

Modelo de machine learning para la predicción de las tendencias de hurto en Colombia

Hugo Ordóñez¹, Carlos Cobos¹, Víctor Bucheli²

hugoordonez@unicauca.edu.co, ccobos@unicauca.edu.co, victor.bucheli@correounivalle.edu.co

¹ Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad del Cauca, Departamento de Sistemas, Sector Tulcán Calle 5 N° 4-70, Popayán, Cauca, Colombia.

² Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Calle Cali-Valle del Cauca, Colombia

Pages: 494–506

Resumen: En Colombia uno de los actos delictivos sustanciales en muchas áreas es el hurto, acto que ha generado alto impacto en la sociedad, ya que los altos índices de este delito en los últimos años hacen que la gente se sienta insegura. En este artículo, se presenta un modelo de machine learning basado en Maquinas de Soporte Vectorial para regresión (SRV) ajustado para la predicción de la tendencia de hurtos en Colombia y sus tres principales ciudades. El modelo fue validado con un dataset tomado del sistema de información de la Fiscalía Nacional de Colombia, el cual contiene 2,662,402 registros de delitos realizados en Colombia desde el año 1960 hasta el 2019. Los resultados fueron confrontados frente a un modelo de regresión lineal estándar y un modelo de SRV sin ajuste, los resultados obtenidos son prometedores y pueden servir para la toma de decisiones a las autoridades competentes en la lucha contra el hurto.

Palabras-clave: Hurto, Delitos, Maquinas de soporte vectorial, regresión, machine learning.

Machine learning model for predicting theft trends in Colombia

Abstract: In Colombia, one of the substantial criminal acts in many areas is theft, an act that has generated a high impact on society, since the high rates of this crime in recent years make people feel insecure. This paper presents a machine learning model based on Support Vector Machines for regression (SRV) adjusted for predicting the trend of theft in Colombia and its three main cities. The model was validated with a dataset taken from the information system of the Colombian national prosecutor's office, which contains 2,662,402 records of crimes committed in Colombia from 1960 to 2019. The results were compared against a standard linear regression model and an SRV model without adjustment, the results obtained are promising and can be used to make decisions to the competent authorities in the fight against theft

Keywords: Theft, Crimes, Support vector machines, Regression, Machine learning.

1. Introdução

Identificar o predecir los principales actos de violencia o de abuso de confianza, son problemas que afectan a toda la sociedad, más aun en Colombia un país que lleva décadas de conflictos internos. En Colombia, uno de los actos delictivos sustanciales en muchas áreas es el hurto, acto que ha generado alto impacto en la sociedad, ya que, por los altos índices de este delito en los últimos años, los ciudadanos manifiestan preocupación y se sienten muy inseguros por el aumento considerable del comportamiento delictivo en hurtos a personas, hurto a establecimientos comerciales, hurto de vehículos, hurto de motocicletas y hurto de residencias (He et al. 2014). En muchos de estos hurtos, se utilizan armas de fuego o armas corto punzantes, las cuales son manipuladas para intimidar o hacer daño a las víctimas, aumentando la zozobra e incertidumbre de la sociedad en general. Esta situación invita a reflexionar sobre los desafíos en materia de seguridad ciudadana para las alcaldías, y en general, para el Gobierno Nacional de Colombia (Basuchoudhary and Searle 2019).

Con base en lo anterior, los entes gubernamentales tales como la policía nacional, la fiscalía, las fuerzas militares y las empresas de seguridad privada, junto con el gobierno nacional han generado políticas y estrategias para combatir el delito del hurto. Para esto se instalaron sistemas de video vigilancia, policías por cuadrantes, y procesos de sensibilización con la comunidad para que demande los hechos. Además, la Fiscalía General de la Nación y la Policía Nacional, establecieron criterios de clasificación de los delitos, para mejorar el registro de información en sus sistemas, para lograr una adecuada descripción de las circunstancias en las que se desarrolló la conducta criminal (Song et al. 2018). Gracias a los sistemas de información de la Fiscalía y la Policía Nacional, investigadores han realizado trabajos que han permitido conocer indicadores y estadísticas de este delito, tal como los presentados en (Ricardo and Cubides 2016) (López-guaje 2012), (María Acosta 2017). Estos trabajos están enfocados analizar la información recolectada en los sistemas de información, para definir las estadísticas presentados por el delito de hurto en las principales ciudades Colombia, lo cual aunque es un aporte importante, es factible de mejora utilizando técnicas de analítica de datos basadas en inteligencia artificial tales como las que aporta el machine learning (Pitropakis et al. 2019). Las técnicas de machine learning sirven para resolver varios problemas, entre ellos detectar fraudes en bancos (Mangalathu et al. 2019), hurtos de identidades, predecir patrones de comportamiento y clasificación de eventos delictivos (Lee and Jae 2019)(Ramos-lima et al. 2020).

