ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

Determinación de los lugares de mayor incidencia de delitos y violencia en el Distrito Metropolitano de Quito con base en técnicas estadísticas espaciales.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MATEMÁTICO

VIZUETE GALEAS DAMIAN ALEJANDRO

(alejo8vizuete@yahoo.com)

DIRECTOR: DR. HOLGER CAPA SANTOS

(holger.capa@epn.edu.ec)

Quito, enero 2013

DECLARACIÓN

Yo, Damián Alejandro Vizuete Galeas declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Damián Alejandro Vizuete Galeas

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Vizuete Galeas Damián Alejandro, bajo mi supervisión.

_____

Dr. Holger Capa Santos

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Jaime Washington y María Judith, por su amor y entrega para brindarme todo de si y quienes me enseñaron a nunca abandonar los sueños y las metas planteadas, y representan los pilares fundamentales en mi vida; todas sus enseñanzas me servirán de ejemplo para trasmitirles a mis hijos.

A mi esposa Vanessa Campos, por su apoyo incondicional en la culminación de este gran paso en mi vida, por su paciencia, comprensión y amor.

A mis hermanos Alexis y Bryan por su cariño, amistad, y experiencias compartidas, representan un ejemplo fundamental en mi vida.

Al Doctor Holger Capa por sus invalorables enseñanzas en las aulas y fuera de ellas, las cuales me han servido para realizarme como profesional, por confiar en mis capacidades y ser copartícipe de este y otros retos en mi vida.

DEDICATORIA

A mis hijos María Alejandra y Joaquin Felipe, mi fuente de inspiración, mi razón de vivir y las personas que más amo en la vida.

A mi esposa Vanessa, ahora somos un solo ser, este logro es de los dos.

A mi padre; se que es la persona más feliz con esta meta cumplida.

A mi madre, mi confidente, mi guía, mi luz, mi horizonte.

CONTENIDO

DECLARACIÓN I

CERTIFICACIÓN II

AGRADECIMIENTOS III

DEDICATORIA IV

CONTENIDO V

RESUMEN VII

ABSTRACT VIII

CAPÍTULO 1 1

Estado situacional de la violencia y delincuencia en el Ecuador y el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1. Antecedentes 2

1.2. Violencia e inseguridad en el Ecuador 8

1.3. Violencia e inseguridad en el DMQ 14

1.3.1. Homicidios 16

1.3.2. Asaltos y robos a personas y propiedad. 21

CAPÍTULO 2 28

Fundamentos teóricos de las técnicas de Estadística Espacial 28

2.1. Sistemas de Información Geográficos 28

2.2. Estadística Espacial 30

2.2.1. Análisis exploratorio de datos espaciales. 33

2.2.2. Análisis de conglomerados. 35

2.2.3. Interpolación mediante estimación de densidad por núcleos *(o kernels)* 39

2.3. Geoestadística 47

2.3.1. Estudio de variables regionalizadas 48

2.3.2. Variograma. 51

2.3.3. Simulación mediante *Kriging* 55

CAPÍTULO 3 59

Determinación de las zonas de mayor concentración delictual y violenta en el DMQ 59

3.1. Análisis descriptivo y exploratorio de la información 63

3.1.1. Pruebas estadísticas preliminares 64

3.1.2. Pruebas de agrupamiento 66

3.2 Determinación de las zonas de mayor incidencia delictual en el DMQ 74

3.2.1. Análisis de conglomerados espaciales de la violencia y delincuencia en el DMQ**……** 75

3.2.2. Análisis espacial de la violencia mediante la estimación de densidad tipo núcleo o *kernel* 83

3.3. Caracterización de las zonas delictuales de mayor incidencia 93

3.2.1. Índice de criminalidad 94

3.2.2. Modelación del variograma 97

CAPÍTULO 4 106

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 106

4.1. Conclusiones 106

4.2. Recomendaciones 110

Bibliografía 112

ANEXOS 115

1. Estadísticas univariantes de los homicidios. 115

2. Estadísticas univariantes de los robos contra la propiedad. 118

3. Estadísticas univariantes de los asaltos y robos contra las personas. 119

4. Resultados del análisis de conglomerados espaciales utilizando el software *CrimeStat* 121

5. Resultados de los tipos de clasificación empleados en la estimación de la distribución tipo núcleo o *Kernel* 124

6. Proyecciones en la primera dimensión resultante del Análisis de Componentes Principales Categóricos, utilizado en el capítulo 3.3. 126

RESUMEN

La seguridad ciudadana, sin duda es uno de los ejes principales de lineamiento de política de un gobierno, sea éste central o local; y en la última década, en América Latina se ha convertido en uno de los temas centrales del debate académico y político debido principalmente a un crecimiento importante en los índices delictivos y de violencia.

Los sistemas de información geográficos juegan un papel importante en la comprensión de la problemática de seguridad ciudadana y en base a ésta se pueden adoptar medidas y decisiones territorializadas de manera adecuada. Es por esto que la presente investigación intentará dar lineamientos de modelos estadísticos espaciales, como son las densidades de núcleos, el análisis de conglomerados, la correlación espacial, y el estudio de variables regionalizadas y su simulación por el método de "*Kriging*", que se utilizan generalmente para determinar los llamados "*hots spots*" del crimen que representan, en este caso, los sitios de mayor concentración delictual en el DMQ.

ABSTRACT

Public safety, certainly is one of the main axes of policy guideline of a government, which can be central or local; and in the last decade, Latin America has become one of the central themes of academic and political debate because of the significant growth in rates of crime and violence.

The geographic information systems play an important role in understanding the problematic of public safety and based on this you can take actions and decisions territorialized. That is why this research will try to provide guidelines for statistical spatial models, such as the nucleus density, cluster analysis, the spatial correlation, and the study of regionalized variables and its simulation by the *Kriging method*, which generally is used to determine the "hots spots" of crime which represent the greatest sites of delinquency concentration, in the Metropolitan District of Quito.

CAPÍTULO 1

Estado situacional de la violencia y delincuencia en el Ecuador y el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se enmarca en su primer capítulo, en desarrollar la teoría de la inseguridad, definiciones, historia y realidades en América Latina y Ecuador de manera general, para luego realizar un análisis más profundo de este fenómeno social en el DMQ. Se enfocará además en la delimitación del fenómeno delincuencial y violento tanto en tiempo, espacio, y tipologías delictuales que aquejan a la ciudad de Quito. Se utilizará la información que se pueda obtener del Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana (OMSC) y de la Policía Nacional del Ecuador.

El segundo capítulo aborda el desarrollo teórico de las técnicas de estadística espacial que se emplearán en el estudio, tomando en cuenta: la diferencia entre cada una de ellas, su utilidad y justificación. Se diferencian claramente dos técnicas; la primera, que identifica en función únicamente de la distancia, los lugares de mayor concentración del delito; éstas pueden ser en base a las densidades del núcleo y análisis de conglomerados; la segunda en cambio, determinará los sitios donde existe una alta probabilidad de ocurrencia del delito, esto en base a las teoría de las variables regionalizadas y su simulación mediante las técnicas desarrolladas por Danie G. Krige denominada *Kriging*.

El tercer capítulo comprende la aplicación de estas teorías y la determinación de los lugares de mayor incidencia delictiva en función de la información geográfica obtenida del OMSC. Con la densidad de núcleo y el análisis de conglomerados, se determinará cuáles son las zonas más recurrentes donde

se han efectuado los delitos de mayor connotación social, como son los homicidios y los asaltos y robos con armas de fuego. Estas dos técnicas nos permitirán observar, en general para todo el DMQ, cuáles son los lugares de mayor incidencia delictiva y serán representados mediante un sistema de información geográfico. La teoría de las variables regionalizadas, por otro lado, ayudará a determinar en ciertos lugares específicos cuál sería la probabilidad de que exista un incidente delictivo, tomando en cuenta únicamente los homicidios y los asaltos y robos a personas con arma de fuego, considerados entre los de mayor connotación social por el grado de violencia; además, se mostrará el nivel de autocorrelación espacial de las modalidades violentas o criminológicas de mayor connotación, utilizando el índice de Moran; para esto se utilizará los programas estadísticos y geográficos SPSS 19, Crimestat 3.0; y ARC GIS 9.3.

Por último, en el cuarto capítulo, se desarrollarán las conclusiones del proyecto de titulación, enfocándose en la utilización de estas técnicas para generar políticas públicas más eficientes. Se realizarán recomendaciones dirigidas al tratamiento de información, diferenciación de las técnicas especializadas para el análisis espacial delictual y sus limitaciones.

1.1. Antecedentes

La urgente necesidad de crear nuevas estrategias para combatir la violencia y la delincuencia en la última década, tanto a nivel latinoamericano como nacional y local, conlleva a utilizar toda clase de recursos, herramientas e insumos disponibles, tanto en el ámbito técnico como en el social y político, con la finalidad de crear ciudades con niveles tolerables o aceptables de inseguridad.

Según el informe 2010 de la Corporación Latinobarómetro[1] los principales

[1] Corporación Latinobarómetro es una ONG con sede en Santiago de Chile y se encarga de generar información de índole socioeconómica y cultural con base a encuestas aplicadas anualmente en 18 países de Latinoamérica; es importante mostrar que la importancia de esta problemática se basa en respuestas de la ciudadanía a la pregunta: *En su opinión ¿Cuál considera Ud. que es el problema más importante en el país?* Se puede consultar en: http://www.latinobarometro.org/

problemas que aquejan a los países de la región son: la desigualdad social, el desempleo y, la violencia y criminalidad. En la última década, la delincuencia ha sido superada únicamente por el desempleo dentro de los aspectos más preocupantes que afecta a la región, y según los resultados de la encuesta aplicada en el 2010, la principal problemática de las personas en la región recae sobre la delincuencia. Según los resultados del mismo estudio, el 35% de la población ecuatoriana piensa que el desempleo es el principal problema seguido de problemas económicos y financieros con el 25% y en tercer lugar se encuentra la violencia y delincuencia con el 13%.

El entender a la violencia en su conjunto, nos lleva en primer lugar a conceptualizarla. Existen varias definiciones que se han forjado a través de la historia, y también resulta compleja la conceptualización debido a las subjetividades y puntos de vista de cada autor en determinado tiempo y espacio.

Para el propósito del presente proyecto, la violencia se puede resumir como el acto directo o indirecto que causa daño físico o psicológico a una persona o un grupo de personas. En varias partes del presente proyecto de titulación se encontrará separada la violencia de la delincuencia, debido a que existen actos de violencia que no se encuentran tipificados como delitos; por ejemplo: las culturas ancestrales cometían actos violentos que eran aceptados dentro de una sociedad. Los delitos se pueden entender como la acción u omisión que cause daño físico o moral a una persona o colectividad y que se encuentra tipificada y penada legal o moralmente dentro de una sociedad.

Dentro del Código Penal y del Código de Procedimiento Penal ecuatorianos, se diferencian los delitos de las contravenciones en la cuantía que representan los robos contra la propiedad/patrimonio o el tiempo de incapacidad en las lesiones o agresiones[2].

[2] Las reformas al Código Penal y Código de Procedimiento Penal influyen sobremanera en las denuncias registradas en la Fiscalía, debido a que las contravenciones (infracciones de menor impacto) se las denuncian en Comisarías y estas infracciones no son penadas con reclusión.

Según informes de la CEPAL[3], los países de América Latina y el Caribe superan, por mucho, los índices de violencia y criminalidad a países de otras regiones de América del Norte y Europa; la inseguridad ciudadana producto de la violencia y delincuencia son problemáticas que mantienen relación directa o indirecta con factores de desarrollo social y económico e inclusive histórico.

"No es posible entender la violencia si no se hace referencia a la historia de cada uno de los países" (Salama Pierre, 2008). Tanto en América Latina como el Caribe, el desarrollo de la sociedad Latinoamericana ha sufrido de varios factores violentos como la esclavitud, el proceso de colonización, la discriminación racial, corrupción, etc. Estos tipos de violencias estructurales han marcado, de cierta manera, comportamientos y actitudes violentas que incluso se han "naturalizado" y concebido hasta la actualidad como normal; por ejemplo, la violencia contra la mujer en relaciones de pareja.

Si bien la dinámica delictual obedece a múltiples causas, también es importante desagregar las características de la violencia para poder entenderla de mejor manera; es decir, a la violencia viéndola desde una perspectiva macro, reduce posibilidades de generar hipótesis directas, debido principalmente al gran espectro que ésta tiene, que puede ir desde: violencia por discriminación racial, pasando por violencia intrafamiliar y de género, asaltos, robos, agresiones, secuestros, hasta llegar a los homicidios voluntarios o asesinatos. Además de esta posible desarticulación, es imprescindible tomar en cuenta los factores ambientales que hacen que el tiempo y el espacio sea el más propicio para que se cometan actos violentos o criminales. Esta teoría conocida como "La teoría de las ventanas rotas" desarrollada por George L. Kelling y Catherine Coles, habla acerca de que las conductas o comportamientos inmorales o incívicos, son más intensos en zonas menos intervenidas; es decir, que el reflejo del entorno contagia a las personas a comportarse de manera más o menos violenta, dependiendo del estado del mismo. Esta teoría se la aplica debido que existen, en el DMQ, políticas públicas concentradas en construir espacios públicos seguros: parques, vías, aceras, eventos públicos, etc., que

[3] Comisión Económica para América Latina y el Caribe

de manera directa o indirecta generan sensación de seguridad al estar bien adecuados y vigilados.

