: INEI; 2026.
56. Road Safety Statistics for 2024: Progress continues amid persistent challenges - Mobility and Transport [Internet]. [citado 19 de marzo de 2026]. Disponible en: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/road-safety-statistics-2024-progress-continues-amid-

persistent-challenges-2025-10-17_en

57. Pińskwar I, Choryński A, Graczyk D. Good weather for a ride (or not?): how weather conditions impact road accidents — a case study from Wielkopolska (Poland). Int J Biometeorol. 1 de febrero de 2024;68(2):317-31. doi:10.1007/s00484-023-02592-3
58. Forum IT. Road Safety Annual Report 2021: The Impact of Covid-19. Road Saf Annu Rep. 20 de diciembre de 2021;2021. doi:10.1787/9cefe972-en
59. Gong Y, Lu P, Yang XT. Impact of COVID-19 on traffic safety from the "Lockdown" to the "New Normal": A case study of Utah. Accid Anal Prev. mayo de 2023;184:106995. doi:10.1016/j.aap.2023.106995 PubMed PMID: 36746064; PubMed Central PMCID: PMC9892340.
60. Cullen P, Möller H, Woodward M, Senserrick T, Boufous S, Rogers K, et al. Are there sex differences in crash and crash-related injury between men and women? A 13-year cohort study of young drivers in Australia. SSM - Popul Health. junio de 2021;14:100816. doi:10.1016/j.ssmph.2021.100816 PubMed PMID: 34041353; PubMed Central PMCID: PMC8141461.
61. Sayyed A, Sabet CJ, Tamirisa K, Lowder E, McKegg PC, Shu HJ, et al. Sex-specific Trends in Incidence and Mortality of Pedestrian Road Injuries in Azerbaijan, 1990–2021: Findings from the Global Burden of Disease Study. J Orthop Traumatol Rehabil. diciembre de 2025;17(2):70. doi:10.4103/jotr.jotr_100_24
62. Yasin YJ, Grivna M, Abu-Zidan FM. Global impact of COVID-19 pandemic on road traffic collisions. World J Emerg Surg WJES. 28 de septiembre de 2021;16(1):51. doi:10.1186/s13017-021-00395-8 PubMed

PMID: 34583713; PubMed Central PMCID: PMC8478263.

63. Valent F. Road traffic accidents in Italy during COVID-19. Traffic Inj Prev. 2022;23(4):193-7. doi:10.1080/15389588.2022.2047956 PubMed PMID: 35319317.
64. Saladié Ò, Bustamante E, Gutiérrez A. COVID-19 lockdown and reduction of traffic accidents in Tarragona province, Spain. Transp Res Interdiscip Perspect. 1 de noviembre de 2020;8:100218. doi:10.1016/j.trip.2020.100218
65. Katrakazas C, Michelaraki E, Sekadakis M, Yannis G. A descriptive analysis of the effect of the COVID-19 pandemic on driving behavior and road safety. Transp Res Interdiscip Perspect. 1 de septiembre de 2020;7:100186. doi:10.1016/j.trip.2020.100186
66. Islam T, Sagor MS, Tamanna NT, Bappy MKI, Danishuddin, Haque MA, et al. Exploring the Immunological Role of the Microbial Composition of the Appendix and the Associated Risks of Appendectomies. J Pers Med. marzo de 2025;15(3):112. doi:10.3390/jpm15030112
67. Lee J, Liu H, Abdel-Aty M. Changes in traffic crash patterns: Before and after the outbreak of COVID-19 in Florida. Accid Anal Prev. septiembre de 2023;190:107187. doi:10.1016/j.aap.2023.107187 PubMed PMID: 37364361; PubMed Central PMCID: PMC10284453.
68. Beck MJ, Hensher DA. What might the changing incidence of Working from Home (WFH) tell us about future transport and land use agendas. Transp Rev. 4 de mayo de 2021;41(3):257-61. doi:10.1080/01441647.2020.1848141

69. Banju-Ngam R, Ichikawa M, Pattanarattanamolee R, Nakahara S. Road traffic safety for older adults: an emerging public health challenge in Thailand. Inj Prev. 29 de agosto de 2024;31. doi:10.1136/ip-2024-045241
70. Ministerio de Salud del Perú, Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades (CDC Perú). Minsa declara el fin de la quinta ola de la COVID-19 en el país [Internet]. Lima: MINSA; 15 de febrero de 2023 [citado el 19 de julio de 2026]. Disponible en: https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/699852
71. Instituto Nacional de Salud del Perú. Incremento de casos de COVID-19 a nivel nacional asociado a las reuniones de fin de año 2023 [Internet]. Lima: INS; enero de 2024 [citado el 19 de julio de 2026].

