

Identificación diaria de zonas de incidencia de robo a transeúntes en la Ciudad de México durante el 2020 y su empleo para estimar escenarios de corto plazo

Daniela Delgado Andrés¹

Rodrigo Huitrón Rodríguez²

Luis Ricardo Manzano Solís³

Resumen

El presente documento explora las bases de la lógica del algoritmo de Bosque Aleatorio (Random Forest) aplicado en un SIG, empleando el análisis de regresión múltiple y método de consenso, el cual comprende las bases del machine learning para lograr identificar escenarios de incidencia del delito de robo a transeúntes en el corto plazo (cada día). Para lo cual se analizó el comportamiento diario del delito de robo a transeúntes en la Ciudad de México durante el 2020, empleando un 80% de datos diarios para el modelo y un 20% de los mismos para la validación. Con base en el modelo conceptual que señala que el escenario para el robo de transeúnte combina oportunidad, objetivo y motivación, se emplearon datos de robos a transeúnte, actividad económica, narcomenudeo y patrullaje. Entre los principales resultados destaca la predicción de zonas donde hay altas probabilidades de que suceda un delito, sin embargo, al validar con los datos reales hay una sobreestimación de esta predicción y para el caso donde hay muy bajas posibilidades que ocurra el delito se confirma al analizar los datos registrados. Tras la experiencia se puede concluir que el modelo cumple con el objetivo de predecir zonas de baja o alta probabilidad de incidencia del delito de robo en la Ciudad, no obstante, debe realizarse un ajuste pues al ser comparados con los datos reales existen discrepancias.

Conceptos clave: Robo transeúntes, random forest, predicción.

Introducción

En México el robo a transeúnte, de acuerdo al Código Penal Federal, se encuentra dentro de los delitos del fuero común (aquellos que afectan directamente a las personas en lo individual), y de acuerdo al Código Penal Para el Distrito Federal define al robo como aquel acto *que con ánimo de dominio y sin consentimiento de quien legalmente pueda otorgarlo, se apodere de una cosa mueble ajena*, en este caso de aquella persona que transita o pasa por un lugar.

El problema de robo a transeúntes afecta a las personas, tanto en lo individual como en lo colectivo. En un estudio realizado en 2004 en Chile por Carbonell Ma y Carvajal A., muestran evidencia que cuando un individuo sufre un asalto presenta una serie de reacciones

¹ Maestra en Análisis Espacial y Geoinformática. Universidad Autónoma del Estado de México. geo.dda10@gmail.com.

² Doctor en Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México. huitronrr@gmail.com.

³ Doctor en Ciencias del Agua. Universidad Autónoma del Estado de México. lrmanzanos@uaemex.mx.

a nivel psicológico y fisiológico debido a la vivencia de amenaza a la integridad personal, pues se experimenta el riesgo de perder la vida o sufrir lesiones físicas. Así mismo, en 1991 Breslau, Davis, Andreski y Peterson (citados en Carbonell y Carvajal, 2004) encontraron que 22.6% de los sujetos expuestos a un asalto desarrollan un trastorno por estrés postraumático. En cuanto a lo colectivo, el miedo por ser víctima de un delito lleva a nuevas configuraciones espaciales, pues la población tomará precauciones espaciales, como evitar de ciertos sitios o no salir después del anochecer, trayendo consigo afectaciones a comercios localizados en dichas zonas. Así mismo, ello puede llevar a una marginación de ciertos grupos poblacionales desencadenando una posición débil en redes sociales amplificada por el miedo al delito (Koskela, 2011).

El problema de robo no solo afecta a América Latina, de acuerdo con un reporte publicado en Julio de 2020 por Statista.com, los países europeos con mayor incidencia de robos para el 2018 se encontraba Bélgica, España y Portugal. Mientras que a nivel nacional de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para 2018 la Ciudad de México ocupaba el primer lugar de robo a transeúnte, con 69 casos por cada 100 mil habitantes y en segundo lugar el Estado de México, con quien limita la Ciudad de México.

La necesidad de dar solución a este problema debe adquirir mayor relevancia ya que los resultados a mediano y largo plazo pueden desencadenar mayores afectaciones. Tales como aumento en homicidios, pues en países como Estados Unidos las estadísticas indican que los delincuentes atacan físicamente a aproximadamente la mitad de las víctimas de robo, y alrededor del 20% terminan en atención médica. En 2005, el FBI estimó que alrededor del 6% de todos los asesinatos estaban relacionados con robos (Monk, Heinonen y Eck, 2010).

Al no lograr la disminución de robo a transeúntes, el barrio o las calles donde ocurren se van caracterizando por dicho delito, por lo que la ocurrencia es con mayor frecuencia, desencadenando repercusiones económicas en la zona, debido a que los peatones son un factor importante para garantizar una economía local dinámica (Sinnott, Chatterjee y Cavill, 2011). Dicho problema se da ya que la delincuencia influye en las decisiones que toman los individuos con respecto a dónde viven, compran y trabajan. La percepción de la delincuencia y el riesgo de victimización ahuyentan a los consumidores, haciendo que los negocios sean potencialmente menos rentables, lo que a largo plazo origina desempleo en la zona, reducción de nuevos negocios y de servicios personales, y esto a su vez provoca disminución en el valor de las propiedades de la zona (Janke, Propper y Shield, 2016).

En países Europeos, tales como Países Bajos, se han implementado acciones que han favorecido a la disminución de los robos. Dichas medidas consideran la participación ciudadana y la coordinación con las autoridades. En el caso de la Ciudad de México a partir del 2019 se ha iniciado una estrategia similar, llevando a cabo reuniones para analizar la incidencia del día anterior y posteriormente direccionar las acciones y el despliegue policial para prevenir la comisión de este tipo de delito, para ello se basan en aquellos sitios con mayor frecuencia de eventos de acuerdo con la georreferencia del delito. Así mismo, se han desarrollado herramientas que muestren el grado de incidencia delictiva, tales como "Semáforo delictivo", "Mapa delictivo, *El Universal* y "Cartografía participativa en Roma"; sin embargo, son plataformas que al ingresar a ellas se ven olvidadas, pues no es posible encontrar datos actualizados o solo se limitan a una zona en particular.

Hasta ahora, el plan implementado por la Secretaría de Seguridad de la Ciudad de México para el combate al robo a transeúntes se centra en la georreferenciación de las averiguaciones previas de robos y a partir de sus resultados se programan los recorridos de la policía. En este sentido, el plan seguido es de corte reactivo, es decir se actúa cuando ya se ha llevado a cabo el delito, y esto reduce la posibilidad de mitigar el problema, ya que un gran número de víctimas no denuncia. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2020, en los 92.4% de los delitos no hubo denuncia ya que se considera como una pérdida de tiempo.

Para lo cual en la presente investigación se plantea identificar el comportamiento espacial diario del delito de robo a transeúntes durante el año 2020 para proponer escenarios de zonas de incidencia, todo desde la perspectiva del análisis geográfico, para lo cual los Sistemas de Información Geográfica representarán una herramienta importante para el análisis y resultado de la información contenida, pues una de las ventajas del sistema de seguridad de la Ciudad de México es contar con datos diarios georreferenciados de 2020, que pueden ser aprovechados con este propósito.

Antecedentes

El fenómeno del delito de robo analizado desde el área geoespacial en el extranjero ha tenido importantes avances, pues las investigaciones han sido desarrolladas no solo para diseñar estrategias reactivas sino preventivas, identificando en un primer momento una serie de características sociales, económicas y físicas del entorno donde se desarrollan.

Como primer antecedente Vázquez y Soto (2013), describen la importancia del uso del mapa delincencial, los tipos de cartografía que pueden ser desarrollados y cómo éstos pueden contribuir en la representación del delito para posteriores análisis, así como dar solución al fenómeno delincencial. Adicionalmente se concluye que, si bien es cierto que coadyuvan en el análisis y planteamientos de nuevas hipótesis, el mapa delincencial requiere de más elementos y/o técnicas de análisis que permitan la prevención del delito.