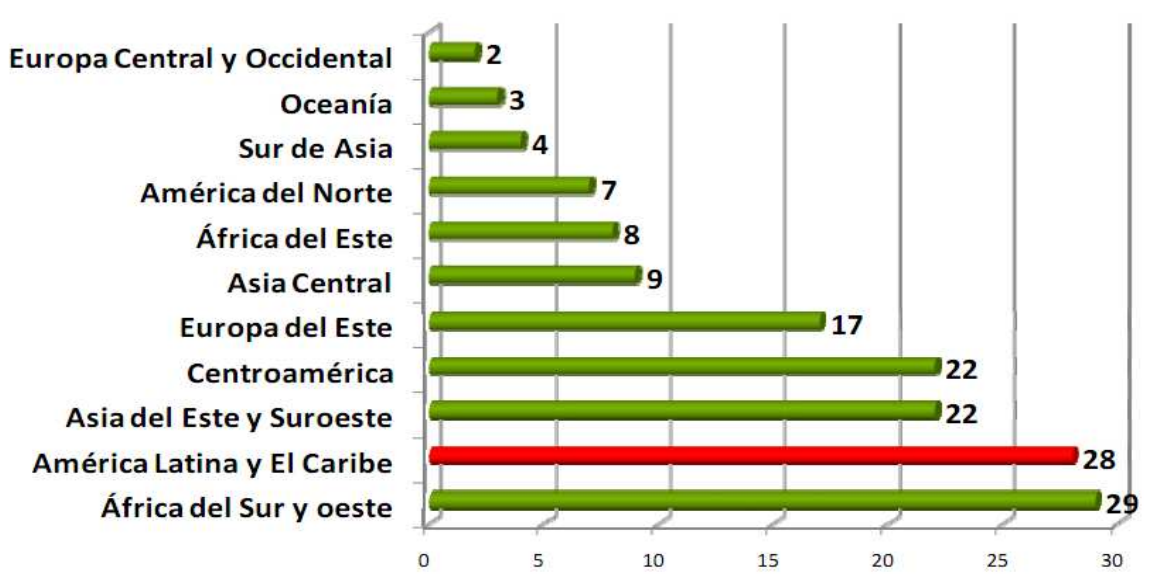
La multicausalidad del delito es otro factor a tomar en cuenta cuando se realizan análisis de seguridad ciudadana. De manera intuitiva ésta multicausalidad conforma una temática a abordar y que no tiene objeción de ser tratada; ha sido debatida ampliamente por muchos sectores de la sociedad.

“Metodológicamente no se puede entender la violencia sino desde su condición plural; que los procesos inherentes a las violencias no pueden captarse desde visiones reduccionistas, deterministas o lineales provenientes de la causalidad –única o múltiple (factores de riesgo)- y que tampoco se puede creer, por ejemplo, que la violencia proviene de la pobreza o de la desigualdad social. Ni lo uno ni lo otro nos dice nada si no es en relación a cada una de las violencias” (Carrión Fernando, 2007).

La multicausalidad de la violencia y el amplio espectro de la misma, dificulta la generación de políticas públicas eficientes, acertadas y que conciben un verdadero impacto en la sociedad (Salama Pierre, 2008, p.6-11). En general, la multicausalidad es un tema complejo en donde intervienen variables que afectan la inseguridad de forma directa e indirecta; además, se encuentra ligada a realidades particulares de orden local e inclusive desagregada dentro del ámbito local. El DMQ, que se encuentra dividido geográfica, administrativa y políticamente en ocho zonas administrativas; en cada una de éstas se pueden mostrar problemáticas diferenciadas.

La violencia es difícil cuantificarla y medirla en su totalidad; por esto, la forma de medirla a nivel mundial es la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes, debido principalmente a que se trata de la forma máxima de expresión de la violencia o criminalidad. A nivel mundial, Latinoamérica es una de las regiones con más altos índices de violencia como lo muestra el siguiente gráfico.

Gráfico 1.1. Tasa de homicidios por cada cien mil habitantes por regiones del mundo

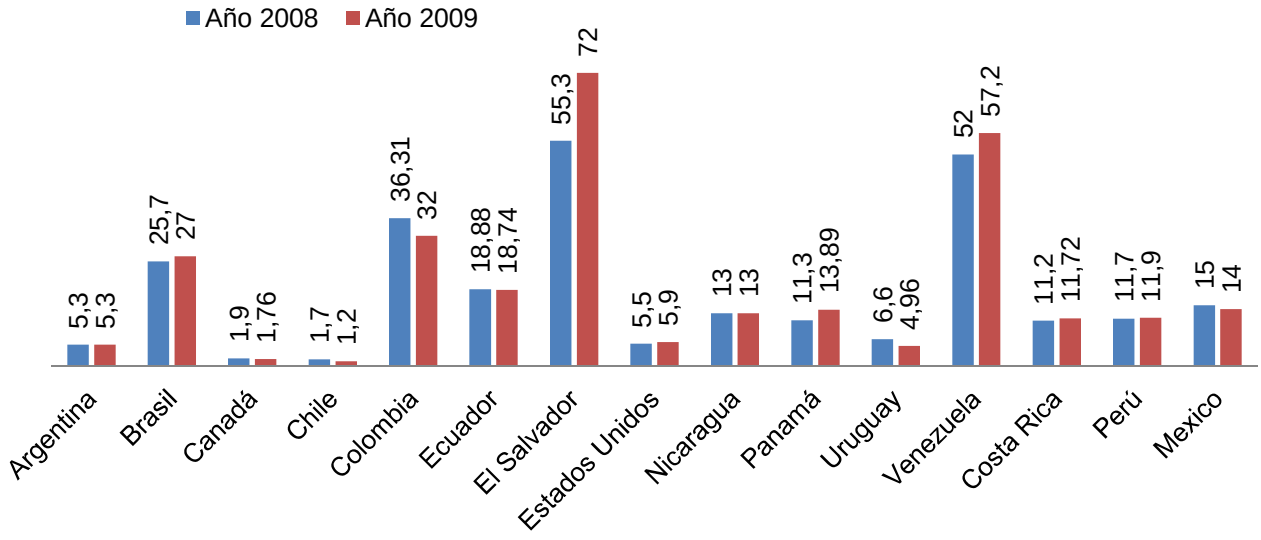


Fuente: Corporación Andina de Fomento

La tasa de homicidios en la región de América Latina y el Caribe es cuatro veces mayor que la de América del Norte y es superada únicamente por la tasa de países que conforman la región de África del Sur y Oeste; como se explicó anteriormente, la inseguridad es un tema muy complejo que obedece a dinámicas particulares, pero existen factores comunes dentro de estas sociedades como es la desigualdad social; es por esto que organizaciones no gubernamentales encargadas de velar por el desarrollo de los países subdesarrollados, apuntan sus políticas e inversión a estos dos temas principalmente: la inseguridad ciudadana medida por la tasa de homicidios y la desigualdad social medida por el coeficiente de GINI.

Estas mediciones se las han desarrollado desde hace dos décadas y se aprecia en América Latina un crecimiento sostenido desde los últimos diez años, con un promedio de aproximadamente 23 homicidios por cada cien mil habitantes y un crecimiento anual del 4%. La Organización Mundial de la Salud, OMS, considera como epidemia los homicidios si superan una tasa de 8 homicidios por cada cien mil habitantes, situando a la problemática de inseguridad en muchos países de América Latina muy por encima de los límites considerados como normales, como lo muestra el siguiente gráfico.

Gráfico 1.2. Tasa de homicidios por cada cien mil habitantes en América 2008 y 2009



Fuentes:

Ecuador: Dirección Nacional de Policía Judicial, Dirección General de Operaciones, INEC, Colombia: Policía Nacional de Colombia, Perú: Policía Nacional BID, Costa Rica: Organismo de Investigación Judicial OIJ, Chile: Ministerio del Interior, México: Policía Nacional Mexicana, Argentina: Ministerio de Justicia y Seguridad, Canadá: www.diariocanada.com, EL Salvador: Policía Nacional, Estados Unidos: www.spaniards.es, Nicaragua: www.spaniards.es, Panamá: Policía Nacional, Uruguay: Observatorio de Violencia y Criminalidad, Venezuela: Observatorio Venezolano de la Violencia.

Elaboración: Unidad Ejecutora Especializada.

Existen cuatro países de la región que sin duda marcan la tendencia de América latina y el Caribe: Venezuela, El Salvador, Colombia y Brasil, los cuales se encuentran muy por encima de la media regional. Es importante nombrar dos factores particulares que afectan de manera sustancial estas tasas de homicidios, como son la presencia del narcotráfico y la proliferación de pandillas juveniles.

Sin duda, la urbanización es un factor relevante para la concentración y proliferación de la delincuencia. A nivel de Latinoamérica las ciudades más importantes, tanto en población como en economía, concentran la mayor

cantidad de crímenes; así podemos citar a Caracas con la mayor tasa de homicidios por cada cien mil habitantes de las ciudades de Sur América, 120 en el 2008, y representa aproximadamente un 23% de los homicidios en Venezuela[4]. Colombia vive una realidad urbanística criminal dividida en tres ciudades: Bogotá, Medellín y Cali; las tres concentran el 26% de la población y el 32% de los homicidios que se producen en el País[5]. En ecuador, el 46% de la población urbana se concentra en tres ciudades: Quito, Guayaquil y Cuenca, y se produjeron en el 2010 el 43% de los homicidios del País. Tanto la urbanización como la proliferación de la delincuencia que se producen en las zonas urbanas se relacionan de manera directa con los índices de criminalidad; sin embargo, es importante decir que en las regiones rurales se producen otro tipo de fenómenos delictivos, menos evidenciados generalmente, como es el abigeato, la violencia intrafamiliar y de género, justificadas estas últimas por las mismas personas, como un problema de cultura o arraigo.

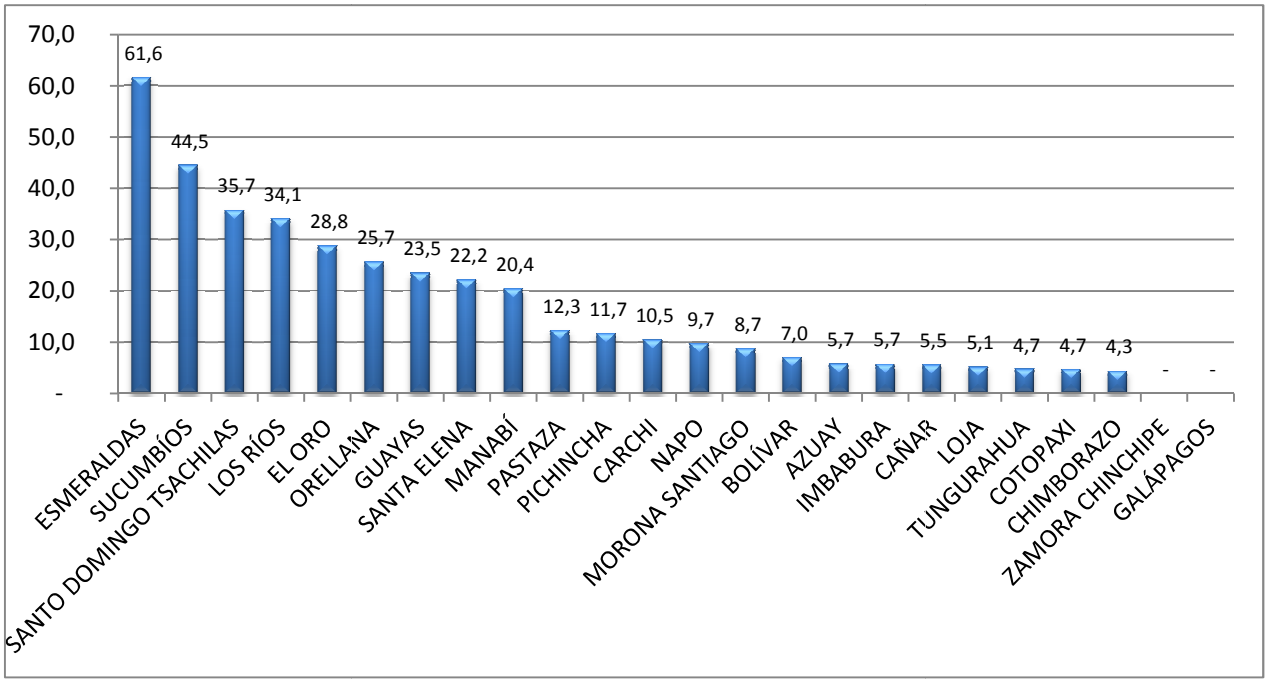
1.2. Violencia e inseguridad en el Ecuador

La inseguridad en el Ecuador desde hace una década, ha formado parte de los principales ejes de las agendas políticas de los gobiernos de turno. Los altos índices de violencia y criminalidad, la intensa campaña de los medios de comunicación por realzar los hechos delictivos de mayor impacto relacionados de manera directa con la percepción de inseguridad que se desarrollan en el medio ambiente, los estigmas que se generan alrededor de diferentes problemáticas sociales y culturales, las relaciones económicas y de poder que se forman a la par del desarrollo urbano, han detonado hoy en día en poner en la palestra a la inseguridad ciudadana como uno de los principales temas que aqueja a la ciudadanía y que imposibilita un crecimiento acelerado del desarrollo económico y social del Ecuador. Una breve estimación de los costos de la violencia en el país da cuenta que significa más del 25% del presupuesto Nacional en el 2007; alrededor de dos mil millones y medio de dólares (Carrión Fernando, 2007).

[4] Fuente: División de Estadística CICPC. Cálculos: Centro para la Paz y los Derechos Humanos UCV.
[5] Fuente: DANE, Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, Colombia

Como se explicó en la anterior sección, la inseguridad ciudadana se concentra en las áreas urbanas y el indicador universal para medir la violencia es la tasa de homicidios. Las tres principales ciudades del país en población, economía y desarrollo, concentran la mayor cantidad de homicidios, como se muestra en el mapa 1; sin embargo, es importante aclarar que las tasas de homicidios más altas del País se encuentran en provincias fronterizas como Esmeraldas, Sucumbíos y Santo Domingo, como se muestra en el siguiente gráfico.