Basado en lo anterior el presente artículo se centra en definir un modelo de machine learning utilizando Maquinas de soporte vectorial (support vector machines), que permite predecir el comportamiento futuro de hechos delictivos de hurto en Colombia, con el fin de servir de base en la toma de decisiones a los entes gubernamentales a partir de los datos registrados en sus sistemas de información. Para esto se analizó un dataset generado a partir del sistema de información de la Fiscalía, el cual cuenta con 2,662,402 registros de delitos realizados en Colombia desde el año 1960 hasta el año 2019.

El resto del artículo se encuentra organizado de la siguiente forma, la sección 2 presenta los trabajos relacionados, la sección 3 presenta el modelo propuesto y la descripción de cada uno de sus componentes, la sección 4 describe los resultados obtenidos después de implementar y probar el modelo y finalmente la sección 5 presenta las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Trabajos relacionados

La Policía Nacional y la Fiscalía General de la Nación, definieron criterios de clasificación para los delitos de hurtos, para clarificar y clasificar la información registrada en su sistema de información, con el fin de tener una adecuada representación de las circunstancias en las que se desarrollaron los actos criminales. En este sentido, (Amparo castillo 2018) hace la siguiente clasificación de los tipos de hurtos:

- Hurto a personas: en este caso el agresor aborda a la víctima a quien le extrae o despoja de los bienes.
- Hurto a residencias: en este caso el victimario hurta bienes muebles ajenos que se encuentren al interior de un inmueble.
- Hurto a establecimientos: Abarca bienes y elementos de un establecimiento comercial.
- Hurto a entidades financieras: Hace referencia al dinero ajeno que se encuentra bajo la custodia de entidades financieras o bancarias.
- Hurto a motocicletas: Apoderamiento de motocicleta.
- Hurto a vehículos: Apoderamiento de la totalidad del vehículo motorizado de cuatro llantas o más.
- Hurto de autopartes: El bien hurtado son partes esenciales de medio motorizado.
- Hurto a bicicleta: El bien afectado son bicicletas.
- Piratería terrestre: Acción de apoderarse de mercancía que está siendo transportada en automotor o medio de transporte.
- Hurto a celulares: El bien afectado son teléfonos móviles inteligentes o celulares.

Por otra parte, en (López-guaje 2012; María Acosta 2017) se presenta un trabajo enfocado en el comportamiento, las lesiones personales, el hurto a personas, el hurto de residencias, el hurto de vehículos, el hurto de motocicletas y el hurto a establecimientos comerciales en las ciudades Colombianas de Barranquilla, Bogotá, Bucaramanga, Cali y Medellín entre los años 2010-2016. Los datasets para el análisis fueron tomados del sistema de información estadístico de la policía nacional y de las Encuestas de Convivencia y Seguridad Ciudadana (ECSC) del DANE3. En estos datos, los registros de la policía fueron la fuente para medir el pulso de la seguridad ciudadana durante el 2016, mientras los resultados históricos de las encuestas permiten poner el análisis en contexto. Del análisis se concluye que el comportamiento de la criminalidad no fue homogéneo en las cinco ciudades durante el 2016, cada ciudad tiene sus propias características y resultados en relación con los crímenes de hurto.

De la misma forma, (Ricardo and Cubides 2016), enfatiza que la criminalidad en Colombia, ocurre en todo el territorio, en este sentido, la policía nacional registra y organiza los datos de los hechos delictivos en el Sistema de Información Estadístico Delincuencial, Contravencional y Operativo (SIEDCO), el cual es utilizado para realizar

reportes estadísticos y análisis criminológicos que sirven de insumo para interpretar los cambios del crimen en los ámbitos temporal y territorial. El trabajo se centra en la comparación de los datos del año 2015, para preparar operativos policiales en la lucha contra la criminalidad y las contravenciones aplicadas a los ciudadanos de acuerdo con el Código de Policía Nacional.