X. ANEXOS

ANEXO 1 Resumen de comparación de modelos candidatos

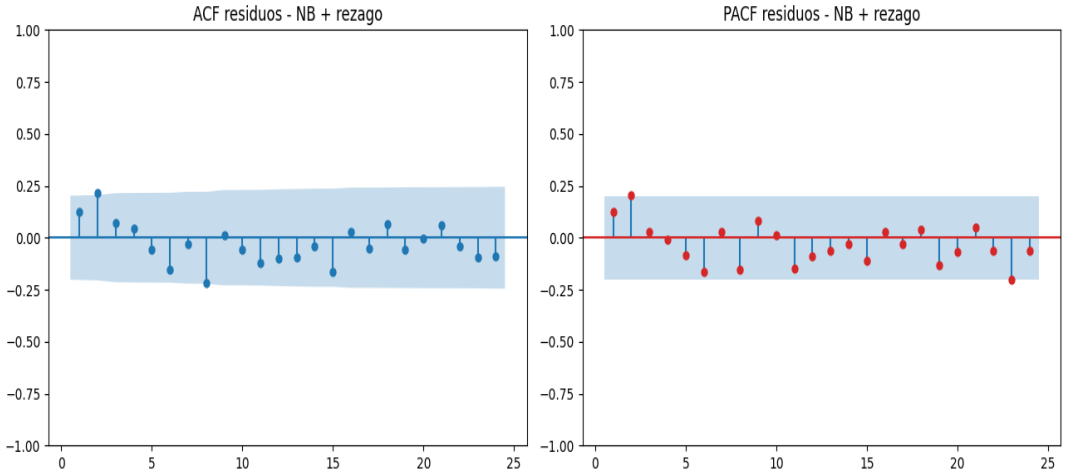
Modelo	**AIC**	**RMSE**	**Dispersión**	**Durbin – Watson**	**Ljung-Box p, lag 12**
Binomial Negativo + lag-1	956.01	27.92	0.98	1.74	0.127
Binomial Negativo + Fourier + lag-1	958.08	27.71	1.02	1.73	0.054
Binomial Negativo + Fourier	984.27	30.23	1.05	0.93	<0.001
Binomial Negativo base	984.47	30.74	1.02	0.90	<0.001
Poisson + Fourier	1184.21	28.66	5.11	1.03	<0.001
Poisson	1201.95	29.44	5.23	1.00	<0.001

Nota. Se compararon los modelos mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC), la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE), el parámetro de dispersión, el estadístico de Durbin–Watson y la prueba de Ljung–Box (rezago 12). Menores valores de AIC y RMSE indican mejor desempeño del modelo; una dispersión cercana a 1 sugiere un ajuste adecuado, un estadístico de Durbin–Watson próximo a 2 indica independencia de los residuos y un valor de **p > 0.05** en la prueba de Ljung–Box evidencia ausencia de autocorrelación residual significativa.

ANEXO 2. Evaluación gráfica de la autocorrelación residual

En el gráfico se muestra la evaluación gráfica de los residuos mediante función de autocorrelación (ACF) y función de autocorrelación parcial (PACF) del modelo segmentado inicial, el que presenta autocorrelación residual en los primeros rezagos, principalmente en el rezago 1. Tras incorporar el término de rezago de primer orden en el modelo binomial negativo, las autocorrelaciones residuales disminuyeron considerablemente y se ubicaron mayormente dentro de las bandas de confianza. Este comportamiento fue consistente con el estadístico de Durbin-Watson del modelo final (DW=1,74) y con la prueba de Ljung-Box al rezago 12 que no fue significativa (p=1,127). Los gráficos ACF y PACF muestran que el modelo final redujo la autocorrelación residual. La mayor parte de las autocorrelaciones se encuentra dentro de las bandas de confianza, sin un patrón sistemático persistente.

Gráficos de ACF y PACF de los residuos del modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden.



ANEXO 3: Ajuste de modelo de regresión binomial negativo según sexo

El ajuste diagnóstico del modelo de regresión binomial negativo según sexo mostró un estadístico de Durbin-Watson de 1,75, lo que sugiere una reducción de la autocorrelación residual de primer orden. La prueba de Ljung-Box no fue significativa al rezago 1, pero sí mostró evidencia de autocorrelación residual en rezagos más altos, por lo que, los resultados deben interpretarse considerando que puede persistir cierta dependencia temporal no explicada completamente por el modelo.

El ajuste gráfico del modelo binomial negativo segmentado con rezago de primer orden e interacción por sexo mostró una adecuada correspondencia entre los conteos observados y los valores ajustados tanto en hombres como en mujeres.

Métrica	Valor
N° de observaciones	188
AIC	1642.54
Dispersión	0.01
Durbin Watson	1.75
Ljung_Box p-lag 1	0.10
Ljung_Box p-lag 6	0.03
Ljung_Box p-lag 12	0.01

ANEXO 3: Ajuste de modelo de regresión binomial negativo según edad

El modelo incluyó 376 observaciones, correspondientes a los conteos mensuales por grupo etario después de incorporar el rezago de primer orden. La elección de la distribución binomial negativa fue respaldada por la presencia de sobredispersión, con un parámetro de dispersión significativo alfa igual a 0.0175. El modelo presentó un AIC de 2749.25.

En cuanto a la autocorrelación residual, el estadístico de Durbin-Watson fue 1.91, valor cercano a 2, lo que sugiere una adecuada reducción de la autocorrelación de primer orden. Sin embargo, las pruebas de Ljung-Box fueron significativas en rezagos más altos, por lo que puede persistir cierta dependencia temporal residual en rezagos largos.

Métrica	Valor
N° de observaciones	376
AIC	2749.25
Dispersión	0.0175
Durbin Watson	1.91
Ljung_Box p-lag 6	0.006
Ljung_Box p-lag 12	<0.001