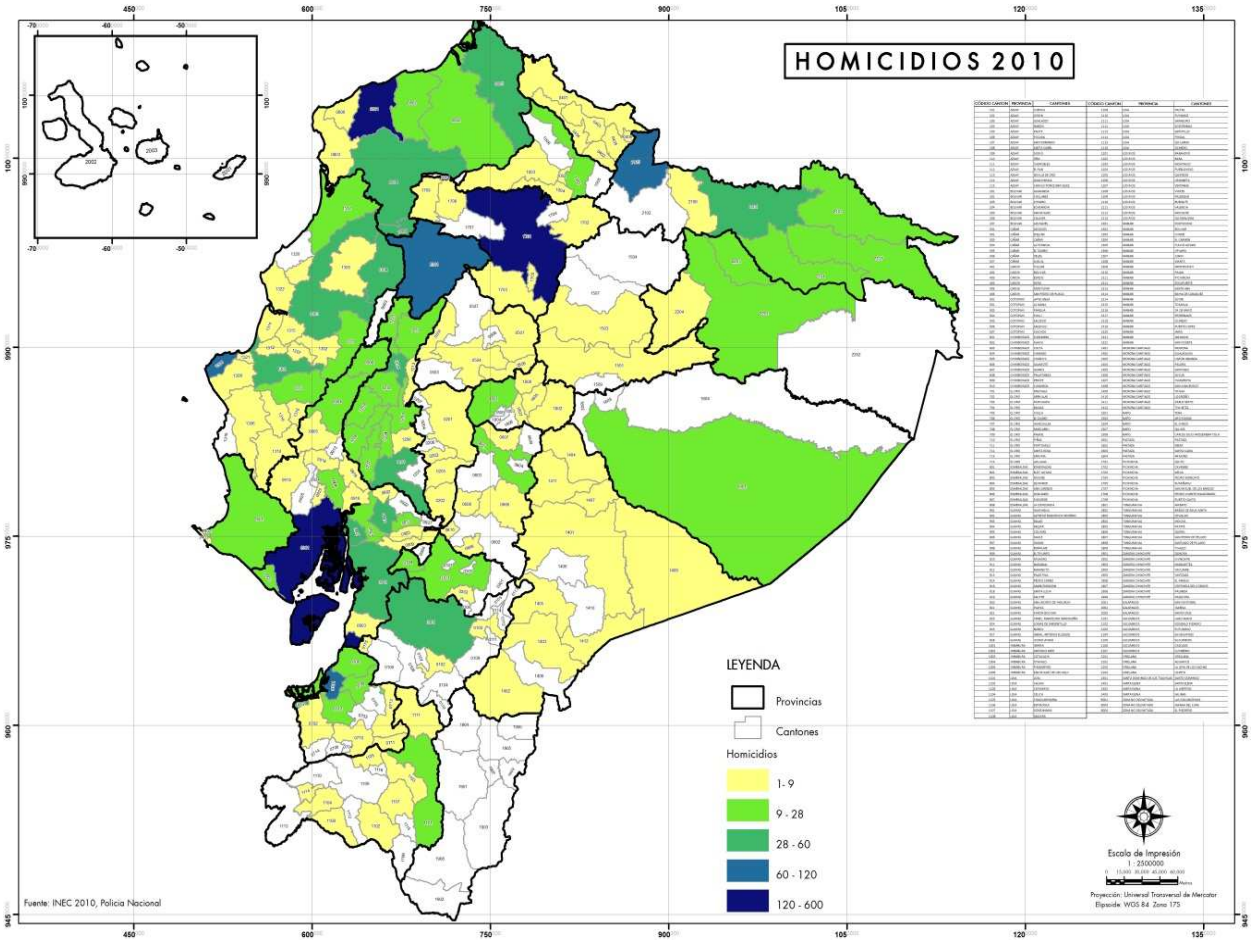
Gráfico 1.3. Tasa de homicidios por cada cien mil habitantes en el Ecuador 2010 por provincias.



Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana, 2011

La concentración y proliferación del delito obedecen a factores particulares de cada provincia y ciudad, y los fenómenos delictuales son diferentes entre cada una de las ciudades. Así, se pueden mencionar las diferencias entre Quito y Guayaquil; se caracteriza a la primera por los asaltos y robos tanto a personas, principalmente en el espacio público, como también el robo a domicilios y locales comerciales; mientras que, la segunda ciudad nombrada tiene un problema de asesinatos y en los últimos años se ha venido evidenciando el problema de sicariato.

Mapa 1. Frecuencia de los Homicidios en el Ecuador en el 2010.

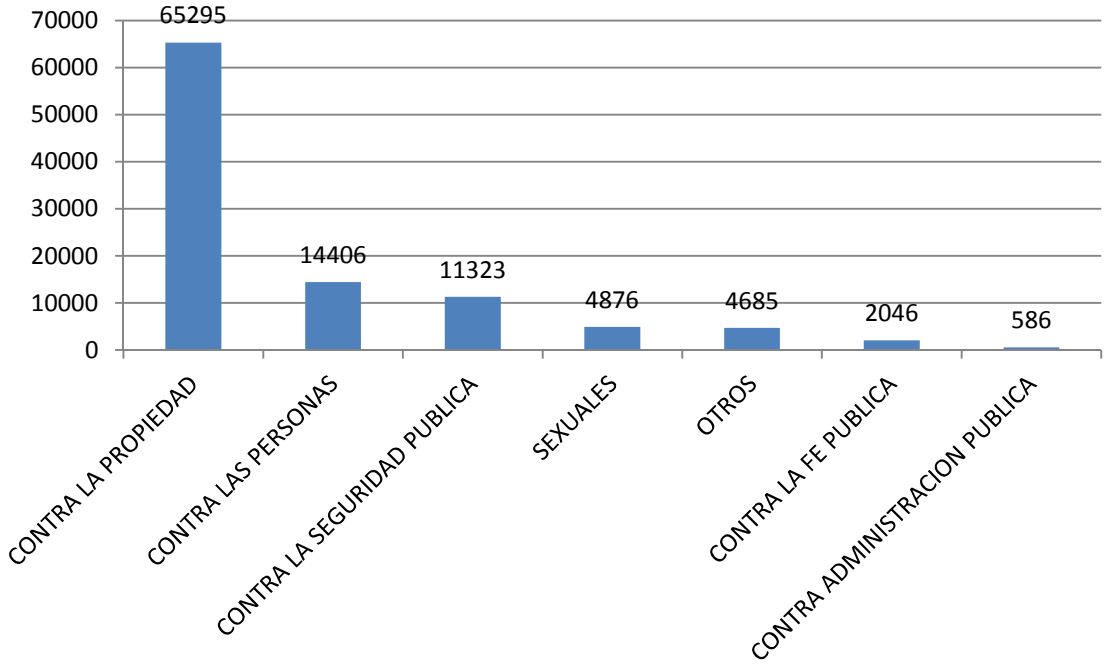


Fuente: Dirección Nacional de la Policía Judicial

Elaboración: Alejandro Vizuete y David Villalba

A continuación se presentan los delitos denunciados en la Fiscalía General del Estado, en el 2010, con la finalidad de evidenciar cuáles son los delitos con mayor incidencia; es importante mencionar que la clasificación delictual siguiente se encuentra estipulada dentro del Código Penal Ecuatoriano.

Gráfico 1.4. Delitos denunciados en el 2010 en el Ecuador.

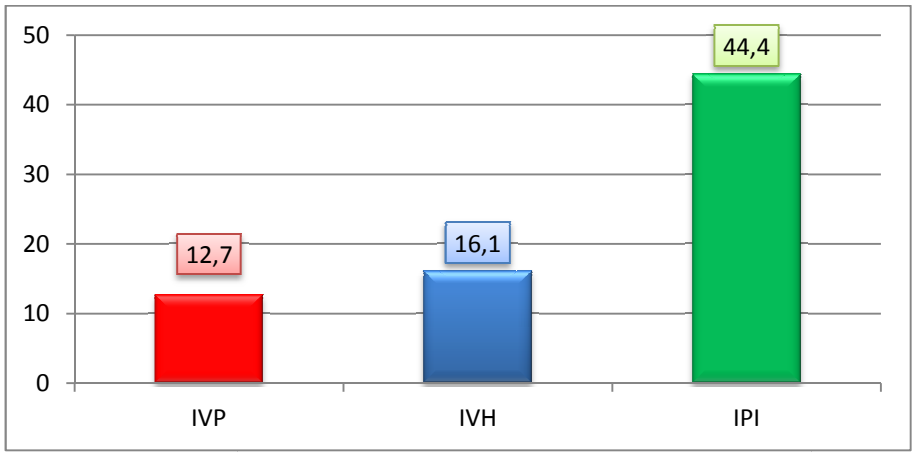


Fuente: Dirección Nacional de la Policía Judicial
Elaboración propia

El 63% de todos los delitos denunciados en la Fiscalía son contra la propiedad; estos contemplan los robos y hurtos contra las personas principalmente, a domicilios, locales comerciales, automotores, estafas y extorsiones. Es importante mencionar que existen delitos considerados de mayor connotación social debido al impacto y al nivel de violencia que representan, como son los delitos sexuales y contra las personas; en este último caso se contemplan los homicidios, suicidios, intentos de homicidios, agresiones y lesiones, plagio y secuestro. Por lo tanto, no quiere decir que sean menos importantes por la menor incidencia que representan frente a los delitos contra la propiedad.

A este tipo de información se la conoce como las cifras oficiales, mientras que las no oficiales provienen de una investigación por muestreo. En el Ecuador se han realizado dos encuestas Nacionales de victimización y percepción de inseguridad, en el 2008 y 2011; de esta última, hasta la fecha no se han publicado resultados por lo que se realiza un breve análisis de la encuesta presentada en el 2008.

Gráfico 1.5. Índice de victimización a personas (IVP), a hogares-vehículos (IVH) e índice de percepción de inseguridad (IPI) 2008 en el Ecuador.



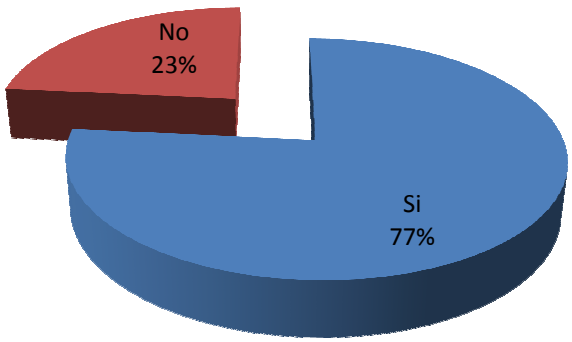
Fuente: Unidad Ejecutora Especializada, Ministerio del Interior 2008

Elaboración propia

Es importante observar que a nivel nacional, los delitos contra hogares y vehículos superan a los cometidos contra las personas, generalmente en el espacio público; sin embargo, la sensación de temor de las personas se incrementa casi cuatro veces. Es importante mencionar que el índice de victimización a personas IVP, aborda problemáticas particulares como el robo con fuerza y sin fuerza, así como ataques y amenazas a personas mayores de 16 años; mientras que el índice de victimización a hogares y vehículos IVH, toma en cuenta los delitos o contravenciones que se producen dentro del hogar o vehículo y, por último, el índice de percepción de inseguridad aborda temáticas como la importancia de la inseguridad, conversaciones sobre la problemática, cuán seguros se sienten las personas en su barrio, casa o auto.

Las encuestas de victimización y percepción fueron creadas hace más de una década, y tienen una constante evolución en la afinación del instrumento de recolección y metodologías de abordaje. Uno de los principales objetivos de la investigación por muestreo es obtener la llamada “cifra negra” que corresponde a los delitos o contravenciones por asalto, robo y hurto a la propiedad o patrimonio, así como las agresiones y lesiones cometidas en un determinado período de tiempo y que no son denunciadas.

Gráfico 1.6. Porcentaje de denuncias 2008 en el Ecuador.



Fuente: Unidad Ejecutora Especializada, Ministerio del Interior 2008.
Elaboración propia

Aproximadamente el 23% de las personas que fueron víctimas de robo con fuerza en el Ecuador, no denunciaron el hecho a la policía, Fiscalía, o Comisarías Nacionales; una de las principales razones por la cual no lo hacen es por la desconfianza que existe en el aparato judicial y la ineficiencia de la Policía Nacional, según la misma encuesta.

Existe un debate a nivel político y académico acerca de la utilización de las encuestas de victimización y percepción de inseguridad frente a la información de las fuentes oficiales; en efecto, existe el debate debido a que no se comprende bien aún en el país, que los dos tipos de información no son diferentes sino complementarias; esta última da cuenta del porcentaje de personas que realmente son víctimas de los principales delitos, pero a la vez no se puede obtener de esta información un nivel tan desagregado como lo que se tiene con la información de fuentes oficiales, además de poder contar con información de la ubicación exacta del evento y de esta manera poder georreferenciar y contar con las coordenadas, lo cual permite tener un nivel diferente de análisis de información, que es en lo que se basa el presente proyecto de titulación.

Para realizar un análisis geoestadístico de la problemática de seguridad ciudadana se necesita de información georreferenciada, la que el OMSC, ha venido produciendo desde hace casi una década. Este tipo de información representa un insumo importante para realizar análisis espaciales complementados con estadística descriptiva[6]. Sin embargo, esta información está siendo sub-utilizada, debido a que el análisis que se puede producir con ella puede ser mucho más profundo y productivo; es por esto que, el incentivo de realizar este tema de investigación para la obtención de título de Ingeniero Matemático de la Escuela Politécnica Nacional, surge del intento de poner en práctica análisis de índole social puntuales que puedan servir para una toma de decisiones adecuada en política pública.