Además en otros países del mundo, Algunos trabajos se centran en encontrar patrones de crimen en ciudades. Para las ciudades de California-Irvine y del estado de Misisipi (McClendon and Meghanathan 2018), datos que están disponibles en <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Communities+and+Crime> y <https://www.neighborhoodscout.com>. Con base en dichos datos y aplicando técnicas de machine learning se detectan patrones de crimen. Con los datos obtenidos y las técnicas de regresión lineal, additive regression, decision stump predicen el número de asesinatos, hurtos, entre otros. Otros trabajos más recientes buscan resolver retos similares, pero en otros lugares del mundo, como por ejemplo en Vancouver, donde se busca predecir los delitos a partir de aprendizaje automático. En este trabajo, se recopilaron datos de delitos de Vancouver en los últimos 15 años, los cuales se analizaron mediante modelos K-nearest-neighbour (k-nn) y boosted decision tree, para los cuales se obtiene una exactitud de la predicción del delito entre 39% y 44% (Kim et al. 2018).

Por otra parte, en la literatura se encuentra que la predicción de crimen se ha abordado recurrentemente, y para ello se han propuesto diferentes algoritmos de predicción, donde la precisión de la predicción depende de los atributos de los datasets y el contenido del dataset en sí mismo (Bogomolov et al. 2017). Es así como la mayor eficiencia y la reducción de errores de las técnicas de minería de datos, aumentan en la medida que se cuente con mejores datos y se usan técnicas más robustas.

En este campo la mayor parte de la investigación en predicción de delitos está enfocada en identificar puntos críticos de delincuencia, que se refiere a las áreas en las que las tasas de criminalidad están por encima del nivel promedio. Estos trabajos de identificación automática de hotspots y predicción de crimen se han desarrollado basados en diversas técnicas. En (Al Boni and Gerber 2018), los autores proporcionaron un análisis comparativo entre kernel density estimation (KDE) y Risk Terrain Modeling (RTM). Otros trabajos proponen, algoritmos para crear mapas hotspot y modelos predictivos específicos por área (Zhang et al. 2016) con los modelos LDA y KNN. De igual manera en (Mahmud et al. 2016) aplican redes neuronales artificiales (ANN). En (Lin, Chen, and Yu 2017) se utiliza un algoritmo de aprendizaje de máquina orientado por datos basado en broken-window theory, análisis espacial y técnicas de visualización. Dentro de los trabajos encontrados se destaca (Kang and Kang 2018) el cual permite encontrar los puntos críticos (hotspots) y predecir la criminalidad para la ciudad de Chicago, las cuales cuentan con grandes volúmenes de datos, y se ha convertido en una herramienta de apoyo a la toma de decisiones (Kang and Kang 2018). Finalmente, en la revisión de literatura se encontró un review actualizado de los trabajos en este tema (Prabakaran and Mitra 2018), el documento muestra, las técnicas que se han utilizado, como por ejemplo algoritmos genéticos, modelos ocultos de Markov (Hidden Markov Model), redes Bayesianas ingenuas (Naive Bayes), el algoritmo Fuzzy c-means, el algoritmo K-means, redes neuronales artificiales, Kernel density estimation, regresión logística, Random forest, Influenced association rule, J48 (C4.5), entre otras; los datasets sobre

crimen disponibles así como sus características; finalmente, los surveys específicos sobre distintos tipos de crímenes publicados previamente.

3. Modelo propuesto

El modelo que se propone está basado en técnicas de machine learning que son una rama de la inteligencia artificial, la técnica seleccionada fue las máquinas de soporte vectorial, específicamente las orientas a problemas de regresión . El modelo utiliza un dataaset tomado del sistema de información de la Fiscalía Nacional de Colombia, el cual cuenta con un total de 2,662,402 registros de delitos realizados en Colombia desde el año 1960 hasta el 2019. A continuación, se describen los elementos del modelo.

3.1. Máquinas de soporte vectorial - regresión (SVR)

Support Vector Machines (SVM) también se puede utilizar como método de regresión, manteniendo todas las características principales que caracterizan el algoritmo (margen máximo). La regresión basada en soporte vectorial (SVR) utiliza los mismos principios que SVM para la clasificación, con solo algunas diferencias menores