Dicho lo anterior, la presente investigación se retomarán métodos y técnicas antes mencionadas con el fin de lograr una propuesta que permita la identificación de áreas con posible aumento de la incidencia de robo a transeúntes en la Ciudad de México a partir del uso de las herramientas geotecnológicas.

Dentro de las técnicas más aplicadas se encuentra el análisis del coeficiente de correlación de Pearson, para conocer el grado de dependencia de las características socioeconómicas, principalmente, con el delito de robo. Posteriormente se emplea la técnica de puntos calientes o también llamados Hot-spots con el objetivo de identificar las zonas con altas probabilidades de que suceda el delito a partir del comportamiento de las variables identificadas. Sin embargo, para el caso de México se encuentra un área poco explorada desde el punto de vista geoespacial y esta es la predicción, que contribuya en la prevención del delito de robo, pues de las investigaciones consultadas, los objetivos se centran en identificar las características poblacionales y económicas que dan lugar al delito de robo, en este caso se emplea la técnica de Hot-spots limitando su potencial en solo la identificación de las áreas con mayor concentración del fenómeno delictivo.

Dentro de las investigaciones realizadas en el extranjero, destaca la desarrollada por Chainey, Tompson y Uhlig (2008), donde se analiza el comportamiento del delito en la zona norte y centro de la Ciudad de Londres, para los periodos de 2002 a 2003. Los fenómenos analizados fueron robo residencial, robo callejero, robo de vehículo y la hora en la que se suscitó el fenómeno. Se eligieron tres técnicas de mapeo de puntos calientes (Hot-Spots). Estas técnicas fueron elipses espaciales, mapeo temático de áreas fronterizas y mapa temático de cuadrícula, dentro de los principales resultados, se muestra que los mapas de puntos críticos de delincuencia callejera tienen una mayor capacidad para predecir el futuro criminal.

Un estudio realizado en Reino Unido por Tompson (2015), muestra las tendencias del robo callejero en dicho país, para lo cual describe una serie de características de este delito, así como los elementos que intervienen para su presencia. Una de las características del delincuente es que en su mayoría son jóvenes (menores de 30 años) y varones. En algunos lugares parece haber una mayor representación de personas de minorías étnicas y entornos desfavorecidos. Desde la perspectiva del delincuente, se favorece el robo callejero por ser rápido y rentable: pues genera dinero en efectivo y bienes. Se encontró que en gran medida toman decisiones racionales en el evento delictivo, basadas en un razonamiento de costo-beneficio. En cuanto a las víctimas, los delincuentes prefieren a las víctimas a las que pueden intimidar, someter o dominar y en la mayoría de los casos buscan a una víctima que probablemente sea complaciente. Las víctimas de robos tienden a ser clasificadas como jóvenes (menores de 30 años). Otro de los resultados es la identificación en el aumento de la proporción de víctimas en edad escolar, respecto a los lugares con mayor vulnerabilidad a tener mayor presencia delictiva son pequeñas y están bien diferenciadas, los negocios que permanecen abiertos hasta tarde y que realizan mayoritariamente transacciones en efectivo o que proporcionan cobertura u oportunidades para merodear a los delincuentes potenciales (paradas de autobús, las estaciones de tren, los cajeros automáticos) pueden aumentar el riesgo de que se produzcan robos. También se comprobó que los robos se concentran en entorno a los mercados de drogas y ocurre con mayor frecuencia al final de la tarde y la noche, que están ligadas a actividades recreativas que pueden atraer a personas que han consumido alcohol y sustancias ilegales.

En investigaciones desarrolladas en México, podemos encontrar la elaborada por Fuentes y Sánchez (2017), quienes tuvieron como objetivo analizar la relación espacial entre el robo a transeúntes y el contexto sociodemográfico en las delegaciones Benito Juárez, Coyoacán y Cuauhtémoc de la Ciudad de México en el año 2010. En primer lugar, se realizó un análisis exploratorio de datos espaciales para determinar si había agrupamientos de delitos y si eran estadísticamente significativos. En segundo lugar, se desarrolló el método de regresión espacial estimada con mínimos cuadrados ordinarios para determinar la relación espacial de los robos a transeúntes con las características sociodemográficas del contexto urbano. Considerando como variables independientes; densidad de población, población masculina de 18 a 24 años, grado de escolaridad, porcentaje de uso de suelo en actividades de comercio y servicios, la densidad de cámaras de video vigilancia, estaciones de trasbordo de transporte público e infraestructura educativa. Los resultados obtenidos muestran que el uso de suelo no residencial, las estaciones de trasbordo de transporte público y el porcentaje de población masculina de 18 a 24 años incrementan significativamente las oportunidades para ser objeto de un robo a transeúntes, mientras que la densidad de

población, grado de escolaridad y la densidad de cámaras de vigilancia tiene una relación negativa con dicho delito. Dentro de esta investigación se recalca la necesidad de desarrollar herramientas para la prevención del delito, ya que solo se han concentrado en enfoques reactivos.

Entre las investigaciones con mayor profundidad en su análisis, debido al uso de diversos modelos espaciales para el análisis de sus variables se encuentra el caso del espacio intraurbano de Tijuana, Baja California desarrollada por Romero (2012). Dentro de dicho estudio se retoman una serie de características socioeconómicas relacionadas con la incidencia delictiva, donde se presenta resultados en los que se determina que el desempleo, índice de marginación, densidad de población, índice sociodemográfico, índice de centralidad y porcentaje de viviendas deshabitadas, mantienen una relación significativa con la densidad de delitos en particular con robo con violencia y de autos. El Índice de Moran se empleó para medir la tendencia de los valores similares a agrupaciones en el espacio y hasta qué punto las áreas con altos niveles de delincuencia estaban cerca de otras áreas de alta incidencia delictiva y, de la misma forma qué zonas de poca incidencia delictiva están rodeadas de zonas donde la incidencia del fenómeno es muy baja o nula. En ese sentido el método espacial contribuyó a identificar la relación que existe entre la criminalidad y las variables económicas, sociodemográficas y urbanas en las diferentes áreas de la ciudad de Tijuana. Así mismo, se encontró evidencia estadística de que el robo con violencia y el robo de autos responden a determinantes heterogéneos, como los económicos, sociodemográficos y urbanos. A mayor tasa de desempleo mayor nivel de criminalidad. Las áreas con mayor dinamismo económico y las áreas con ingresos altos se convierten en puntos esenciales para los criminales potenciales que se dedican al robo con violencia y al robo de autos.

Fundamento teórico

La Geografía ha cobrado relevancia pues se ha demostrado que a partir de la cartografía y las herramientas geotecnológicas, los fenómenos ya no solo se visualizan solo de forma estática, logrando con ello mejores resultados en su análisis, pues pueden ser vistos desde otra perspectiva, logrando generar un aumento en la complejidad de su investigación obteniendo resultados más certeros ya que se agregan aquellos elementos relacionados con el fenómeno, logrando un acercamiento mayor a la realidad. Ello y la relación con otras disciplinas ha permitido que elementos fundamentales del núcleo geográfico cobre relevancia, pudiendo hablar de cambios de paradigmas, pues con la ayuda de las geotecnologías se muestra un gran avance en la participación en aspectos como la criminalidad.

La presente investigación parte de la *geografía sistémica*, la cual tiene como contexto a la Teoría General de Sistemas enunciada por Ludwig Von Bertalanffy. Se retoma el enfoque holístico e integrador y la posibilidad de abordar al espacio geográfico como un sistema (reconociendo elementos o subsistemas, conexiones, organización interna, entre otros aspectos) (Cuadra, 2014). En este caso, cada uno de los elementos en el espacio, o consideradas variables como son las características económicas, juegan un papel en la estructura espacial para lo cual se pretende identificar las relaciones entre sí para dar lugar al fenómeno del robo a transeúntes.