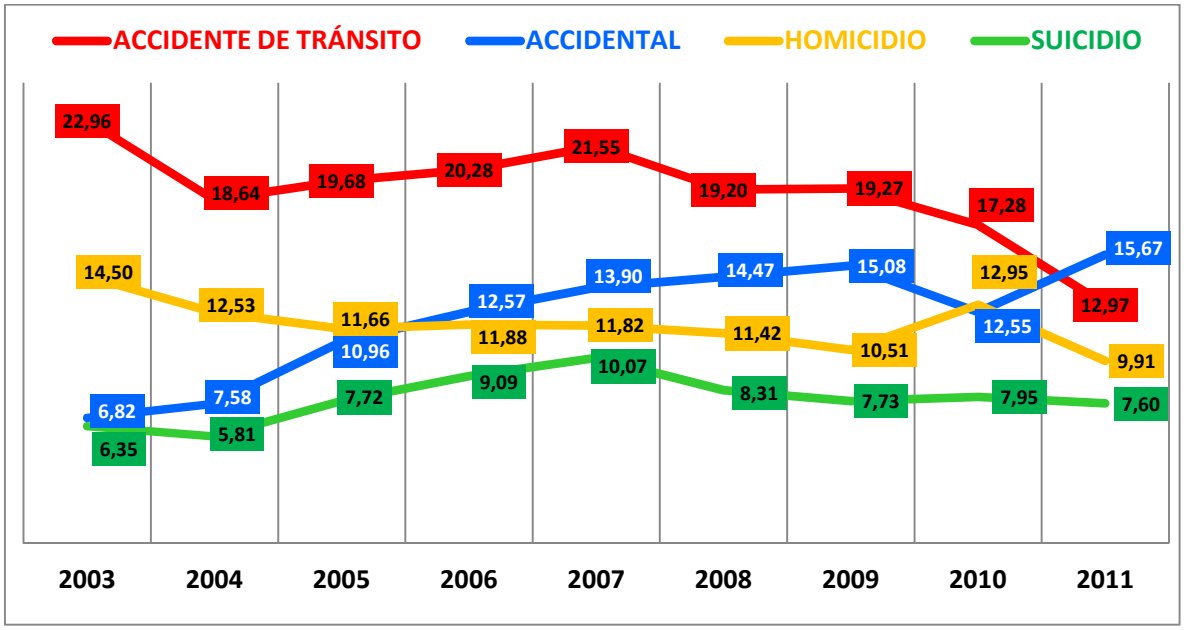
1.3. Violencia e inseguridad en el DMQ

La realidad que se presenta en el DMQ con respecto a inseguridad, violencia y delitos, se concentra en ciertas problemáticas como los robos a personas, locales comerciales y domicilios, accidentalidad vial y homicidios. Esta priorización ha sido factible identificarla debido a la información originada en la última década por el (OMSC).

Uno de los indicadores de violencia de mayor impacto, sin duda, representan las muertes por causas externas o muertes violentas, que pueden ser de manera intencionada o provocadas, como son los homicidios y suicidios, y las no provocadas como las causadas en los accidentes de tránsito y las muertes accidentales; en estas últimas, se incluyen los fallecimientos en el sector laboral, muertes en infantes de manera fortuita, etc. A continuación se muestra el comportamiento anual de la tasa de muertes violentas por cada cien mil habitantes en el DMQ.

[6] El OMSC se creó en el año 2003 con la finalidad de brindar asesoramiento al gobierno local sobre política pública. Hasta la actualidad se han realizado 16 Informes de Seguridad Ciudadana, los cuales se pueden descargar de la siguiente dirección: www.OMSC.quito.gob.ec

Gráfico 1.7. Comportamiento anual de la tasa por cada cien mil habitantes de muertes violentas DMQ 2003 – 2011.



Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana 2011

Elaboración: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana

El comportamiento anual en la última década de las muertes por causas externas en el DMQ evidencia que la principal causa de muertes violentas hasta el 2010, es la causada en eventos de tránsito; generalmente se produce por atropellos en un 70%.

Para el 2010, la segunda causa de muertes violentas en el DMQ son los homicidios, con aproximadamente 13 por cada cien mil habitantes; si bien esta representa una tasa inferior a la media nacional 18,6 y de la región 28, no deja de ser preocupante el hecho que en promedio se efectúen cerca de 250 homicidios anuales. El año 2011 se presenta con una disminución considerable en la tasa de homicidios en casi tres puntos; esta se atribuye, entre otras razones, a la coordinación interinstitucional y la utilización de la información georreferenciada proporcionada por el OMSC y utilizada por la Policía Nacional[7].

[7] Esta reflexión es tomada del Décimo Sexto Informe de Seguridad Ciudadana del OMSC, en el que se evidencia en los mapas cartográficos, la reducción y desplazamiento de las zonas o lugares donde existía, hasta el 2010, concentraciones de este fenómeno delictual.

1.3.1. Homicidios

Como se explicó en la primera parte de este capítulo, la violencia es medida a nivel internacional por la cantidad de homicidios con respecto a la población de cada región, país o ciudad (tasa de homicidios por cada cien mil habitantes); además que, el hecho de que una persona de muerte a otra con premeditación y alevosía genera una connotación social superior a otros actos de violencia. A continuación se realiza un análisis multivariante desde un enfoque epidemiológico para entender de mejor manera este fenómeno social.

Dentro de la información obtenida del OMSC, se cuenta con información de los homicidios ocurridos dentro del DMQ desde el 2009 al 2011 y con diferentes variables como: edad, sexo, causa, arma, día y horario, que servirán para tener un mejor panorama de problemática.

El análisis factorial de correspondencia múltiple AFCM permitirá estudiar las relaciones existentes entre las cualidades de cada variable. Utilizando el paquete estadístico SPSS se tienen los siguientes resultados.

Tabla 1.1. Variables que intervienen en el análisis.

NOMBRE DE VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	CATEGORÍAS
Sexo	Nominal	Femenino
		Masculino
Edad	Ordinal	0 – 15
		16 – 30
		31 – 46
		47 – 61
		62 – 77
		> 77
Arma o Medio	Nominal	Blanca
		Contundente
		De fuego

		Estrangulación
		Otras
Móvil o Causa	Nominal	Asalto Robo
		Riñas
		Venganza
		Violencia Familiar
		Otras
Día	Nominal	Lunes
		Martes
		Miércoles
		Jueves
		Viernes
		Sábado
		Domingo
Horario	Nominal	Madrugada
		Mañana
		Tarde
		Noche

Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana
Elaboración propia

El análisis descriptivo permite observar en las variables de tipo nominal u ordinal, el comportamiento de las categorías dentro de cada variable de manera independiente, mientras que por medio del análisis multivariante se pueden observar las interrelaciones que existen entre las categorías de más de una variable en conjunto; es importante mostrar que, a medida que se incrementa la cantidad de variables, disminuye el grado de comprensión de la temática; por esta razón, para el estudio de este fenómeno desde un enfoque epidemiológico, las variables mostradas en la tabla 1.1, representan las más importantes y que explican de mejor manera el fenómeno.

Tabla 1.2. Resumen del Modelo AFCM de homicidios

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada	
		Total (Autovalores)	Inercia
1	.614	2.049	.341
2	.497	1.706	.284
Total		3.755	.626
Mean	.561[a]	1.877	.313

a. El Alfa de Cronbach Promedio está basado en los autovalores promedio.

Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana
Elaboración propia

Por la cantidad de variables, se decidió mostrar el análisis de correspondencia múltiple en dos dimensiones debido a que al realizar la corrida del modelo se obtiene que, las dos primeras dimensiones acumulan más del 60% de la varianza explicada. Además, el coeficiente *alpha de Cronbach*[8], que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida, se acerca a lo que se considera como aceptable[9]. Sin embargo en este caso, se realizaron varios ejercicios, descartando las variables menos correlacionadas, dando como mejor resultado, el que se describe. Además, los resultados que se obtienen del modelo y que se presentan más adelante, son coherentes y describen las características delictuales de los homicidios que se presentan en el DMQ, de manera adecuada.

[8] Se entiende como una medida de correlación entre los ítems o variables transformadas descritas en la tabla 1.1, con un rango entre cero y uno; mientras más cercano a uno, existe una mejor relación entre las variables

[9] En determinados contextos y por tácito convenio, se considera que valores del alfa superiores a 0,7 o 0,8 (dependiendo de la fuente) son suficientes para garantizar la fiabilidad de la escala. Consultado el 25 de Octubre de 2012 en la dirección electrónica: http://es.wikipedia.org/wiki/Alfa_de_Cronbach

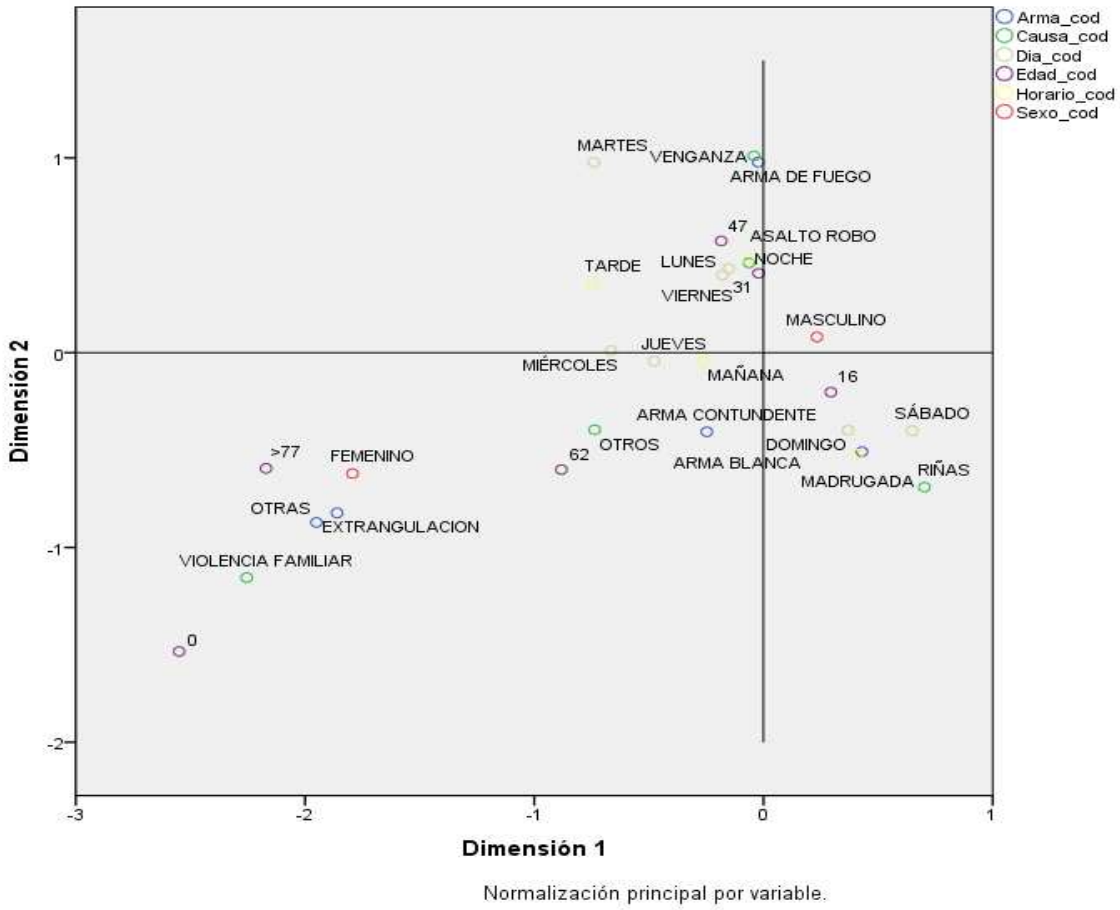
Tabla 1.3. Medidas de discriminación del AFCM

	Dimensión		
	1	2	Promedio
Sexo de la víctima	.472	.051	.261
Día del hecho	.207	.229	.218
Horario del hecho	.142	.199	.171
Arma o medio	.412	.526	.469
Móvil o causa	.484	.529	.506
rango de edad de la víctima	.332	.171	.252
Active Total	2.049	1.706	1.877

Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana
Elaboración propia

Las medidas de discriminación en cada dimensión muestran que la variable sexo se encuentra poco representada en la segunda dimensión, por lo que al analizar el diagrama conjunto de categorías es importante tener en cuenta las relaciones que se generen en esa dimensión. Por otro lado, tanto el arma/medio como el móvil/causa se encuentran mejor representadas en el plano cartesiano, por lo que las relaciones que se generen entre sus categorías resultan ser mejores que el resto de variables.

Gráfico 1.8. Diagrama conjunto de puntos de categorías



Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana
Elaboración propia

Las relaciones existentes entre las distintas categorías de las variables introducidas en el modelo, muestran claramente cuatro tipos de escenarios que se describen a continuación:

- Los homicidios por venganzas se encuentran vinculados principalmente con el arma de fuego y se realizan con mayor frecuencia los días martes; las víctimas por lo general son personas entre 47 y 61 años.

- Los homicidios causado por riñas se producen, generalmente, con arma blanca, los sábados y domingos en la madrugada; las personas entre 16 y 31 años son las más afectadas.

- Los asaltos y robos, en la que se produce la muerte de la víctima, se producen con mayor frecuencia los lunes y viernes en la noche, por lo general a hombres entre 47 y 61 años.

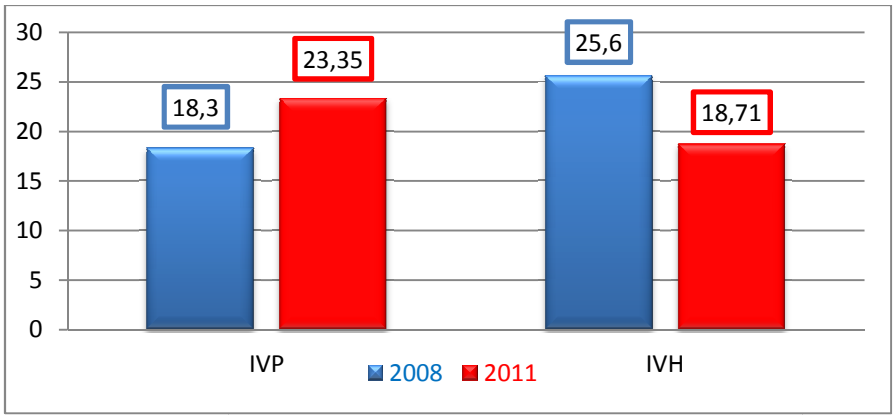
- Los homicidios por violencia familiar, por otro lado, se producen generalmente por estrangulación, en el que las víctimas son generalmente mujeres.