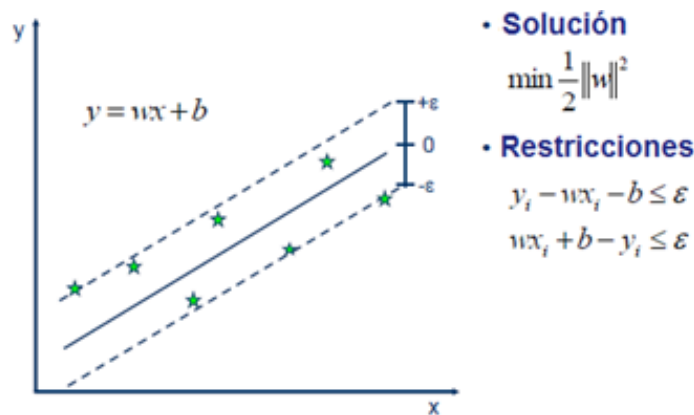


Figura 1 – Margen de tolerancia

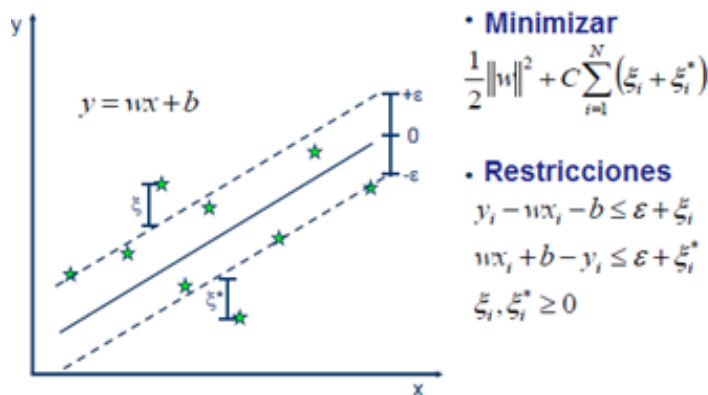


Figura 2 – Minimización del error

En primer lugar, debido a que la salida es un número real, se hace muy difícil predecir la información disponible, ya que las soluciones tienen infinitas posibilidades. En el caso de regresión, se establece un margen de tolerancia (epsilon) (ver **Figura 1**). Pero además, la idea principal es siempre la misma: minimizar el error, individualizando el hiperplano que maximiza el margen. Tal como se muestra en la **Figura 2**.

Para obtener los valores de la regresión, la función utilizada para predecir nuevos valores depende solo de los vectores de soporte, obtenidos con la **Ecuación 1**.

$$f(x) = \sum_{n=1}^N (a_n - a_n^*) (x'_n x) + b \quad (1)$$

Para obtener los anteriores valores, se debe cumplir con las condiciones de complementariedad, estas son restricciones de optimización necesarias para obtener soluciones óptimas, en el caso de la regresión lineal por SVM son las establecidas en las **ecuaciones 2 a 5**.

$$\forall n : a_n (\varepsilon + \xi_n - y_n + x'_n \beta + b) = 0 \quad (2)$$

$$\forall n : a_n^* (\varepsilon + \xi_n^* - y_n + x'_n \beta - b) = 0 \quad (3)$$

$$\forall n : \xi_n (C - a_n) = 0 \quad (4)$$

$$\forall n : \xi_n^* (C - a_n^*) = 0 \quad (5)$$

En todas las restricciones, las observaciones indican estrictamente que tienen multiplicadores de Lagrange dentro del tubo de epsilon $a_n = 0$ y $a_n^* = 0$. Si alguno a_n, a_n^* no es 0, entonces la observación correspondiente se llama un vector soporte. La propiedad Alpha almacena la diferencia entre dos multiplicadores de Lagrange de vectores soporte, $a_n - a_n^*$. Las propiedades β almacenan vectores soporte x_n y b , respectivamente.

4. Evaluación y resultados

Como se mencionó anteriormente, para la evaluación del modelo propuesto se trabajó con un dataset tomado del sistema de información de la Fiscalía Nacional de Colombia, que cuenta con 2,662,402 registros y 14 columnas entre las cuales se encuentran: conexo, estado_noticia, etapa, anio_hecho, ley, pais, departamento, municipio, seccional, delito, captura, imputacion, condena y atipicidad_inexistencia.

El proceso de evaluación inicio realizando un análisis exploratorio de datos con el fin de obtener un entendimiento de los datos, en este proceso se removieron columnas o

variables que no aportan al análisis, se eliminaron datos nulos o duplicados, se analizaron las distribuciones de las variables, que patrones presentaban, y como paso importante se identificó como se relacionan las variables. Una vez realizado este análisis, se filtró el dataset para obtener todos los registros del delito de hurto, para lo cual se generó un nuevo dataset con 350,320 registros, del cual se eliminaron algunas variables tales como: conexo, estado_noticia, ley, pais, seccional, imputacion, atipicidad_inexistencia. Además, se crearon nuevas variables tales como, numero-hurtos-por-año, numero-hurtos-ciudad, numero-hurtos-departamento. Una vez filtrado el dataset resultante, se identificaron a través de análisis de correlación de Pearson que las relaciones tienen mejor correlación para trabajar. En estas se encontró que las relaciones año y número de hurtos a nivel nacional (Datos nacionales), Datos nacionales frente a los números de hurtos por cada una de las ciudades principales, tienen una correlación creciente (fuerte) que oscila desde el 87% hasta 100 % (ver **Figura 3**), lo cual era lo esperado. Datos que dan fiabilidad para realizar el estudio del por qué la tasa de hurtos a nivel nacional es tan alta.