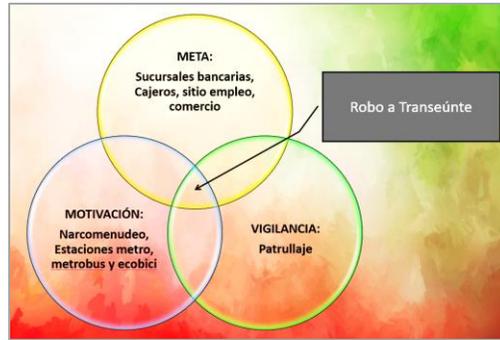
Así mismo, es retomado el enfoque cuantitativo, o geografía cuantitativa, pues ésta a partir de sus técnicas y procedimientos objetivos, con un vocabulario lógico-matemático universal sustentado en la estadística y la probabilidad con la capacidad de elaborar modelos permitirá desarrollar el análisis del comportamiento delincencial y las múltiples variables involucradas a fin de obtener un modelo que permita la identificación de escenarios futuros delincuenciales (Cuadra, 2014).

Por otro lado, lograr descifrar aquellas características específicas que llevan a cometer un delito resulta complejo, pues pueden existir elementos psicológicos, económicos o sociales, sin embargo de los estudios previamente realizados se puede explicar que el crimen de la calle tiene carácter situacional, esto es, se distribuye en el espacio y en el tiempo, es decir, es resultado de la presencia de problemas sociales que se desarrollan en el espacio. Existen consideraciones teóricas que se basan en el hecho de que algunas de las causas del delito pueden explicarse a partir de las oportunidades existentes en el ambiente físico (Clarke, 1997 en Calvillo Saldaña, 2014). Mientras que otras como la *Teoría de la elección racional*, la cual sugiere que, el robo suele ser un evento de bajo riesgo y alta recompensa, por lo que cualquier persona puede cometer un delito al determinar que es mayor el beneficio que el costo (Fritz, 2007 en Calvillo Saldaña, 2014).

De igual manera, se propone un enfoque de las *actividades rutinarias* el cual argumenta que el crimen ocurre cuando confluyen tres elementos: una meta apropiada, un delincuente motivado y la falta de un guardián adecuado (Fritz, 2007 en Calvillo Saldaña, 2014). Para la presente investigación este enfoque es retomado y complementado con las Escuelas del Pensamiento que han hecho aportes al tema delincencial, tales como la Escuela Cartográfica y la de Chicago. La Escuela Cartográfica fue la primera en desarrollar mapas delincuenciales, donde las investigaciones se centraban en la localización del delito, identificando principalmente las variaciones regionales e interurbanas del crimen, donde se daba a conocer las diferencias existentes entre el medio rural y el medio urbano, considerando a la delincuencia un fenómeno de trascendencia urbana (Sanz, 1999). Mientras que la Escuela de Chicago, inicia con la identificación de la relación entre las características sociales y económicas con la delincuencia, de donde surgen teorías como la *desorganización social*, desarrollada por Shaw y Mckay sugiere que las zonas centrales de la ciudad, las más desorganizadas, son las que producen la mayor parte de la delincuencia juvenil, mientras que en las zonas periféricas el número de delitos es mucho menor (Hiernaux y Lindón, 2006).

De lo anterior se propone el siguiente diagrama (ilustración 1), en donde se unen las tres principales bases teóricas y se clasifican las variables que cumplen con las características de cada elemento.

Ilustración 1. Diagrama de factores que inciden en el delito de robo a transeúntes.



Existen determinados factores ecológicos, entre los que destacan la pobreza, la movilidad, la multiculturalidad y la degradación física del espacio urbano. Así mismo se pudo observar que las zonas de transición son las que aglutinan una mayor cantidad de criminalidad juvenil, ya que dichos espacios poseen una menor capacidad de control sobre los comportamientos desviados, (Hiernaux & Lindón, 2006).

Vale la pena destacar que el análisis de los delitos ha atravesado por diversas etapas, pues con el tiempo el desarrollo tecnológico ha impactado en esta área de investigación. Así, el uso de la cartografía en los análisis delincuenciales ha ido desde el uso de chinchetas para la localización de los delitos hasta el uso de software. Adicionalmente, la cantidad de datos cada vez es más robusta, lo cual facilita un análisis más profundo del fenómeno delincencial con herramientas que permitan la captura, procesamiento y análisis del fenómeno de robo a transeúntes. En este caso, para ello las geotecnologías cobran relevancia pues no solo son herramientas de procesamiento y análisis, sino que pueden convertirse en el elemento principal para la toma de decisiones en el combate y prevención de robo a transeúntes, pues ya hay un proceso previo que puede ser empleado como el sustento teórico para validar su aplicabilidad, ello y complementado con una serie de procedimientos metodológicos aporta credibilidad a dichos instrumentos.

Materiales y métodos

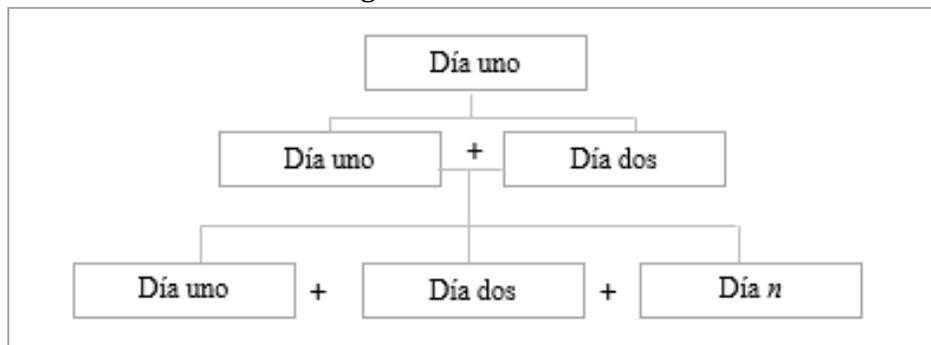
La Ciudad de México es la capital de México, se localiza al centro del país y cuenta con una superficie de 1495 km² y está conformada de 16 Alcaldías. Limita al sur con el estado de Morelos, al norte, este y oeste con el estado de México, con quien forma la Zona Metropolitana de Valle de México (ilustración 2). De acuerdo con datos del censo de población y vivienda 2020, la Ciudad de México es la segunda entidad con el mayor número de población, con 9.2 millones de habitantes, su gran dinámica poblacional y su actividad económica permite que la entidad aporte el 16.1% del Producto Interno Bruto total nacional (INEGI, 2020), concentrando la mayor población ocupada en el sector de servicios con 63.1% y con 19.5% en el subsector comercio (SEDECO, 2020).

Ilustración 2. Mapa de localización.



El método de análisis que se propone es explorar la técnica de Bosque Aleatorio o llamado en inglés Random Forest, el cual crea múltiples árboles de decisión y los combina para obtener una predicción más precisa y estable (“Bosque Aleatorios Regresión - Teoría,” 2019). En este caso el análisis se sugiere como el método de consenso, que asemeja el funcionamiento de las bases del Bosque Aleatorio. El cual fue empleado de la siguiente manera; teniendo el día uno se analiza el comportamiento del fenómeno, se realiza para el siguiente día agregando el comportamiento del día uno y dos, para el siguiente día se agrega el día uno, dos y día tres, esto de forma continua hasta llegar al día 366 (2020 fue un año bisiesto) (ilustración 3). De esta forma se van identificando las zonas donde existe mayor probabilidad que ocurra el fenómeno de acuerdo con las probabilidades de los días anteriores, lo cual va alimentando al sistema al acumular los datos históricos.

Ilustración 3. Diagrama de estructura de Consenso.



*n = días del año 2020, adquiriendo valores del 1 al 366.

Random Forest es un tipo de método de particionamiento recursivo, es decir, es un tipo de análisis multivariante cuyo propósito es la construcción de algoritmos de clasificación, especialmente útiles cuando hay un gran número de variables predictoras con relaciones complejas con el evento objeto de estudio, adecuado para pequeñas n y grandes p (pocos datos y muchas variables), (Georganos et al., 2021).