Las dinámicas delictuales que acontecen en el DMQ, hacen que el análisis de seguridad ciudadana se enfoque no solamente en los homicidios, sino también en los asaltos y robos a personas y los robos a domicilios.

1.3.2. Asaltos y robos a personas y propiedad.

Como se explicó anteriormente, las fuentes de información juegan un papel fundamental y tanto las oficiales (noticias delictuales), como las no oficiales (encuestas de victimización y percepción de inseguridad) complementan el análisis de seguridad ciudadana. En este contexto, se presentan los índices de victimización a personas y hogares de las encuestas aplicadas en el DMQ en los años 2008 y 2011.

Gráfico 1.9. Índice de victimización a personas y hogares-vehículos 2008, 2011 en el DMQ.



Fuente: Encuesta de Victimización y Percepción de Inseguridad en el DMQ 2011 del OMSC
Elaboración propia

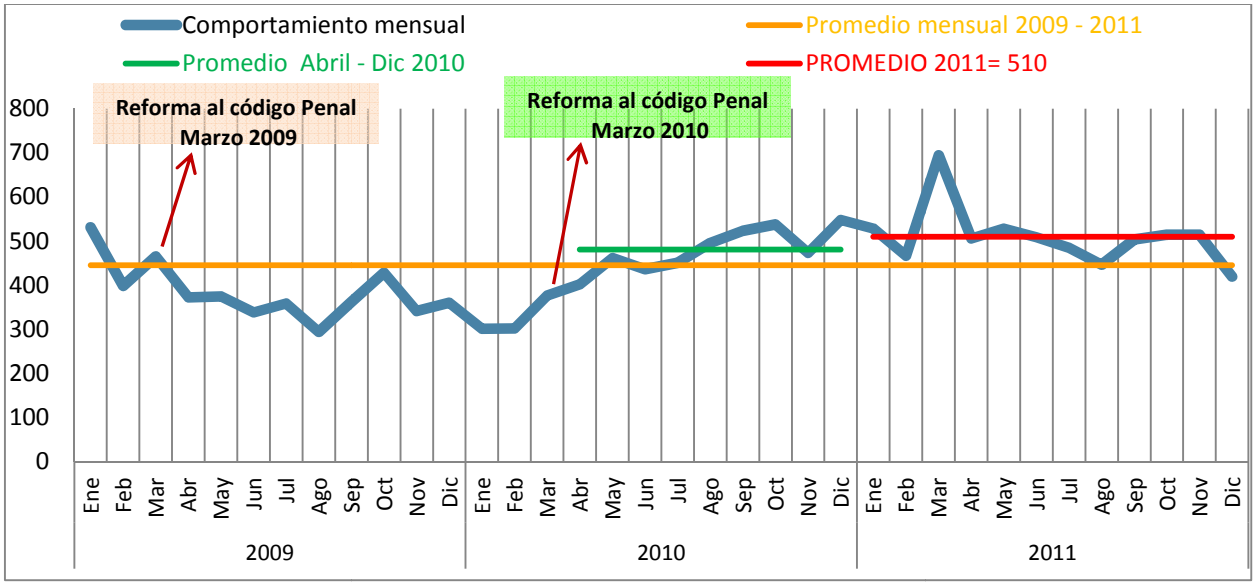
La periodicidad de las encuestas de victimización y percepción de inseguridad en el DMQ ha sido muy irregular; esto significa que mediante este tipo de herramientas no se puedan evaluar proyectos de seguridad ciudadana al corto y mediano plazo; también existen limitaciones en la inclusión de diferentes tipos de fenómenos delictuales. Por otro lado, la cantidad de delitos y contravenciones no denunciadas, así como la medición de la confianza institucional y la cuantificación de los múltiples y diferentes tipos de victimizaciones, representan componentes que justifican la elaboración de dichas encuestas y complementan la información que se obtienen de registros oficiales.

Ahora, el nivel de detalle o desagregación de la información que se puede obtener de parte de los registros oficiales (denuncias de delitos) es mayor, y es por esta razón que el análisis de seguridad ciudadana se basa principalmente en los datos de denuncias en la Fiscalía General del Estado.

El código penal ecuatoriano identifica claramente dos tipos de delitos dentro del capítulo de delitos contra el patrimonio: el robo y el hurto, y se diferencian por la agresión con la que se comete, que puede ser contra las personas o el patrimonio. Sin embargo, el OMSC hace una diferenciación en la categoría

judicial de robo, desagregándola entre asalto y robo; la primera ocurre cuando existe violencia física o psicológica contra las personas mientras, que en la segunda se violenta al patrimonio o la propiedad.

Gráfico 1.10. Comportamiento mensual de asalto y robo a personas 2009, 2010 y 2011 en el DMQ.



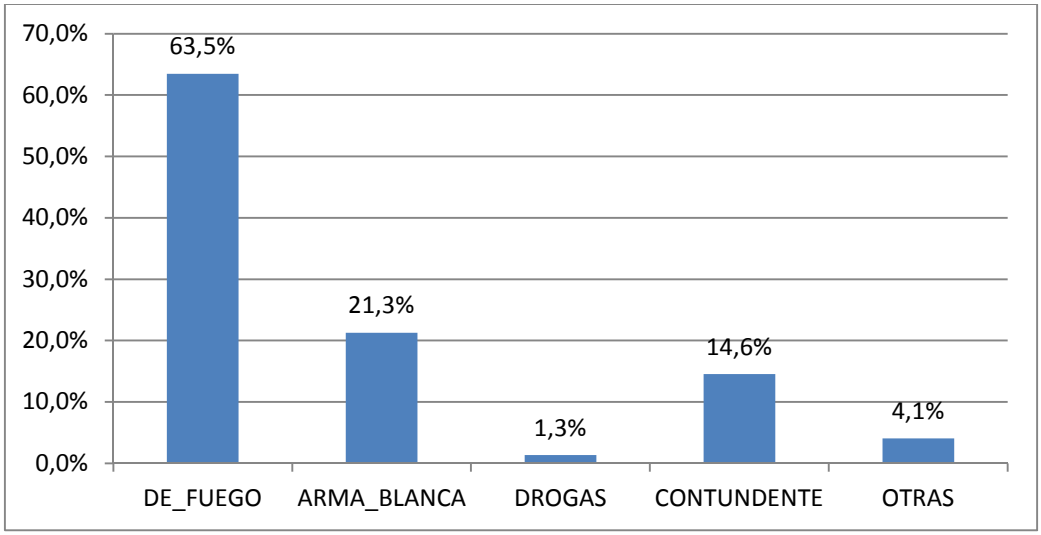
Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana.
Elaboración propia

Como se observa en la serie temporal, ocurrieron dos acontecimientos que hicieron que la misma fluctúe de manera drástica. En marzo del 2009 existió una reforma al código penal, en donde se consideraban contravenciones de acción privada los robos por montos inferiores a tres salarios mínimos vitales; es decir, aproximadamente USD 600; además, en marzo 2010 se efectuó otra modificación al mismo texto, en donde la cantidad monetaria que diferencia las contravenciones de los delitos se fija en el 50% del salario mínimo vital, en ese momento USD 146.

Ahora, es indiscutible que este tipo de delitos se ha incrementado en los últimos tres años, tanto por la información de denuncias, como por aquella de las encuestas de victimización y percepción de inseguridad en el DMQ. Es importante mencionar además, que el grado o nivel de violencia con que se

cometen los robos se ha incrementado con el tiempo, esto se puede decir ya que existe un incremento en el uso de armas y de violencia, generalmente física, para cometer estos ilícitos.

Gráfico 1.11. Arma usada en el asalto y robo a personas 2009, 2010 y 2011 en el DMQ.



Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana.
Elaboración propia

En los últimos tres años, el 63% de los asaltos y robos a personas se cometieron con algún arma de fuego en el DMQ; la efectividad para perpetrarlos, mediante esta modalidad, está relacionada de forma directa con los niveles de violencia. La ingenuidad o descuido de las personas, se han relegado como las principales formas de apropiarse del patrimonio de la gente.

Según cifras del OMSC, este fenómeno delictual ocurre por lo general en el espacio público; entendiéndose a este principalmente como: calles, vías públicas, parques, plazas y el sistema de transporte público, entre los principales.

Así, se necesita de acciones y decisiones, concretas y efectivas para reducir los índices de criminalidad. Es evidente que las responsabilidades recaen de manera directa en el ámbito de seguridad pública; por ende, son los gobiernos

de turnos, locales y central, quienes deben garantizar el bienestar personal, a través de políticas acertadas en el ámbito de seguridad ciudadana. Es importante, además, aclarar que la participación ciudadana juega un rol trascendental en la lucha para reducir los niveles de delincuencia.

Como se menciona al inicio, la información juega un papel sumamente importante, con la cual se pueden realizar diagnósticos de la problemática y brindar herramientas para la toma de decisiones. De esta manera, se identifican a continuación los perfiles más propensos a ser víctimas del asalto y robo.

Tabla 1.4. Tabla de contingencia de rangos de edad y sexo de víctimas de asalto y robo 2009, 2010 y 2011 en el DMQ.

			Sexo		
			FEMENINO	MASCULINO	Total
Rango de edad	6-15	Recuento	28	58	86
		% del total	.1%	.2%	.3%
	16-30	Recuento	2914	5203	8117
		% del total	11.6%	20.7%	32.2%
	31-46	Recuento	3397	7117	10514
		% del total	13.5%	28.3%	41.8%
	47-61	Recuento	1840	3205	5045
		% del total	7.3%	12.7%	20.0%
	62-77	Recuento	447	810	1257
		% del total	1.8%	3.2%	5.0%
	> 77	Recuento	56	97	153
		% del total	.2%	.4%	.6%
Total		Recuento	8682	16490	25172
		% del total	34.5%	65.5%	100.0%

Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana.

Elaboración propia

Tabla 1.5. Contrastación de relación de dependencia entre el sexo y la edad.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	39.121[a]	5	.000
Razón de verosimilitudes	39.229	5	.000
Asociación lineal por lineal	.144	1	.704
N de casos válidos	25172		

a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 29.66

Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana.
Elaboración propia

Con un p-valor de 0,000 se rechaza la hipótesis nula de independencia entre sexo y edad. Es decir, existe una diferencia significativa de perfiles de victimarios, siendo los más propensos a sufrir esta clase violencia los hombres entre 31 y 46 años, que representan el 28,3% de la población victimizada.

Tabla 1.6. Tabla de contingencia de día y horario de asalto y robo 2009, 2010 y 2011 en el DMQ.

			Horario				
			MADRUGADA	MAÑANA	TARDE	NOCHE	Total
Dia	LUNES	Recuento	147	504	567	1200	2418
		% del total	.9%	3.1%	3.5%	7.5%	15.1%
	MARTES	Recuento	126	429	573	1301	2429
		% del total	.8%	2.7%	3.6%	8.1%	15.2%
	MIERCOLES	Recuento	138	458	623	1453	2672
		% del total	.9%	2.9%	3.9%	9.1%	16.7%
	JUEVES	Recuento	213	464	577	1316	2570
		% del total	1.3%	2.9%	3.6%	8.2%	16.0%
	VIERNES	Recuento	242	441	667	1439	2789
		% del total	1.5%	2.8%	4.2%	9.0%	17.4%
	SABADO	Recuento	365	284	436	888	1973
		% del total	2.3%	1.8%	2.7%	5.5%	12.3%
	DOMINGO	Recuento	225	203	281	472	1181
		% del total	1.4%	1.3%	1.8%	2.9%	7.4%
Total		Recuento	1456	2783	3724	8069	16032
		% del total	9.1%	17.4%	23.2%	50.3%	100.0%

Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana.
Elaboración propia

En el anterior gráfico se pueden observar los días y horarios en los que se producen los asaltos con más frecuencia.

Tabla 1.7. Contrastación de relación de dependencia entre el sexo y la edad.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	519.876[a]	18	.000
Razón de verosimilitudes	464.472	18	.000
Asociación lineal por lineal	139.919	1	.000
N de casos válidos	16032		

a. 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 107.26.

Fuente: Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana.
Elaboración propia

Al igual que las variables edad y sexo, el día y el horario no son independientes entre si; de esta manera, se puede observar que son las noches, en las que los delincuentes aprovechan para cometer los asaltos y robos a personas y por lo general se producen entre semana, a diferencia de los homicidios que se producen con mayor frecuencia los fines de semana en horas de la madrugada, como ya se explicó anteriormente.

Este análisis descriptivo muestra ciertas características importantes de la problemática a tratarse; sin embargo, es insuficiente ya que se necesita del complemento espacial, que permita determinar los lugares de mayor incidencia delictiva. Es por esta razón que el presente proyecto se centra en la determinación de estos lugares de mayor incidencia delictiva.