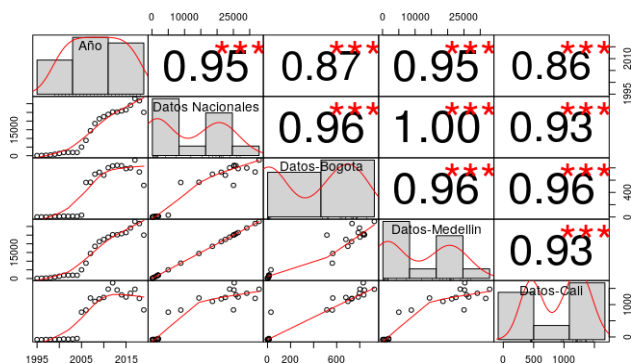


Figura 3 – Correlación de Pearson variables año-hecho (x) y numero-hurtos-por-ciudad (y)

Una vez analizadas las relaciones entre las variables, como primera instancia, se evaluó el modelo, con un modelo de regresión lineal estándar (línea negra) frente a un modelo de SVR estándar (línea azul) y el modelo ideal establecido por los datos reales (línea roja). En la **Figura 4**, se puede observar que el modelo predice de manera armónica los valores de la variable dependiente, ya que sus valores guardan mayor cercanía y no están muy dispersos al hiper plano tarazado para la regresión, esto se debe a que SRV, minimiza la distancia entre cada punto de la variable dependiente al margen de tolerancia épsilon. En este caso, los valores de la variable hechos-año. En este sentido, el modelo predice, que el punto más alto es en el año 2017 con un valor promedio de 32890 hurtos, pero a medida que aumenta el valor de la variable independiente, los valores de la variable dependiente tienden a bajar, prediciendo así, que para el año 2020 el número de delitos de hurto disminuirá en Colombia estará entre 25027 y 32890.

Una vez realizada la evaluación del SRV frente a un modelo lineal se ajustó el modelo SRV con un valor de ϵ de 0.1, con el fin de reducir el valor de la raíz del error cuadrático medio (RMSE), una medida de la desviación estándar de los residuos (errores de predicción). Los residuos son una medida de qué tan lejos están los puntos de datos de la línea de regresión. RMSE en resumen mide qué tan concentrados están los datos alrededor de la línea de mejor ajuste.



Figura 4 – Evaluación de Regresión lineal y SVR

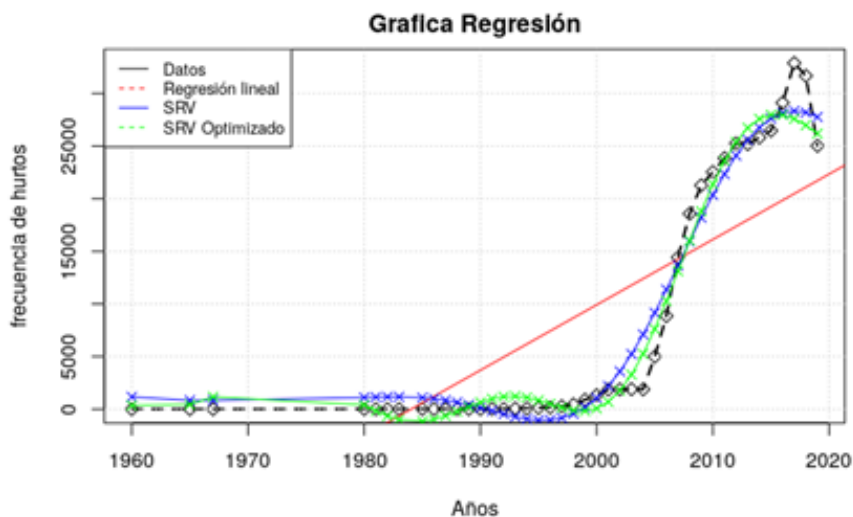


Figura 5 – Evaluación de Regresión lineal, SVR, SRV Optimizado

Como se puede observar en la **Figura 5**, en el modelo ajustado (línea verde), los valores se encuentran un poco más cerca de la línea de regresión, esto quiere decir que el valor de RMSE es mejor o menor para el modelo ajustado, el cual predice de mayor nivel los valores de la variable dependiente.

Como se puede observar en la **Tabla 1**, los valores más bajos de RMSE, los obtiene el SRV ajustado, esto quiere decir que los valores predichos están mucho más cerca de la línea de regresión, ya que el error cuadrático medio de la solución es menor, en este sentido, SRV ajustado obtuvo mejores valores que distan en 5407 frente al modelo de regresión lineal estándar y en 112 frente a SVR estándar.