IDENTIFICACIÓN DIARIA DE ZONAS DE INCIDENCIA DE ROBO A TRANSEÚNTES EN LA CIUDAD DE MÉXICO DURANTE EL 2020 Y SU EMPLEO PARA ESTIMAR ESCENARIOS DE CORTO PLAZO

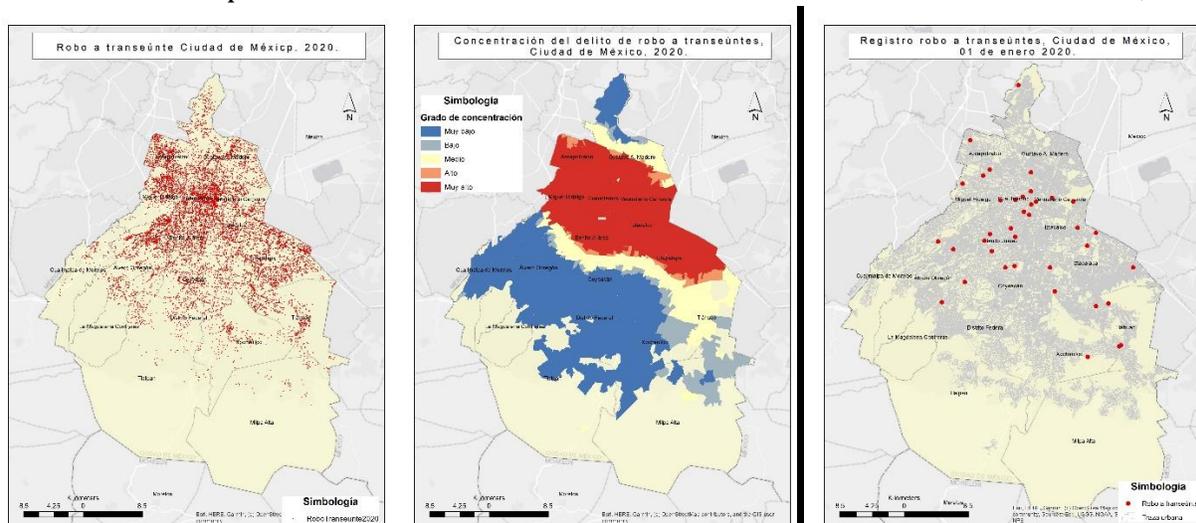
Se analiza el delito de robo a transeúntes para el año 2020 de la Ciudad de México, ya que el objetivo es llegar a la predicción de ocurrencia diario, para ello fue necesario realizar el análisis los 366 días que comprendió el año.

Las variables consideradas para el análisis, referentes a las actividades económicas se tomaron del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI del 2020, las cuales se clasificaron por características que comparten en común. Como se puede observar, gran parte de las variables se enfocan en las actividades económicas, retomadas de esta manera pues, implican la atracción de población en las que hay movimiento de capital, siendo el objeto de robo del delincuente. Mientras que las referentes a estaciones de transporte, concentran usuarios, volviéndolos vulnerables al atraco, así mismo, la teoría menciona que el robo a transeúntes puede estar relacionado con otros delitos, como lo es la venta de droga, por lo que se agrega las zonas identificadas como zonas de narcomenudeo. Tanto la variable dependiente como las independientes son de tipo puntual.

Comportamiento del delito en la Ciudad de México

En la figura 2 es posible observar el acumulado de robo a transeúntes del 2020, donde la zona centro, norte y este concentraron mayor parte de los robos, sin embargo, hay una pequeña diferenciación al representar el comportamiento diario, ya que no es posible identificar grandes concentraciones de incidentes (ilustración 4). Retomando los postulados de la Escuela Cartográfica, se confirma que los delitos de robo a transeúntes se presentan en mayor medida en la zona urbana, pues al sur de la entidad existe menor presencia del fenómeno y se concentra donde existe la mayor actividad económica siendo las alcaldías de Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo, Venustiano Carranza, Azcapotzalco, Iztacalco, Iztapalapa y Benito Juárez, indicando que son las áreas donde confluyen las características sociales y económicas que dan paso a más oportunidades para que el delincuente cometa el delito de robo.

Ilustración 4. Comportamiento del delito de robo a transeúntes en la Ciudad de México, 2020.

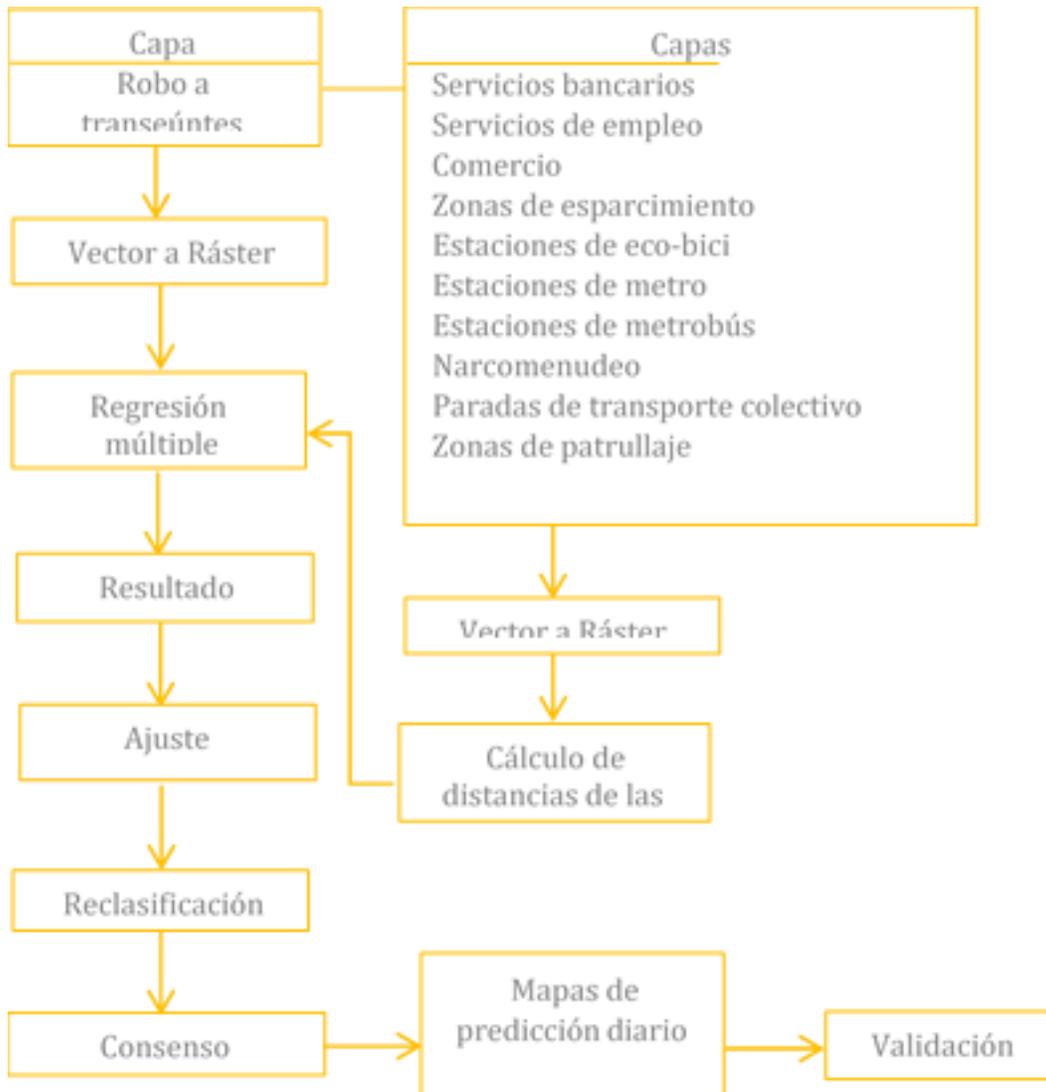


Fuente: Elaboración propia, con base a datos de la Secretaría de Seguridad Pública de la Ciudad de México.