CAPÍTULO 2

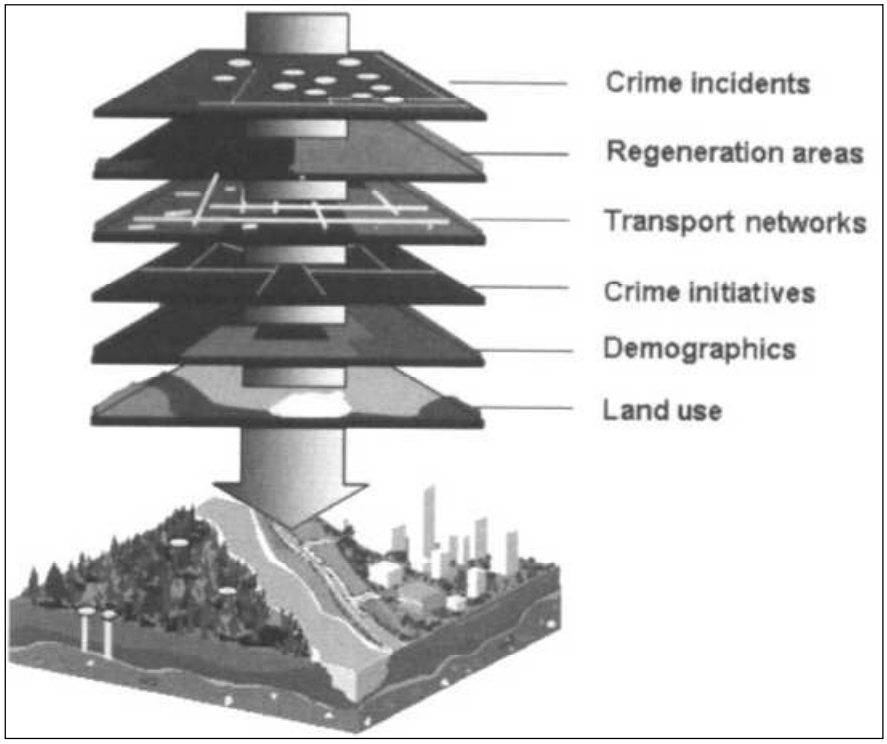
Fundamentos teóricos de las técnicas de Estadística Espacial

2.1. Sistemas de Información Geográficos

Los sistemas de información geográficos (SIG), más conocidos como GIS, por sus siglas en inglés, se desarrollaron aproximadamente a mediados del siglo XX, de manera formal. Un SIG se puede definir como una composición de varios elementos, como el software, datos geográficos, técnicas y herramientas de análisis de información que permiten, entre otras cosas, capturar, organizar, planificar, analizar y representar información georeferenciada. Si bien los SIG se fundamentan principalmente en la estructura del software, estos sistemas de información van mucho más allá; la información o el dato que se analiza, por ejemplo, depende del tipo de proyección, o el formato que puede ser tipo vector o *raster*. El análisis de la información que se pueda generar por medio de un SIG no depende únicamente de la destreza en el manejo de la herramienta informática, sino del conocimiento sobre la problemática. El objetivo que se busca, entre otros, es analizar, diseñar y planificar estrategias de desarrollo urbano, social, industrial, económico, científico, político o cultural.

Los análisis de información con herramientas geográficas, permiten tener un mejor entendimiento de la problemática, al superponer capas de información para observar relaciones de manera intuitiva (ver gráfico 2.1), y que permiten generar indicios de factores que inciden en la problemática. En el caso de la violencia y criminalidad, esta herramienta puede contrastar varios aspectos que pueden estar ocurriendo en el mismo espacio o territorio, generando hipótesis que den cuenta de factores que inciden en la proliferación de la delincuencia de manera positiva o negativa como, por ejemplo, la distribución del uso del suelo, población flotante, control policial, adecuación de las vías, acceso del transporte público, espacios públicos intervenidos, etc.

Gráfico 2.1. Análisis de información geográfica



Fuente: Chainey Spencer, Ratcliff e Jerry; GIS and Crime Mapping; Inglarerra 2005, Página 39.

Sin embargo, las hipótesis que se pueden generar a través de estos análisis deben contemplar niveles cuantificables de incidencia en la problemática, a través de pruebas de hipótesis, niveles de correlación estadística, validación de parámetros utilizados para las mediciones, etc. De esta manera se podrá generar información válida y oportuna que sirva como herramienta fundamental para la toma de decisiones.

Los SIG, como cualquier sistema informático, tienen limitaciones al momento de generar el análisis de información; por esto, el complemento que puedan ofrecer otras herramientas informáticas, como paquetes estadísticos especializados, generan un espectro mucho más amplio para determinar la incidencia o no de ciertos factores. Es importante anotar que, además de las herramientas informáticas complementarias, son varias las técnicas de orden estadístico, matemático, sociológico, antropológico, etc., que se pueden utilizar

para realizar un análisis profundo de la problemática de este caso, en particular.

2.2. Estadística Espacial

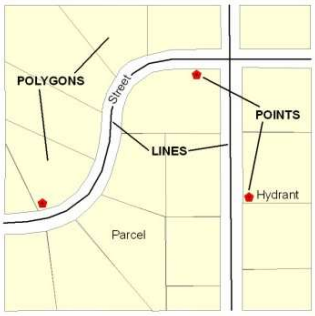
La estadística espacial como tal, está constituida por técnicas estadísticas utilizando información espacial y que se representan a través de un sistema de información geográfico. En las dos últimas décadas ha existido un crecimiento importante en el desarrollo de técnicas estadísticas utilizando el espacio como la base del análisis.

La diferencia con la estadística convencional viene de generar análisis estadístico de la variable georreferenciada, que puede ser una coordenada geográfica, y las cualidades que este factor posee; para ser más precisos, se puede denotar a $Z(x)$ como una variable aleatoria de orden n, que representa las cualidades de la posición $x \in D \subset \mathbb{R}^d$; generalmente y para el análisis que se realice en este proyecto se utilizará $d = 2$. De esta manera se entiende a la estadística espacial como el análisis del proceso estocástico: $\{Z(x): x \in D \subset \mathbb{R}^2\}$ donde x representará al plano cartesiano y el dominio D está limitado a todo el DMQ.

Dentro de la teoría criminológica o delictual, la representación visual mediante información estadística y geográfica es de suma importancia para determinar y priorizar los recursos en función de los tipos de delitos y de zonas de concentración de los mismos. Estas zonas de concentración delictual, más conocidas como “Hot Spots”, se las puede obtener mediante una gran variedad de técnicas estadísticas, donde la unidad de análisis es la información geográfica. El objetivo de este estudio se encuentra enmarcado en la determinación de los lugares de mayor incidencia del crimen; de esta manera, tanto la fundamentación teórica como práctica, abordará las técnicas que han sido más desarrolladas y utilizadas para determinar los sitios de concentración del fenómeno violento o delictual.

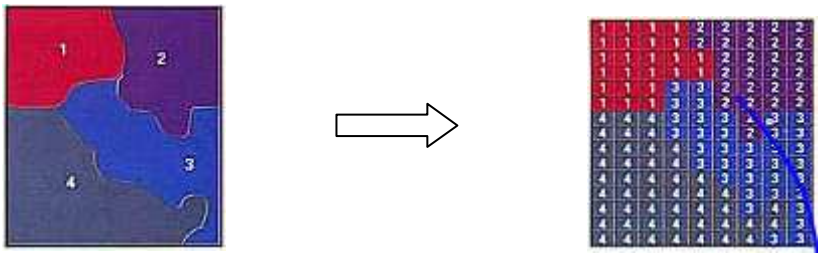
En lo que corresponde a los SIG, existen dos modelos de datos, tipo vector y tipo *raster*. Con el primer tipo se representa a un objeto espacial de manera que se delimita el entorno del objeto en un área o superficie; esta delimitación se la realiza mediante coordenadas cartesianas. Existen tres formas de representación tipo vector: puntos, líneas y polígonos.

Gráfico 2.2. Representación de datos espaciales tipo vector



El modelo tipo *raster* en cambio representa a un objeto espacial mediante grillas, que son celdas uniformes o pixeles que contienen atributos del área o superficie.

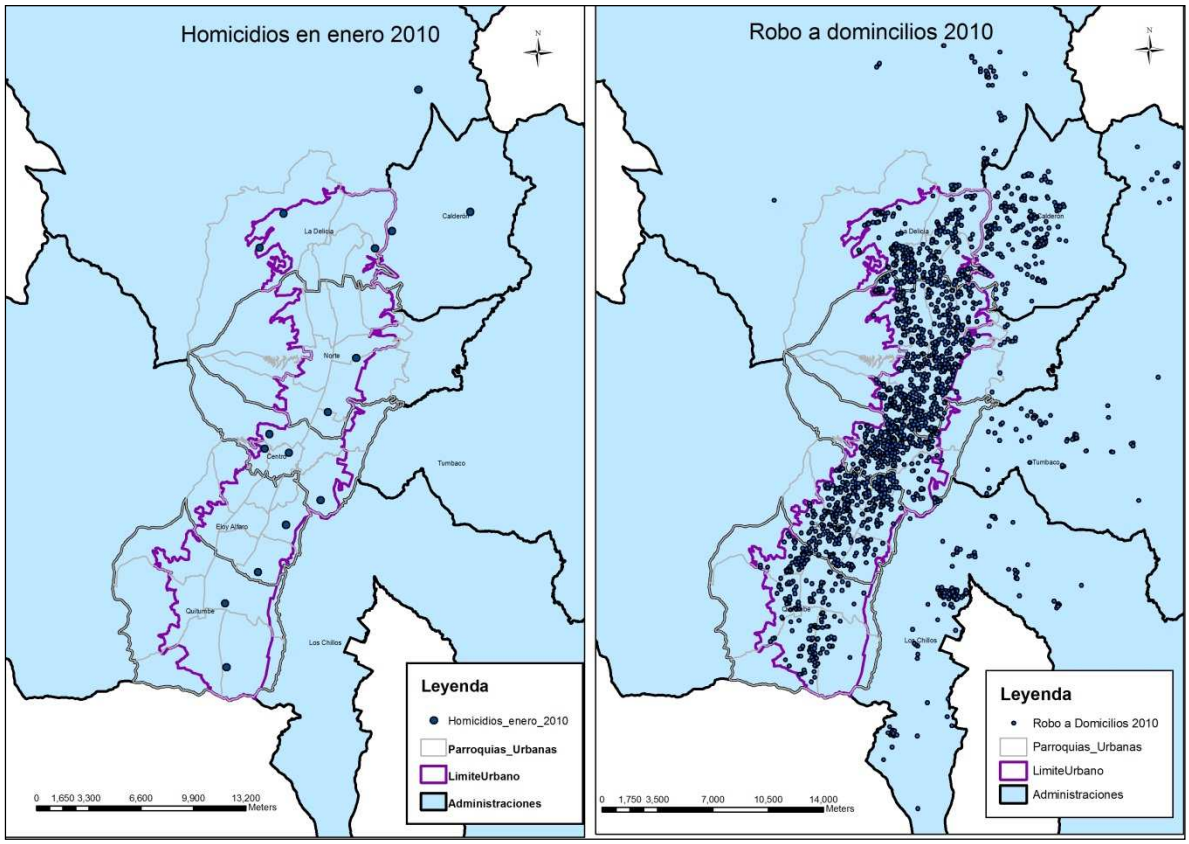
Gráfico 2.3. Representación de datos espaciales tipo *raster*



Existen, a la vez, varios niveles de análisis espacial; estos dependerán exclusivamente del área o superficie de análisis, modalidad delictual o cantidad de información que se analiza. Por ejemplo, el análisis espacial de los homicidios en Quito, ocurridos en un periodo de tiempo corto como una semana, se lo realiza de manera puntual, debido a que la cantidad de información analizada no supera los diez casos; así, no es necesario generar

algoritmos numéricos que permitan observar concentraciones de este fenómeno en particular. Por otro lado, si se quiere representar de manera puntual los asaltos y robos a personas en Quito en un año, no se van a poder determinar claramente las zonas donde se concentra la problemática.

Gráfico 2.4. Identificación de robos y homicidios.



Fuente: OMSC
Elaboración propia.

En el gráfico 2.4 se muestran las coordenadas geográficas de dos tipos de información delictual, los homicidios en el mes de enero de 2010 y las denuncias por robos a domicilios en el mismo período. En el primero, es fácil observar la ubicación de estos eventos. En el segundo, se torna difícil determinar de manera visual y empírica las zonas de mayor concentración delictual, por la gran cantidad de puntos; por esta razón, se hace necesario generar técnicas que permita diferenciar claramente las zonas de mayor concentración delictual.

La representación geográfica y el análisis de los eventos delictuales han evolucionado en los últimos 30 años. Los procesos computacionales actuales permiten desarrollar técnicas de exploración, visualización y análisis, que permiten detectar zonas o lugares específicos de afectación y determinar patrones del comportamiento delictual.

En el análisis de información de violencia y delincuencia, las técnicas espaciales que se han utilizado para evidenciar los lugares o zonas vulnerables o susceptibles de sufrir eventos delictivos, dependen de factores como: área de análisis, distancia entre eventos y cantidad de los mismos, los que se resumen en parámetros a tomar en cuenta en las técnicas que a continuación se explican.

2.2.1. Análisis exploratorio de datos espaciales.

El análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE), implica un conjunto de técnicas que permiten caracterizar la distribución de las variables en estudio, como medidas de tendencia central, de dispersión, presencia de datos atípicos y principalmente identifica esquemas de asociación espacial.

El AEDE, en el presente estudio, se centrará en identificar los niveles de asociación o disociación de cada uno de los fenómenos delictuales que intervienen en el análisis, debido a que representa el primer filtro de análisis espacial; es decir, que a partir de éste se podrá definir si tiene o no sentido desarrollar las técnicas estadísticas espaciales que permitan determinar las zonas de mayor incidencia delictual en el DMQ.

Los índices estadísticos de correlación espacial aparecen en una gran variedad de aplicaciones, y el más utilizado y técnicamente desarrollado es el índice de Moran desarrollado computacionalmente en las dos últimas décadas.

La expresión generalizada del índice de Moran viene dado por la expresión:

$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_{j \neq i} w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_{j \neq i} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde:
w_{ij} son los valores o pesos que se le asigna a cada variable $x_{i,j}$

Miller señala que este índice no es más que una alteración del coeficiente de *Pearson*, pero los resultados están sujetos a la heterogeneidad de las observaciones; es decir, que mientras la malla o retículo en análisis sean más homogéneos, los resultados son mejores (Celemin J, 2009).