Modelo Regresión lineal	SVR	SVR Ajustado
7202.092	1907.038	1795.959

Tabla 1 – Valores de RMSE para cada uno de los modelos evaluados

Para validar los datos de la predicción en Colombia, se evaluó el modelo ajustado con los datos de las variables de las tres principales ciudades de Colombia, a saber: Bogotá, Medellín y Cali.

Como se puede observar en la **Figura 6**. El modelo de predicción se comporta de manera similar al análisis de los datos de Colombia. Se tiene que para Bogotá los índices de delitos de hurtos tienden a disminuir. Además de la evidencia de los datos, esto también se debe a un panorama detallado que invita a reflexionar sobre los desafíos en materia de seguridad ciudadana para las alcaldías, y en general, para el Gobierno Nacional. Para lo cual Bogotá a partir del año 2012 inicio con la implementación de la Política Pública Distrital de Convivencia y Seguridad Ciudadana, la cual tiene como fin la consolidación de una ciudad segura y protectora de derechos, libre de violencias o amenaza de violencias o despojo intencional por parte de otros. En ese sentido, se instalaron en gran parte de la ciudad cámaras de video vigilancia para el monitoreo de actos delictivos, se formó la figura de policía de cuadrante el cual cubre cierto nmero de calles para brindar seguridad a un sector específico. Todas estas acciones aumentaron la seguridad y el número de capturas a delincuentes, hechos que disminuyeron de alguna manera la realización de delitos.

Para la ciudad de Medellín la **Figura 7**, permite observar la predicción realizada por el modelo SRV ajustado. La disminución de los hurtos en Medellín se debe a que en los últimos años cuenta con una política pública innovadora en materia de seguridad ciudadana. Esta política se enfoca en combatir ciertos fenómenos como el crimen organizado que tiende a generar, efectos de rebote que se manifiestan en el aumento de las cifras de hurtos. Para combatir ese flagelo, Medellín apuesta a las buenas prácticas, en especial en materia de presencia institucional y generación de oportunidades que han sido efectivos para reducir la violencia. Al igual que Bogotá, Medellín cuanta con gran infraestructura de cámara de video vigilancia y de cuerpo de policía y fiscalía nacional.