Método

En el siguiente diagrama se muestra el proceso desarrollado por día para integrar en un primer momento los primeros 293 días y al realizar la validación finalmente se agregan el resto de los días, hasta concluir, en este caso los 366 días del 2020.

Ilustración 5. Método de análisis por día.



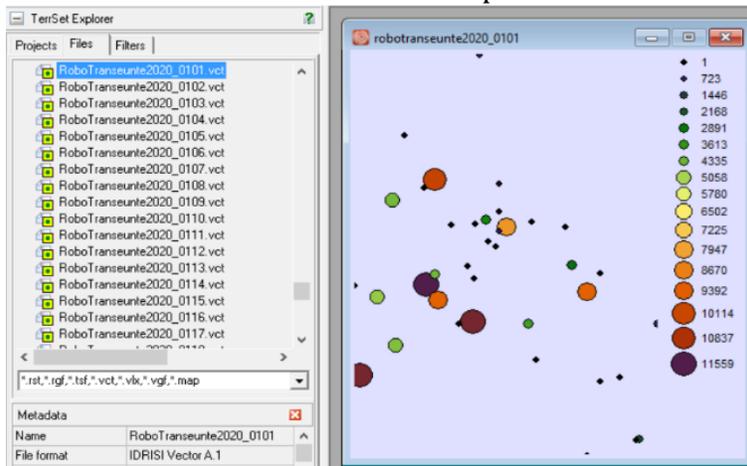
Con lo anterior, se buscó modelar en el SIG el modelo conceptual presentado en la ilustración 1, en donde aquellas zonas en las que confluyen los tres factores resultan ser las zonas más propensas al delito de robo a transeúnte:

Entradas

Variables dependientes: cada día del 1 de enero al 19 de octubre de 2020 (293 días, correspondiente al 80% de días del año):

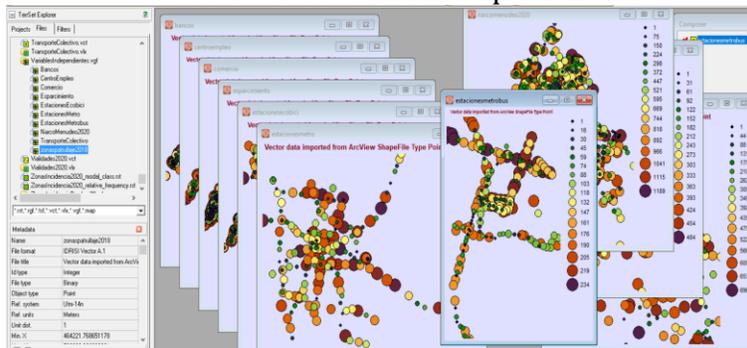
IDENTIFICACIÓN DIARIA DE ZONAS DE INCIDENCIA DE ROBO A TRANSEÚNTES EN LA CIUDAD DE MÉXICO DURANTE EL 2020 Y SU EMPLEO PARA ESTIMAR ESCENARIOS DE CORTO PLAZO

Ilustración 4. Variables dependientes.



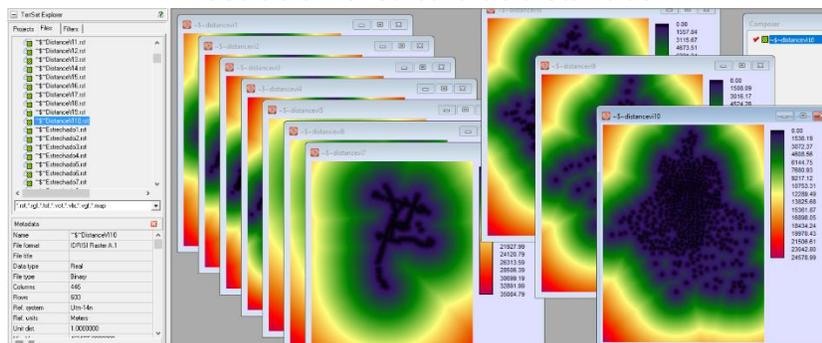
Las **variables independientes** fueron los elementos: Datos puntuales de bancos, centros de empleo, comercio, esparcimiento, estaciones de ecobici, metro y metrobús, narcomenudeo, transporte colectivo y zonas de patrullaje.

Ilustración 5. Variables independientes.



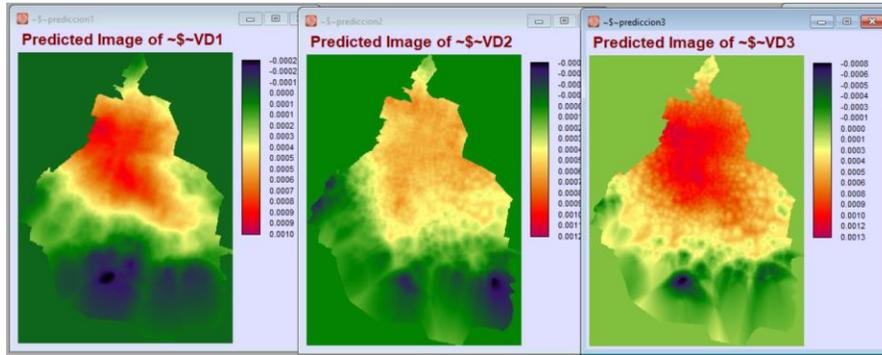
Sin embargo, lo que interesó fue la distancia de los casos de robo a cada uno de estos elementos:

Ilustración 6. Cálculo de distancias.



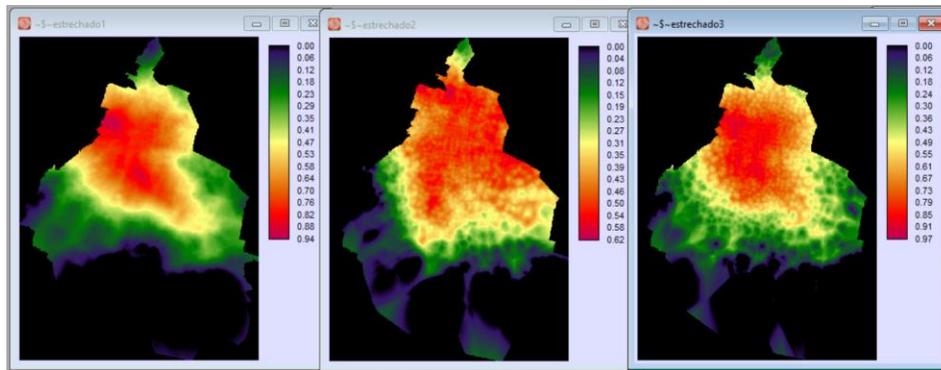
Posteriormente se calculó para cada día un modelo de regresión lineal múltiple entre la variable dependiente (casos de robo del día) y las variables independientes (distancias a los elementos). En total fueron 293 modelos. A continuación, se presentan los primeros tres días a manera de ejemplo:

Ilustración 7. Ejemplo de regresión lineal múltiple.



Se re-escalaron (normalizaron) los valores de las imágenes anteriores, es decir, se expande el rango de visualización entre los valores mínimo y máximo de la imagen (Chuvieco y Salas, 2016). Ello realizándose para que todas quedarán entre 0 y 1 y poderlas comparar entre sí (además de que se recortaron al límite de la Ciudad de México):

Ilustración 8. Ejemplo de resultado de la normalización.