Cuando x sigue una distribución normal estándar, el valor esperado de I es $\frac{-1}{n-1}$, de esta manera se puede realizar la prueba de hipótesis de aleatoriedad de la configuración espacial de la variable en análisis.[10]

El estadístico que resulte del índice de Moran es determinante para la detección de aglomeraciones espaciales o *hotspots*; sin embargo, sigue siendo insuficiente este valor para mostrar las zonas de concentración del fenómeno en estudio; de esta manera, el índice de Moran también se lo puede descomponer de manera local, verificando cual es la contribución parcial de cada unidad geográfica, conocidos como indicadores locales de asociación espacial, (LISA por sus siglas en ingles).

Según Anselin Luc, Director de la Escuela de Ciencias Geográficas y Planificación Urbana de la Universidad del Estado de Arizona y del Centro de Análisis Geoespacial GEODA, un indicador local de asociación espacial es cualquier estadística que satisfaga las siguientes condiciones:

a) Para cada observación un indicador local de asociación espacial cuantifica el nivel de significancia de agrupación espacial con valores

[10] Consultado el 15 de septiembre de 2012 en http://en.wikipedia.org/wiki/Moran's_I

similares alrededor de la observación.

b) La suma de los indicadores de todas las observaciones es proporcional al índice global de asociación espacial (Anselin, L; 1995)

Y se define como:

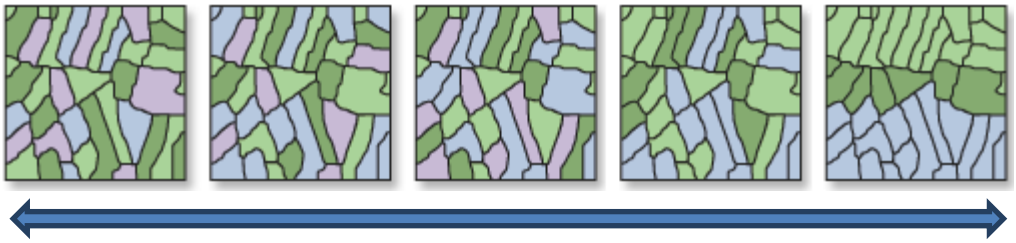
$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})^2}{m_2}$$

Donde

$$m_2 = \frac{\sum_j (x_j - \bar{x})^2}{n}$$

Además los pesos w_{ij} toman valores de cero cuando las observaciones no son contiguas.

Gráfico 2.5. Ilustración de áreas dispersas y agrupadas



Disperso Agrupado

2.2.2. Análisis de conglomerados.

El análisis de conglomerados es un método de clasificación de objetos o individuos en grupos que contienen ciertas características similares o comunes. En la determinación de conglomerados espaciales, la principal característica que se toma en cuenta para el análisis, es la distancia entre cada ubicación o coordenada en el plano cartesiano. Por lo general y para este estudio, se trabaja con la métrica euclidiana.

Existen dos tipos de análisis de conglomerados: jerárquicos y no jerárquicos. A

continuación se presenta una descripción de cada uno con el fin de determinar sus diferencias.

2.2.2.1. Análisis Jerárquico de conglomerados

La herramienta principal que se usa en la formación o división de territorios es la matriz de distancias entre todos los puntos que se estudia, con la que se obtiene información de qué tan cerca o lejos se encuentran las observaciones entre sí mismas.

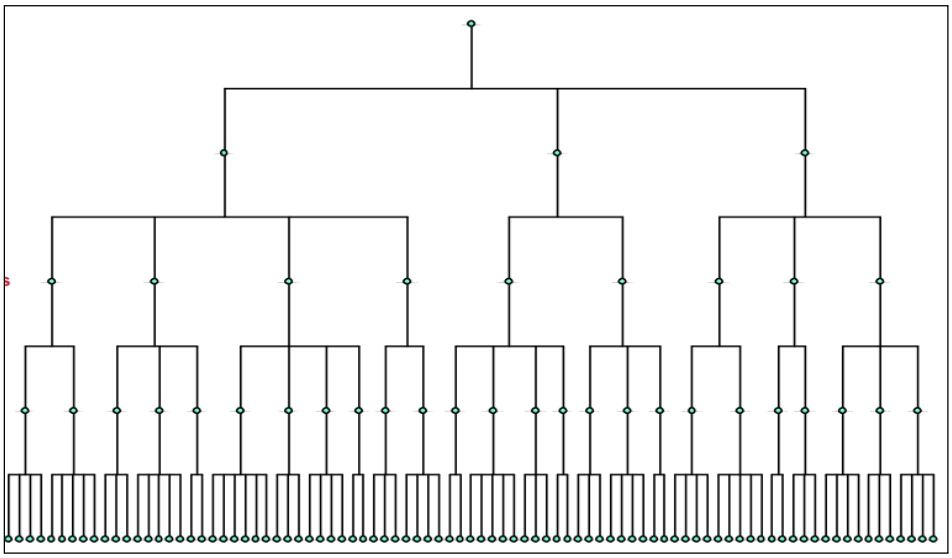
- **Método del centroide**

El procedimiento comienza mediante la identificación de los pares de puntos u observaciones que se encuentren más cercanas, cada par es sustituido por el promedio de estos valores; así, la nueva observación es el centroide del grupo.

Se recalcula la matriz de distancias con este nuevo punto creado y se procede a repetir el mismo proceso detallado anteriormente. El punto de parada será cuando se tenga la cantidad de grupos necesarios.

Para obtener una mejor visualización de cómo se van obteniendo los resultados se utilizan los dendogramas.

Gráfico 2.6. Dendograma división de conglomerados.



Fuente: Librerías de Crimestat http://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/about.html

- **Método del vecino más cercano**

Para la división de conglomerados se trabaja de manera similar al método de centroide, con la diferencia de que cuando ya se tienen las nuevas observaciones, la matriz de distancia no se forma con los valores de los centroides sino con las distancias entre los dos miembros más cercanos de esos grupos.

- **Método del vecino más lejano**

Este método difiere del anterior en que los valores de las distancias usados son las distancias entre los nodos más lejanos de cada grupo.

2.2.2.2. Análisis no Jerárquico de conglomerados

El algoritmo k-medias es el método de agrupamiento particional más conocido y utilizado debido a su aplicación y eficacia en sus resultados; fue introducido por MacQueen en 1967. Este algoritmo consiste en clasificar un conjunto de puntos en un determinado número de k grupos (conglomerados), con k seleccionado de forma previa o aleatoria.

El nombre k-medias es debido a que cada grupo está representado por la media (o media ponderada) de los puntos que forman el grupo; es decir, que está representado por su centroide.

Los resultados que se obtengan del método k medias pueden variar mucho si se lo aplica algunas veces al mismo grupo de datos; la elección aleatoria de los centroides podría no ser buena y, por lo tanto, la solución encontrada no será la óptima.

Para evitar este inconveniente se toman las medias promediando los resultados hasta obtener una variabilidad muy baja y una tendencia a obtener un mismo resultado.

El procedimiento a seguir es:

Se parte del principio de conocer a priori la cantidad de grupos o conglomerados; la rutina intenta encontrar el mejor posicionamiento para los k centros y luego se asigna, cada punto, al centro cuya distancia sea la menor con respecto al resto de centros, para lo cual se debe determinar la distancia de cada punto a los centros:

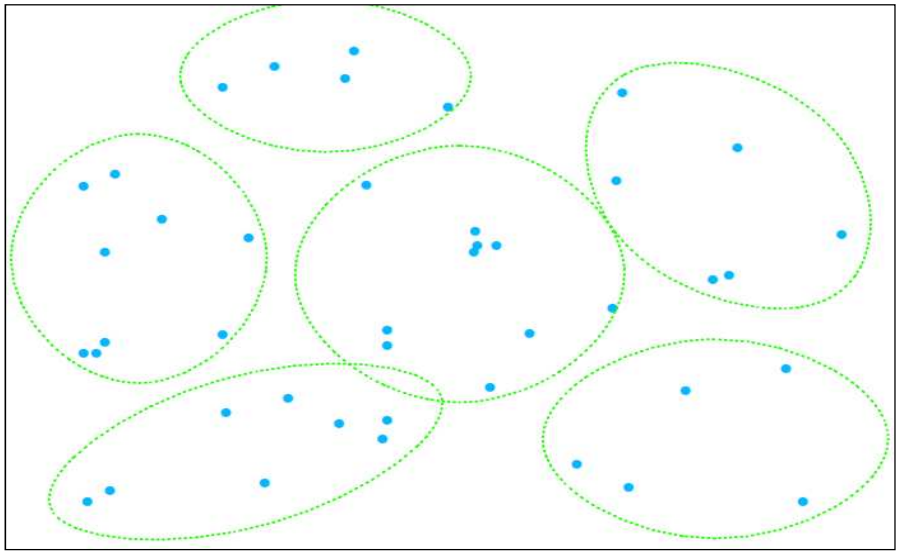
$$c(x) = \min\{d(x, c_i): 1 \leq i \leq k\}, \qquad \forall x$$

Obteniéndose así la partición del conjunto de individuos, la que es homogénea y los individuos que forman parte de cada uno de los conglomerados tiene en común la distancia más cercana al centro.

Dentro de cada grupo se calcula el nuevo centro que será el centroide del conglomerado.

Se repite este procedimiento hasta obtener un punto de parada, que consiste en que no exista gran diferencia entre los valores del último centroide calculado con el centroide anterior.

Gráfico 2.7. División en 6 conglomerados por medio del análisis k - medias.



Fuente: Librerías de Crimestat http://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/about.html

Una desventaja que presentan las técnicas basadas en el análisis por conglomerados es que en ninguno de los métodos explicados se puede dar prioridad a algún grupo o explica la importancia, en función de la incidencia, que tienen los grupos entre sí. Es así que, dentro del análisis criminológico, es importante complementar estas técnicas, con otras que permitan determinar la importancia entre cada grupo.

2.2.3. Interpolación mediante estimación de densidad por núcleos *(o kernels)*

Las funciones de distribución y densidad de distribución de una variable aleatoria describen las características de la distribución de una variable aleatoria; por lo cual, hallar la estimación de la función de densidad a partir de una muestra, se vuelve en un problema fundamental para la explicación del comportamiento de cierta fenomenología. Generalmente estas distribuciones son explicadas por el comportamiento de la distribución de variables aleatorias predeterminadas: normal, poisson, etc.; a esto se lo conoce como estimación paramétrica y parte de la suposición a priori de hipótesis para la determinación de parámetros y luego realizar pruebas de bondad de ajuste para justificar o

aprobar la utilización de los modelos establecidos.

Si bien, la estadística paramétrica se encuentra fundamentada y es determinante para la obtención de estimadores de forma eficiente, esto se contrapone con el riesgo que se genera al asumir ciertas hipótesis que determinan el modelo y que pueden desembocar en una errónea interpretación. Además, es importante mencionar que los métodos no paramétricos pueden ser usados en una gran variedad de casos debido a que, en la práctica, no todas las poblaciones se comportan normalmente o con distribuciones conocidas.

La estimación de una función densidad por núcleos o también conocida como de *kernels*, es una de las tantas funciones de densidad que han sido estudiadas y llevadas a la práctica, con la particularidad que los sistemas de información geográficos la han adoptado para representar de manera gráfica las zonas de concentración de un determinado conjunto de objetos o variables asociadas a éstos. Además, la estimación de densidad por núcleos es una técnica de interpolación que es apropiada para zonas o lugares individuales puntuales (Silverman, 1986).

2.2.3.1. Estimación de la densidad por núcleos el caso univariante[11].

Dados los n valores $\mathrm{X}_1, \mathrm{X}_2, \dots, \mathrm{X}_\mathrm{n}, X_i \in \mathcal{R}$, se define como estimación de densidad utilizando un núcleo K:

$$\hat{\mathrm{f}}_n(\mathrm{x}) = \frac{1}{\mathrm{nh_n}} \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{k}\left(\frac{\mathrm{x} - \mathrm{X_i}}{\mathrm{h_n}}\right)$$

Donde:

x: es el punto en el que se desea estimar la densidad.

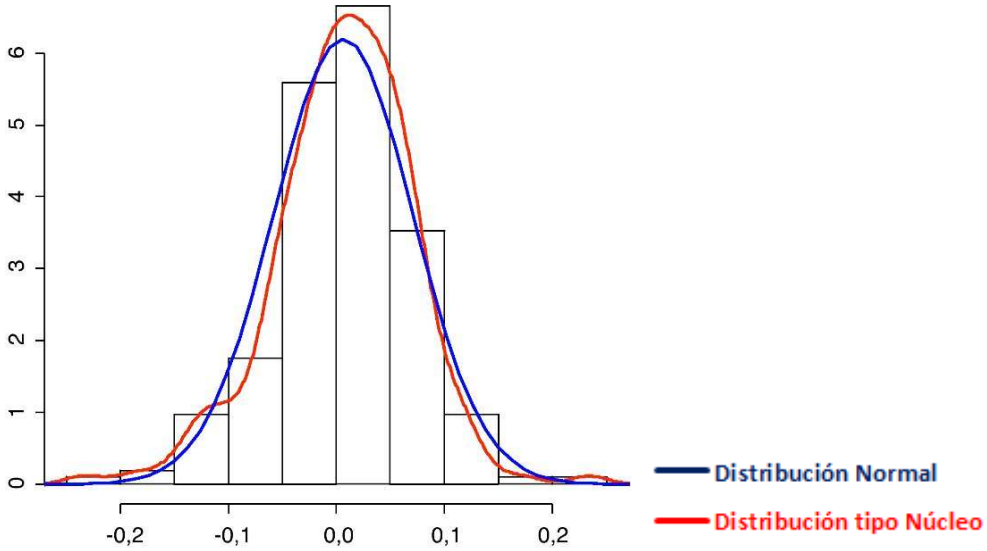
[11] MIÑARRO A, (1998): Estimación no paramétrica de la función de densidad, Universidad de Barcelona, Departamento de Estadística.

X_i: valor de la variable en el punto $i = 1,2, \dots, n$

$k(x)$: es la función núcleo o función peso

h_n: es la sucesión de constantes positivas que definen la anchura de la ventana *(bandwith)*, tal que $\lim_{n\to\infty} h_n = 0$

Gráfico 2.6. Función de densidad tipo núcleo.