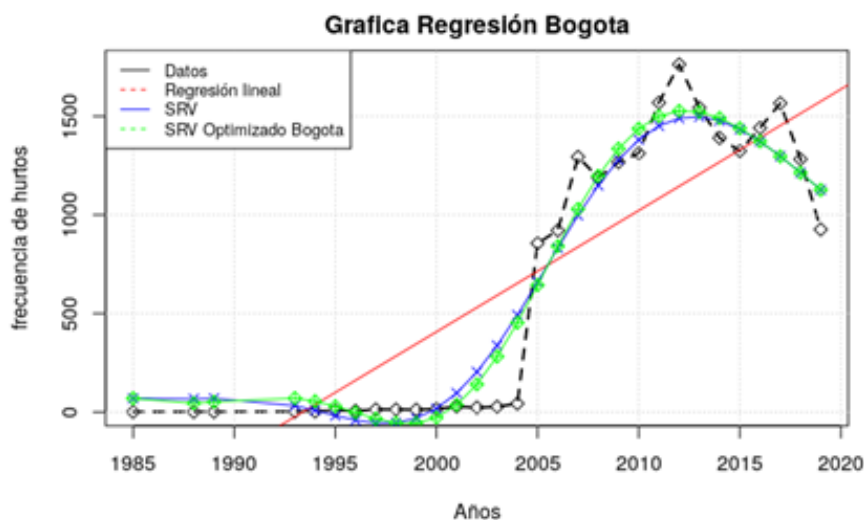


Figura 6 – Análisis Bogotá

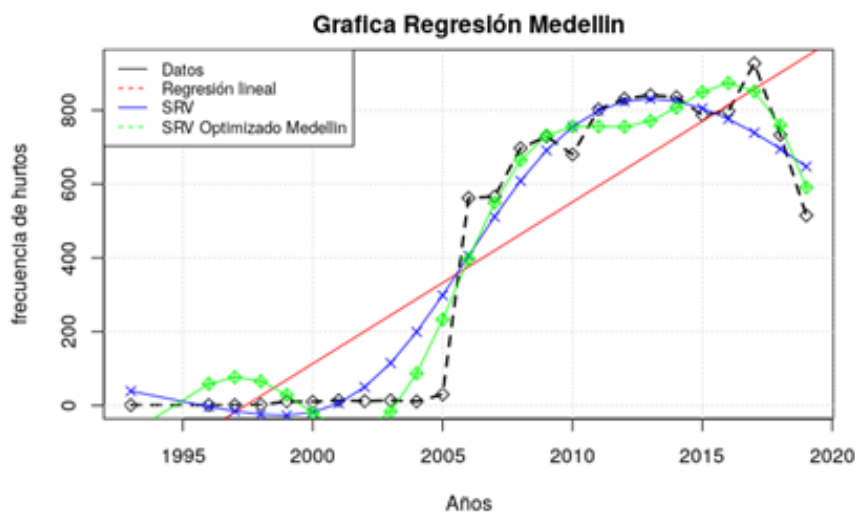


Figura 7 – Análisis Medellín

Para la ciudad de Cali (ver **Figura 8**) al igual que las dos ciudades anteriores el modelo SVR ajustado, muestra un comportamiento similar, se predice la disminución de los hurtos en la ciudad. La disminución de hurtos en Cali, en gran parte se debe a que Cali en los últimos años ha contado con una Secretaría de Seguridad y equipos técnicos dedicados al análisis y coordinación con las demás secretarías y entidades de la atención

de los factores asociados a los niveles de inseguridad y violencia. Para seguir mejorando, la Secretaría de Gobierno, recomienda movilizar a las instituciones de seguridad del estado y a la comunidad hacia la solución de los principales problemas que generen condiciones aptas para la disminución del crimen violento y la inseguridad.

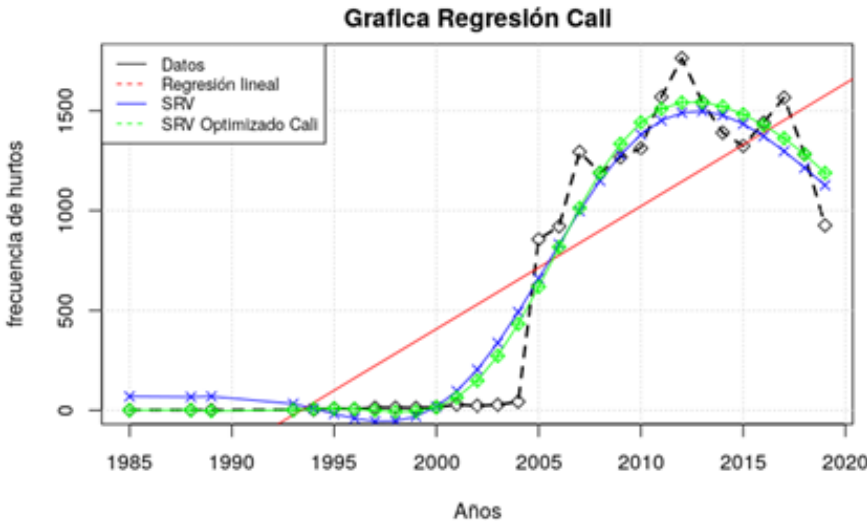


Figura 8 – Análisis Cali

5. Conclusiones y trabajos futuros

Este documento presentó el uso de un modelo de máquinas de soporte vectorial -regresión (SVR) ajustado para predecir el aumento o disminución de actos delictivos en Colombia y en tres de sus principales ciudades (Bogotá, Medellín y Cali).

El modelo ajustado con un valor de ϵ de 0.1, permite que los valores de las variables predichas estén más cerca de la línea de tendencia ideal, haciendo así que el valor del error cuadrático medio disminuya en relación con el modelo de regresión tradicional y al modelo regresión estándar de SVR.

Los resultados de la ejecución del modelo con los datos de las tres principales ciudades de Colombia tienen casi el mismo comportamiento, y muy similar al comportamiento general del país, lo que permite evidenciar que la preocupación general del país y sus diferentes regiones en usar políticas, estrategias y tácticas similares, a manera de mejores prácticas, tiene resultados similares.

El modelo permite predecir que con el paso del tiempo la cantidad de hurtos irá disminuyendo, por lo que se puede pensar que las políticas estatales que se han implementado en conjunto con los entes de policía y fiscalía están funcionando. La infraestructura de video vigilancia que hace años se viene instalando en las principales ciudades de Colombia, acompañada con el Modelo de policías por cuadrantes y la

metodología de puntos críticos, han permitido acciones preventivas y de control en cada una de las ciudades de Colombia.