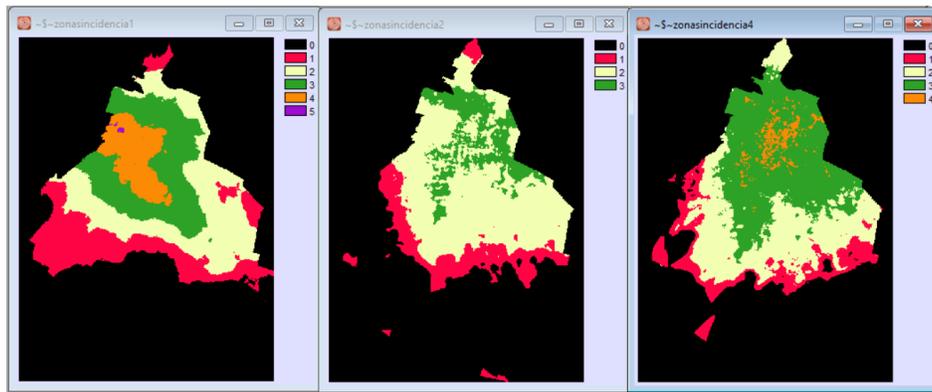


Se reclasificaron los valores de las 293 imágenes reescaladas según la siguiente categorización (subjettiva):

Tabla 1. Reclasificación.

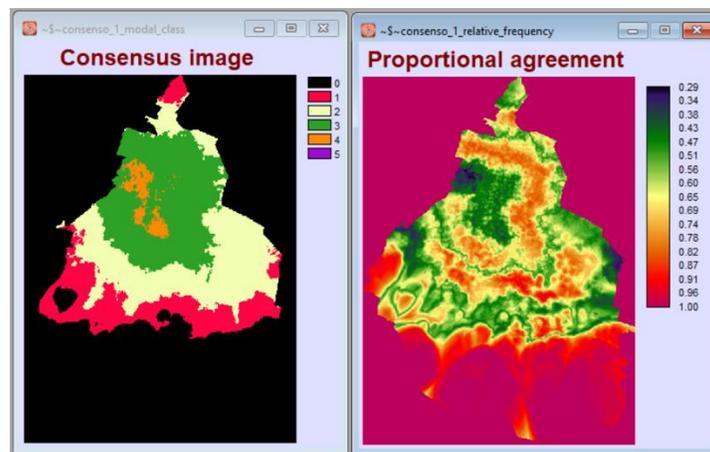
ID	Categoría	Mínimo	Máximo
0	Nulo	Desde 0	Hasta antes que 0.1
1	Mínimo	Desde 0.1	Hasta antes que 0.25
2	Medio bajo	Desde 0.25	Hasta antes que 0.5
3	Medio alto	Desde 0.5	Hasta antes que 0.75
4	Alto	Desde 0.75	Hasta antes que 0.9
5	Muy alto	Desde 0.9	Hasta 1

Ilustración 9. Ejemplo aplicando la reclasificación.



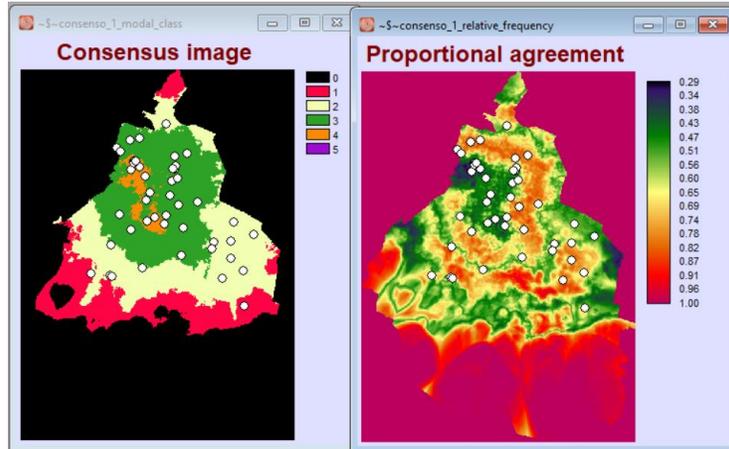
Una vez generadas las 293 capas reclasificadas, a las cuales se les denominó “Zonas de incidencia estimada”, dichas capas se integraron entre sí para saber cuál es la categoría que más se repite en cada uno de los pixeles, generando una imagen de consenso y otra de frecuencia relativa de dicho consenso. En la segunda imagen, el valor 1 indica que una categoría específica se repite en las 293 capas en ese mismo pixel, un valor de 0.5 que lo hace en la mitad de las capas del grupo, y así sucesivamente:

Ilustración 10. Ejemplo de zonas de incidencia.



Con la capa de consenso del día 1 al 293, se extrajo el número de casos de robo del día 294 (20 de octubre de 2020) para saber si el total de casos correspondía con la zona de incidencia estimada que se identificó:

Ilustración 11. Ejemplo de predicción vs casos reales.



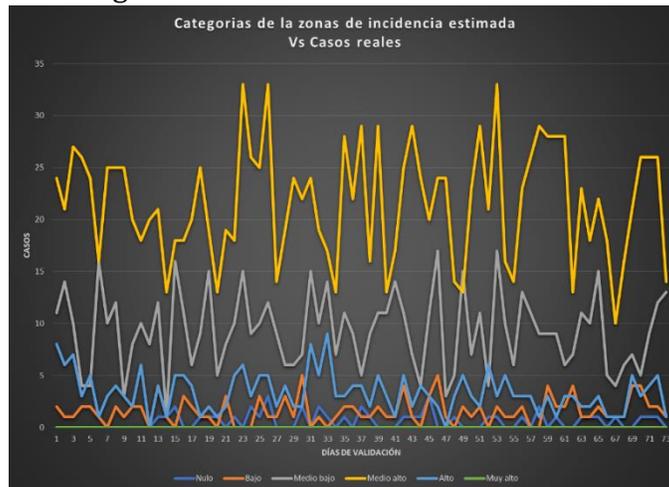
Repitiendo el proceso para el día 294: se le aplicó regresión lineal múltiple, se integró con las 293 imágenes previas, se calculó el consenso y frecuencia relativa, y se sobrepone los casos del día 295. Y así sucesivamente hasta llegar al día 366. Es decir, se fue integrando cada uno de los días que corresponden al 20% restante del año (73 días).

Resultados

Ilustración 12. Validación.

ID	Categoría	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30	D31
0	Nulo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	1	1	0	1	0	2	1	3	0	0	0	2	
1	Bajo	2	1	1	2	2	1	0	2	1	2	2	0	4	1	0	3	2	1	1	0	3	0	0	0	3	1	1	3	1	5	
2	Medio bajo	11	14	10	4	4	16	10	12	3	8	10	8	12	1	16	11	6	9	15	5	8	10	15	9	10	12	9	6	6	7	1
3	Medio alto	24	21	27	26	24	16	25	25	25	20	18	20	21	13	18	18	20	25	19	13	19	18	33	26	25	33	14	19	24	22	2
4	Alto	8	6	7	3	5	1	3	4	3	2	6	0	4	1	5	5	4	1	2	1	2	5	6	3	5	5	2	4	2	2	
5	Muy alto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Ilustración 13. Categorías de zona de incidencia estimada vs casos reales.

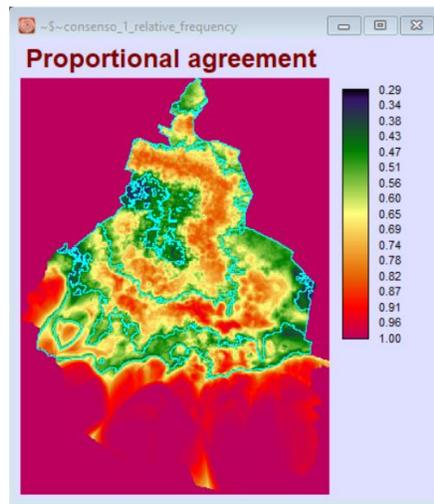


IDENTIFICACIÓN DIARIA DE ZONAS DE INCIDENCIA DE ROBO A TRANSEÚNTES EN LA CIUDAD DE MÉXICO DURANTE EL 2020 Y SU EMPLEO PARA ESTIMAR ESCENARIOS DE CORTO PLAZO

Adicionalmente, se extrae la frecuencia mínima, media y máxima en cada zona de incidencia estimada. De modo tal que se puede ver cuál es la clase de zona de incidencia estimada que más se repite (o que tiene mayor probabilidad de ocurrencia):

El resultado al analizar el grado de incidencia de los 73 días, muestra que es más frecuente encontrar zonas con grado de “medio alto” a que ocurra el robo a transeúnte, seguido “medio bajo”, mientras que las zonas con “nulo” se presenta con nula o mínima presencia. El resultado indica gran coincidencia en que los eventos en las zonas puedan ocurrir pues las frecuencias incrementan entre los grados de medio bajo a alto, aunque en menor medida y esto al ser comparado con los casos reales, lo corroboran.

Ilustración 14. Frecuencia del consenso.

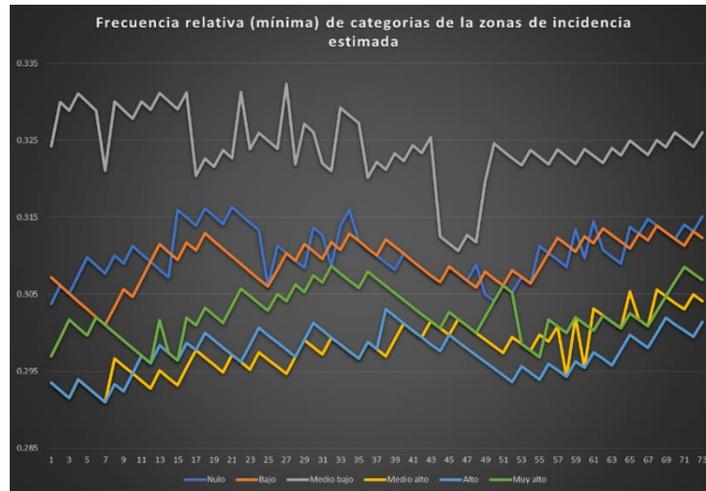


Frecuencia mínima dentro de cada zona en cada día de validación (días 294 a 366):

Ilustración 15. Ejemplo de frecuencia mínima diaria.

ID	Categoría	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	Nulo	0.3037543	0.3061225	0.3050847	0.3074324	0.3097643	0.3087248	0.3
1	Bajo	0.3071672	0.3061225	0.3050847	0.3040541	0.3030303	0.3020134	0.3
2	Medio bajo	0.3242321	0.329932	0.3288136	0.3310811	0.3299663	0.3288591	0.3
3	Medio alto	0.2935154	0.292517	0.2915254	0.2939189	0.2929293	0.2919463	0.2
4	Alto	0.2935154	0.292517	0.2915254	0.2939189	0.2929293	0.2919463	0.2
5	Muy alto	0.2969283	0.2993197	0.3016949	0.3006757	0.2996633	0.3020134	0.3

Ilustración 16. Frecuencia relativa mínima.



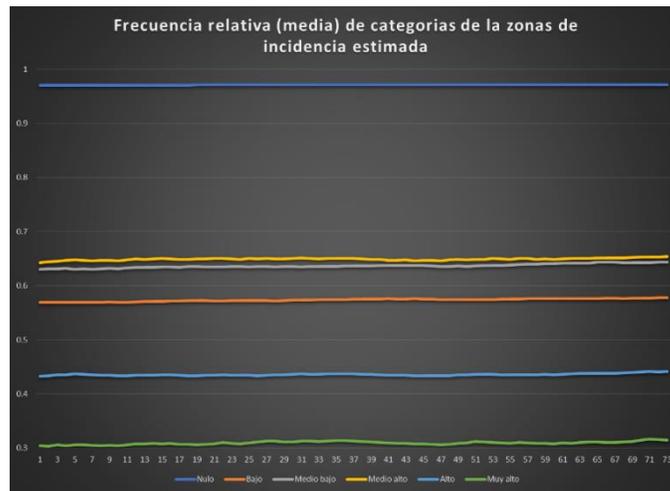
Respecto a la frecuencia mínima de los días que se emplearon para validar el modelo muestra que hay zonas en las que es posible que se hayan identificado zonas con probabilidad a que ocurra el robo a transeúntes, sin embargo, la probabilidad es baja, en comparación con los 73 días de validación.

Frecuencia Media dentro de cada zona en cada día de validación (días 294 a 366):

Ilustración 17. Ejemplo de frecuencia diaria media.

ID	Categoría	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	Nulo	0.9701777	0.9702426	0.9702376	0.9702501	0.9701976	0.9701875	0.9
1	Bajo	0.5688725	0.5691619	0.569371	0.5693855	0.5694048	0.5687438	0.
2	Medio bajo	0.6304991	0.6309137	0.6311596	0.6316698	0.6306437	0.6308401	0.6
3	Medio alto	0.6428165	0.6443377	0.6452958	0.6472915	0.6478448	0.6471251	0.6
4	Alto	0.4328144	0.4337812	0.434986	0.4354106	0.4366401	0.4364364	0.4
5	Muy alto	0.3037543	0.303099	0.3054614	0.3044294	0.3060606	0.305742	0.3

Ilustración 18. Frecuencia relativa media.



IDENTIFICACIÓN DIARIA DE ZONAS DE INCIDENCIA DE ROBO A TRANSEÚNTES EN LA CIUDAD DE MÉXICO DURANTE EL 2020 Y SU EMPLEO PARA ESTIMAR ESCENARIOS DE CORTO PLAZO

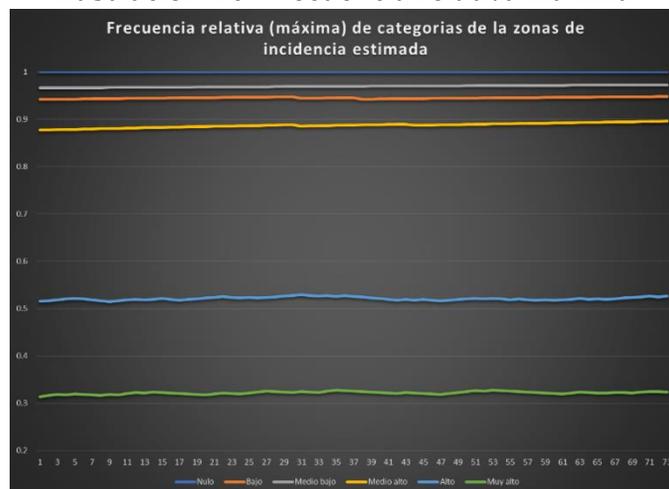
Frecuencia Máxima dentro de cada zona en cada día de validación (días 294 a 366):

En la frecuencia media podemos ver que hay una tendencia clara en su comportamiento, en zonas donde se predice “nula” presencia del delito, la posibilidad de que ocurra un hecho es poco probable pues los valores son muy cercanos a 1, mientras que en zonas donde hay presencia de pocos casos, la posibilidad de que ocurra el delito es muy baja y en donde hay presencia de casos, promedio, es casi un 50% de posibilidad de que ocurra el delito en proporción a lo que se ha presentado históricamente, sin embargo al ser corroborado con los datos reales, es notoria la diferencia entre lo supuesto y lo real, siendo evidente una sobreestimación en la predicción al menos en casos de medio a muy altos.

Ilustración 19. Ejemplo de frecuencia relativa máxima diaria.

ID	Categoría	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
0	Nulo	1	1	1	1	1	1	1
1	Bajo	0.9419795	0.9421769	0.9423729	0.9425676	0.9427609	0.942953	0.94
2	Medio bajo	0.9658703	0.9659864	0.9661017	0.9662162	0.96633	0.9664429	0.96
3	Medio alto	0.8771331	0.877551	0.8779661	0.8783784	0.8787879	0.8791946	0.87
4	Alto	0.5153584	0.5170068	0.5186441	0.5202703	0.5218855	0.5201342	0.51
5	Muy alto	0.3139932	0.3163265	0.3186441	0.3175676	0.3198653	0.318792	0.31

Ilustración 20. Frecuencia relativa máxima.