Como trabajos futuros, se espera evaluar el modelo para predecir el comportamiento de otros tipos de delitos como el homicidio, el acceso carnal violento, o el desplazamiento forzado, delitos que son muy preocupantes para la sociedad y para los organismos gubernamentales como la policía y la fiscalía. Por otra parte, evaluar otros clasificadores como random forest. Además, Buscar otros dataset se acceso abierto para la validación del modelo propuesto.

Referencias

- Amparo castillo, Maria Arboleda. 2018. “ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LA PROBABILIDAD DE COMISIÓN DE HURTOS EN CÚCUTA NORTE DE SANTANDER.” *UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CUCUTA* 1(1):64.
- Bogomolov, Andrey, Bruno Lepri, Jacopo Staiano, Nuria Oliver, Fabio Pianesi, and Alex Pentland. 2017. “Once Upon a Crime: Towards Crime Prediction from Demographics and Mobile Data.” Pp. 427–34 in *Proceedings of the 16th International Conference on Multimodal Interaction - {ICMI} '14*. {ACM} Press.
- Al Boni, Mohammad and Matthew S. Gerber. 2018. “Area-Specific Crime Prediction Models.” Pp. 671–76 in *2016 15th {IEEE} International Conference on Machine Learning and Applications ({ICMLA})*. IEEE.
- Kang, Hyeon-Woo and Hang-Bong Kang. 2018. “Prediction of Crime Occurrence from Multi-Modal Data Using Deep Learning.” 12(4):e0176244.
- Kim, Suhong, Param Joshi, Parminder Singh Kalsi, and Pooya Taheri. 2018. “Crime Analysis Through Machine Learning.” Pp. 415–20 in *2018 {IEEE} 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference ({IEMCON})*. IEEE.
- Lee, In and Yong Jae. 2019. “ScienceDirect Machine Learning for Enterprises : Applications , Algorithm Selection , and Challenges.” *Business Horizons* (xxxx).
- Lin, Ying-Lung, Tenge-Yang Chen, and Liang-Chih Yu. 2017. “Using Machine Learning to Assist Crime Prevention.” Pp. 1029–30 in *2017 6th {IIAI} International Congress on Advanced Applied Informatics ({IIAI}-{AAI})*. IEEE.
- López-guaje, Walther Alfonso. 2012. “Exégesis de Los Delitos En Colombia, 2011.” *Rev. Crim* 54(1):17–54.
- Mahmud, Nafiz, Khalid Ibn Zinnah, Yeasin Ar Rahman, and Nasim Ahmed. 2016. “Crimecast: A Crime Prediction and Strategy Direction Service.” Pp. 414–18 in *2016 19th International Conference on Computer and Information Technology ({ICCI})*. IEEE.
- Mangalathu, Sujith, Seong-hoon Hwang, Eunsoo Choi, and Jong-su Jeon. 2019. “Rapid Seismic Damage Evaluation of Bridge Portfolios Using Machine Learning Techniques.” *Engineering Structures* 201(July):109785.

- María Acosta, Oswaldo Zapata. 2017. *Pulso a La Seguridad Ciudadana*. edited by F. I. para la Paz.
- McClendon, Lawrence and Natarajan Meghanathan. 2018. "Using Machine Learning Algorithms to Analyze Crime Data." 2(1):1–12.
- Pitropakis, Nikolaos, Emmanouil Panaousis, Thanassis Giannetsos, Eleftherios Anastasiadis, and George Loukas. 2019. "A Taxonomy and Survey of Attacks against Machine Learning." *Computer Science Review* 34:100199.
- Prabakaran, S. and Shilpa Mitra. 2018. "Survey of Analysis of Crime Detection Techniques Using Data Mining and Machine Learning." P. 12046 in *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1000. {IOP} Publishing.
- Ramos-lima, Luis Francisco, Vitoria Waikamp, Thyago Antonelli-salgado, Ives Cavalcante, Lucia Helena, and Machado Freitas. 2020. "The Use of Machine Learning Techniques in Trauma-Related Disorders : A Systematic Review." *Journal of Psychiatric Research* 121(November 2019):159–72.
- Ricardo, Julián and Buitrago Cubides. 2016. "Registros de La Criminalidad En Colombia y Actividad Operativa de La Policía Nacional Durante El Año 2015." 9–20.
- Zhang, Qiang, Pingmei Yuan, Qiyun Zhou, and Zhiming Yang. 2016. "Mixed Spatial-Temporal Characteristics Based Crime Hot Spots Prediction." Pp. 97–101 in *2016 {IEEE} 20th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design ({CSCWD})*. IEEE.

© 2020. This work is published under
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>(the
“License”). Notwithstanding the ProQuest Terms and
Conditions, you may use this content in accordance with the
terms of the License.