En la imagen se puede apreciar la tendencia continua en las frecuencias, donde los valores cercanos a 1, que son “nulo”, “medio bajo”, “bajo” y en ligera tendencia “medio alto” indica que en zonas donde ha existido presencia relativamente bajas de robo a transeúntes sigue esa misma tendencia de sucesos. Mientras que en grado “muy alto” hay zonas en las que puede darse el robo sin embargo es poco probable que se dé el evento, mientras que en el caso de zonas con un grado “alto” existe la posibilidad de que un 50% de los sucesos tenga la misma tendencia de los robos ya realizados con los posiblemente esperados. En los tres casos (mínima, media y máxima) las frecuencias relativas de “Alto” y “Muy alto” fueron las menores. Por lo tanto, y basándose en los datos históricos, su ocurrencia es la menos probable. Datos estos resultados, el modelo tendrá que ser sometido a ajustes, desde la elección de variables.

Conclusiones

En general, el modelo estima zonas con muy alta y alta incidencia, sin embargo, los datos reales indican que estos sitios no ocurrieron la mayor cantidad de este tipo de robo, es decir, el modelo sobreestima su existencia, lo cual se confirma con las frecuencias relativas (mínima, media y máxima), ya que estos sitios son los que menos frecuencia tienen (ocurrencia en menos del 50% de días) al considerar los días acumulados (primero del día 1 al 293 para predecir las zonas del día 294, y luego al irse acumulando hasta llegar al día 365 para predecir las zonas del día 366). Caso contrario son las zonas de nula incidencia. Hay que tener cuidado al interpretar esta zona, ya que, si bien si son los sitios donde se da la menor cantidad de robos a transeúnte, las frecuencias están considerando las celdas fuera de la Ciudad de México, lo que hace que tengan una frecuencia relativa cercana al uno. Finalmente, las zonas que mejor predicen la posible presencia del delito analizado, son las de incidencia baja, media baja y media alta. Por lo tanto, sería necesario calibrar el modelo para que deje de sobreestimar o subestimar los robos a transeúnte y se centre en expresar mejor los que aparecen en las zonas de baja, media baja y media alta incidencia estimada. Esta calibración sería el siguiente paso necesario para llegar a un modelo aceptable.

El ejercicio desarrollado muestra la factibilidad de ser usados para el pronóstico del delito de robo a transeúntes en la Ciudad de México, sin embargo existen diferencias entre lo que predijo el modelo y lo sucedido en la realidad, al menos para zonas de media a muy alta, pero obteniendo resultados aceptables para los grados más bajos, “nulo” en específico, para lo cual se recomienda realizar un ajuste en las variables a analizar, pues existe una zona muy diferenciada de concentración del delito y al existir áreas donde hay baja incidencia esto puede estar agregando sesgo en los datos. Para lo cual se recomienda realizar pruebas en las que la incidencia delictiva sea representativa y permita obtener resultados más confiables, para finalmente evaluar la mejor opción para el desarrollo de esta técnica de análisis predictivo. De igual manera, considerar en nivel de resolución de análisis, pues considerar extensiones territoriales amplias pudieran influir en resultados negativos en el análisis.

El método aplicado en este ejercicio muestra que es posible llegar a obtener resultados confiables, para ello, conocer el comportamiento del delito de los robos es fundamental, pues agregar las variables que cumplan con los requerimientos, como lo es el tener un coeficiente alto de correlación.

Tener identificadas desde un primer momento el grado de correlación entre variables permitirá llegar a resultados que contribuyan en una mejor toma de decisiones para evitar o minimizar el delito de robo a transeúntes.

El modelo realiza una sobreestimación en algunas zonas y grado de incidencia (muy alta), sin embargo, habrá que considerar que el 2020 el mundo y sin duda la Ciudad de México se enfrentó a una movilidad diferente, efecto de la pandemia de COVID-19, lo que puede agregar estos cambios en el comportamiento del delito, por lo que queda mucho por analizar, pero sin duda el ensayo prevé mejores resultados.

Dentro de los elementos a considerar dentro de esta misma línea de investigación se sugiere agregar registros de años anteriores, realizando una clasificación a partir del comportamiento del delito de robo a transeúnte en la zona de estudio, de acuerdo al tiempo y espacio.

Es bien sabido que la Ciudad de México el tema de inseguridad es una constante, esto aunado a un tema de salud que ha llevado a una pandemia ha originado inestabilidad económica, si bien es cierto es necesario tomar medidas para resolver la crisis sanitaria, pero no debemos olvidar aquellos problemas que por años han aquejado a la sociedad y que en situaciones como la que atravesamos agregan inestabilidad a nuestras regiones, por lo que desarrollar metodologías empleando los Sistemas de Información Geográfica y aprovechando datos recabados por nuestras instituciones, pueden contribuir a la reducción de robo a transeúntes, ello permitiría erradicar paulatinamente la violencia e inseguridad, donde la población cuente con el libre tránsito y zonas con alto grado de percepción de inseguridad dejen de ser segregadas o marginadas. Atender el problema de robo a transeúntes con un enfoque diferente, es decir, con una perspectiva preventiva y aplicando métodos desde otras disciplinas, puede significar beneficios en los rubros económicos y sociales del desarrollo sostenible. En lo económico porque mitigaría la reducción del valor del suelo de ciertas zonas habitacionales y comerciales de la ciudad, mientras que, en lo social por aportar a la reconstrucción de tejidos social que promuevan las autoridades.

Referencias

- Bosque Aleatorios Regresión - Teoría**, (2019). Aprende IA. URL <https://aprendeia.com/bosques-aleatorios-regresion-teoria-machine-learning/> (accessed 6.7.21).
- Calvillo S., Y.**, (2014). Espacio y delincuencia: un caso de estudio del robo a transeúnte en el Centro Histórico de la ciudad de México. Espacialidades. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura.
- Carbonell Ma, C. G. & Carvajal A., C.**, (2004). El trastorno por estrés postraumático: una consecuencia de los asaltos. Scielo.
- Chuvienco, E. y Salas, J.**, (2016). Tecnologías de la información geográfica: Teledetección. Universidad de Alcalá.
- Cowen, N.**, (2010). Comparisons of Crime in OECD Countries. CIVITAS.
- Cuadra, D. E.**, (2014). Los Enfoques de la Geografía en su Evolución como Ciencia.. Revista Geográfica Digital.
- Georganos, S., Grippa, T., Gadiaga, A.N., Linard, C., Lennert, M., Vanhuyse, S., Mboga, N., Wolff, E., Kalogirou, S.**, (2021). Geographical random forests: a spatial extension of the random forest algorithm to address spatial heterogeneity in remote sensing and population modelling. Geocarto Int. 36, 121–136. <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1595177>
- Hiernaux, D. & Lindón, A.**, (2006). Tratado de Geografía. México: Anthropos.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía** (2020). Encuesta Nacional de Victimización y Percepción Sobre Seguridad Pública (ENVIPE).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía** (2020). Censo de Población y Vivienda 2020.
- Koskela, H.**, (2011). El desafío del miedo, delito y miedo al delito como problemas sociales urbanos. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium.

Monk, K., Heinonen, J. A. & Eck, J. E., (2010). The Problem of Street Robbery. ASU Center for Problem-Oriented Policing.

Statista, (2020). es.statista.com. [En línea] Available at: <https://es.statista.com>

Sinnett, D., Chatterjee, K., y Cavill, N. (2011). Making the Case for Investment in the Walking Environment. Living Streets.

SEDECO (2020). Reporte Económico de la Ciudad de México. Gobierno de la Ciudad de México.

Statista (2020). es.statista.com. Obtenido de <https://es.statista.com>.

Vázquez González, C., y Soto Urina, S. (2013). El Análisis Geográfico Del Delito Y Los Mapas de la Delincuencia. Revista de Derecho Penal Y Criminología, 419-448.

Visualization, A. D., (s.f). World Robbery Rates. [En línea].

Sanz, F.J.H., (1999). Escuela cartográfica de criminología británica: antecedentes de la Geografía del crimen. An. Geogr. Univ. Complutense. 19, 11-11.