Fuente: http://www.elsevierciencia.com/imatges/324/324v14n02/grande/324v14n02-90020270fig2.jpg

El estimador tipo núcleo se puede interpretar como la suma de protuberancias situadas en las observaciones, donde k determina la forma de protuberancias, mientras que el parámetro h determina su anchura. (Miñarro A, 1998)

Propiedades de los estimadores tipo núcleo

La función tipo núcleo es simétrica y acotada, que verifica:

$$\int_{-\infty}^{\infty} |K(x)| dx < \infty$$

$$\lim_{n\to\infty} |xK(x)| = 0$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} |K(x)| dx = 1$$

Si añadimos la condición adicional de que $\lim_{n\to\infty} n\, h_n = \infty$, $\hat{f}_n(x)$ es consistente,

esto es que el error cuadrático medio $\mathrm{MSE}\left[\hat{f}_n(x)\right] \to 0, \forall x \in R$, cuando $n \to \infty$.

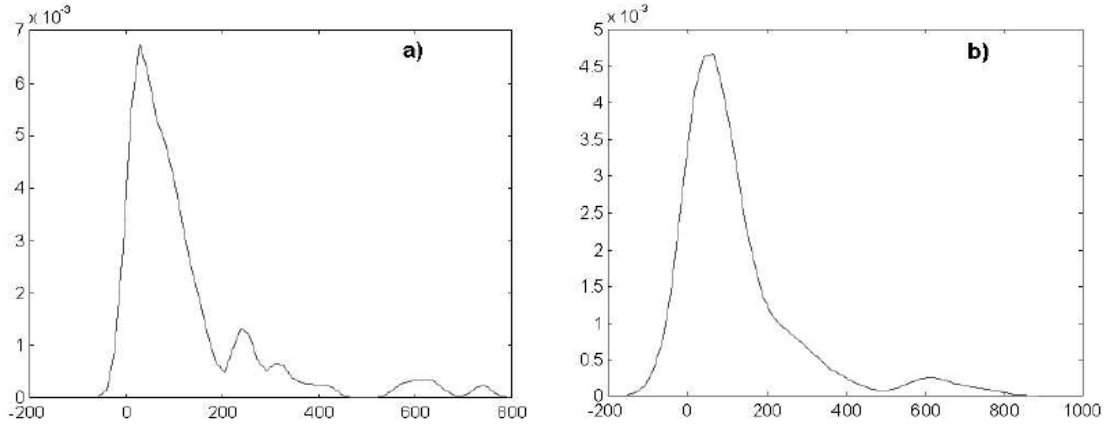
Tabla 2.1. Funciones tipo núcleo más comunes

Núcleo	$K(t)$	Rango
Epanechnikov	$\frac{3}{4}(1-t^2)$	$\lvert t\rvert < 1$
Gauss	$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-(1/2)t^2}$	$\lvert t\rvert < \infty$
Triangular	$1-\lvert t\rvert$	$\lvert t\rvert < 1$
Rectangular	$\frac{1}{2}$	$\lvert t\rvert < 1$
Bieweight	$\frac{15}{16}(1-t^2)^2$	$\lvert t\rvert < 1$
Triweight	$\frac{35}{32}(1-t^2)^3$	$\lvert t\rvert < 1$
Arco coseno	$\frac{\pi}{4}\cos\frac{\pi}{2}t$	$\lvert t\rvert < 1$

Fuente: MIÑARRO A, (1998): Estimación no paramétrica de la función de densidad, Universidad de Barcelona, Departamento de Estadística.
Elaboración Propia

Se pueden presentar inconvenientes con el estimador de densidad por núcleos, cuando se trabaja con un parámetro de ventana fijo para toda la muestra y es por eso que se pueden distorsionar las colas de las estimaciones como se muestra a continuación:

Gráfico 2.7. a) anchura de ventana 20. b) anchura de ventana 60.



Fuente: http://www.ub.edu/stat/personal/minarro/documents/Nonpar.pdf

Debido a la gran variedad de tipos de funciones, tanto Silverman (1986), como Hardle (1991), aseguran que la diferencia de las estimaciones obtenidas de cada tipo de función, mostrada en la tabla 2.1, es marginal (Moreno A, 1998); por lo que, la elección de la función que se presenta más adelante, se la realizará de acuerdo a lo que se encuentra desarrollado computacionalmente en los paquetes estadísticos a utilizarse. De esta manera, resulta prioritario analizar el parámetro de anchura de ventana.

Determinación de la anchura de la ventana

De la determinación del ancho de banda, dependen los resultados en la estimación de densidad por núcleos; sin embargo, este parámetro puede ser discrecional, dependiendo del análisis.

Para establecer el valor de la anchura de la ventana es necesario minimizar el error cuadrático medio integrado MISE definido por:

$$\mathrm{MISE}\left[\hat{\mathrm{f}}_n(\mathrm{x})\right] = \frac{1}{4}\mathrm{h_n^4 k_2^2}\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{f''(x)^2 dx} + \frac{1}{\mathrm{nh_n}}\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{K^2(t)dt}$$

De donde la expresión que minimiza el error es:

$$h_{opt} = \left\{ \frac{\int_{-\infty}^{\infty} K^2(t)dt}{\int_{-\infty}^{\infty} f''(x)^2 dx} \right\}^{1/5} \left(n^{-1/5}\right)\left(k_2^{-2/5}\right)$$

Donde: $k_2 = \int_{-\infty}^{\infty} t^2 K(t)dt$

Para poder obtener un parámetro de suavización óptimo se toma como referencia una distribución estándar, con la cual se puede obtener el denominador de la expresión anterior. Generalmente se utiliza la distribución normal de media cero y varianza σ^2.

El desarrollo de la expresión que minimiza el error cuadrático medio integrado MISE, necesario para obtener el ancho de ventana se lo puede encontrar en: MIÑARRO, Antonio. Estimación no paramétrica de la función de densidad. Barcelona. (Enero 1998), página 38.

Al trabajar con la distribución normal estándar se obtiene:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f''(x)^2 dx = \frac{3}{8}\pi^{-1/2}\sigma^{-5}$$

Luego, si se utiliza la función núcleo Gauss, se obtendrá un ancho de ventana:

$$h_n = (4\pi)^{-1/10}\left(\frac{3}{8}\pi^{-1/2}\right)^{-1/5}\sigma n^{-1/5} = 1{,}06\sigma n^{-1/5}$$

Utilizando ahora la función núcleo de Epanechnikov, se obtiene el siguiente ancho de ventana:

$$h_n = (15)^{1/5}\left(\frac{3}{8}\pi^{-1/2}\right)^{-1/5}\sigma n^{-1/5} = 2{,}345\sigma n^{-1/5}$$

Partiendo de los datos, se puede estimar el valor de σ; para poblaciones con distribuciones no similares a la normal, son preferibles cambios en el parámetro de suavización $(\mathrm{h_n})$.

2.2.3.2. Estimación de la densidad por núcleos el caso multivariante[12]

Dados los n valores $\mathrm{X_1, X_2, \dots, X_n}$, $X_i \in \mathcal{R}^d$ se define como estimación de densidad, utilizando la función núcleo K: $\mathcal{R}^d \to \mathcal{R}$, de la siguiente manera:

$$\hat{f}(\mathrm{x}) = \frac{1}{\mathrm{n}|H|}\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{K}\{H^{-1}(\mathrm{x} - \mathrm{x_i})\}$$

Donde:

x: es el vector que se desea estimar la densidad.

$\mathrm{x_i}$: vector en la posición $\mathrm{i} = 1,2, \dots, \mathrm{n}$

$\mathrm{K(x)}$: es una función de densidad multivariante

H: es una matriz simétrica y definida positiva de orden *d x d,* se denominará matriz de anchos de ventana, y se expresa de la siguiente manera:

$H = h.A$, donde $|A| = 1\ y\ h > 0$

Propiedades de los estimadores tipo núcleos multivariantes[13]

La función $\mathrm{K(x)}$ tipo núcleo es acotada con soporte compacto, que verifica:

a) $\int_{\mathcal{R}^d} \mathrm{K(x)}\,\mathrm{dx} = 1$

b) $\lim_{\|x\|\to\infty} \|\mathrm{x}\|^d \mathrm{K(x)} = 0$

c) $\int_{\mathcal{R}^d} \mathrm{xK(x)}\,\mathrm{dx} = 0$

---

[12] Ibíd.

[13] RAMÍREZ, A. (2008): Reporte e Investigación del método Mean Shift, descripción del mismo y aplicaciones a Filtrado preservando bordes, Segmentación y Tracking de objetos no rígidos en tiempo Real, Centro de Investigaciones Matemáticas A. C., México Distrito Federal. http://www.cimat.mx/~alram/VC/MSAA.htm

d) $\int_{\mathcal{R}^d} \mathrm{xx^t K(x)\,dx} = c_k I$, c_k es una constante.

Las funciones por núcleos multivariantes más usuales en $\mathcal{R}^d$ son:

- Bartlett-Epanechnikov:

$$K_E(\mathrm{x}) = \begin{cases} \frac{1}{2} c_d^{-1}(d+2)(1-\|\mathrm{x}\|^2) & \|\mathrm{x}\| \leq 1 \\ 0 & Otros\ casos \end{cases}$$

Donde $c_d = \pi^{d/2}/\Gamma((d/2)+1)$

- Función de densidad normal multivariante estándar Gauss

$$K_N(\mathrm{x}) = (2\pi)^{-d/2} \exp\left(-\frac{1}{2}\|\mathrm{x}\|^2\right)$$

Determinación de la matriz de anchos de ventanas

Al igual que el caso univariante, para obtener la matriz de anchos de ventanas óptimos, es necesario minimizar el error cuadrático medio integrado asintótico AMISE:

$$AMISE = \frac{R(K)}{nh^d} + \frac{1}{4}h^4 \int_{\mathcal{R}^2} [tr\{AA^T \nabla^2 f(x)\}]^2 dx$$

Donde:

$R(K) = \int_{\mathcal{R}^d} K(x)^2 dx$

$\nabla^2 f(x) = \left[\frac{\partial^2 f}{(\partial x_i \partial x_j)}\right]$

En el caso $H_1 = h.I; h > 0$

$$AMISE = \frac{1}{nh^d} R(K) + \frac{1}{4}h^4 k_2^2 \int [\nabla^2 f(x)]^2 dx$$

De la cual se obtiene el parámetro óptimo:

Si se consideran los datos provenientes de una distribución normal multivariante de varianza unidad, se obtiene el siguiente valor para el ancho de ventana.

Donde depende de la función núcleo de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2.2. Valor para diversas funciones núcleo multivariantes

Función núcleo	Dimensión	$A(K)$
Mult. Gaussian	2	1
Mult. Gaussian	d	$\{4/(d+2)\}^{1/(d+4)}$
Mult. Epanechnikov	2	2.40
Mult. Epanechnikov	d	$\{8c_d^{-1}(d+4)(2\sqrt{\pi})^d\}^{1/(d+4)}$
K_2	2	2,78
K_3	2	3,12

Fuente: MIÑARRO, A. (1998): Estimación no paramétrica de la función de densidad. Barcelona

2.3. Geoestadística

La Geoestadística estudia parte de la estadística que relaciona los fenómenos espaciales, siendo su principal objetivo la obtención de predicciones, simulaciones y estimaciones de fenómenos espaciales.

Por medio de la Geoestadística se puede, de cierta manera, describir la continuidad espacial; se la conoce además como una aplicación de la teoría de probabilidades a la estimación estadística de variables espaciales.

Dentro de la Geoestadística se realiza un análisis estructural por medio del estudio de la correlación entre los puntos que son parte de los fenómenos espaciales, para luego realizar una predicción en sitios específicos de la región

que se esté estudiando mediante técnicas como la de *Kringing*, que se la realiza por medio del cálculo de un promedio ponderado de las observaciones estudiadas.

Los fenómenos espaciales están definidos como las distribuciones espaciales de los incidentes que pueden presentarse y se los conoce como variables regionalizadas.

2.3.1. Estudio de variables regionalizadas

Las variables regionalizadas se definen como variables medidas en el espacio, que puedan formar una estructura de correlación.

"Las variables regionalizadas no pueden ser asimiladas a variables aleatorias, cuyo estudio es el objetivo de la estadística habitual"[14]

Se puede definir a las variables regionalizadas como un proceso estocástico con dominio en un espacio euclideano R^{d};

$$\{\mathrm{Z}(\mathrm{x}): \mathrm{x} \in \mathrm{D} \subset \mathrm{R}^{\mathrm{d}}\}$$

Donde $\mathrm{Z}(\mathrm{x})$ es una variable aleatoria medida en un punto x del dominio D, el que en el presente análisis representa el plano del DMQ.

Se recuerda que un proceso estocástico se lo define como un modelo matemático del comportamiento en el tiempo de un fenómeno aleatorio; también, puede ser visto como una colección de variables aleatorias indexadas; esto es, para cada x en el conjunto de índices D, $\mathrm{Z}(\mathrm{x})$ es una variable aleatoria.

En este caso, las variables aleatorias pueden representar la magnitud de las variables en estudio, medida en un conjunto de coordenadas de la región.

[14] MATHERON, G. (1965): Las Variables Regionalizadas y su Aplicación, Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Aplicadas, Universidad de París , Pág. 5.

2.3.1.1. Momentos de una Variable Regionalizada[15]

El proceso estocástico que define la variable regionalizada viene dado por la expresión: $\{Z(x): x \in D \subset R^d\}$.

El vector aleatorio $Z(x) = [z(x_1), z(x_2), \dots, z(x_n)]^T$ se lo define por su función de distribución conjunta para todo $x_1, x_2, \dots, x_n$ y para todo $n = 1, 2, 3 \dots$,

$$F[z_1, z_2, \dots, z_n] = P[Z(x_1) \leq z_1, Z(x_2) \leq z_2, \dots, Z(x_n) \leq z_n]$$

Los momentos univariados y bivariados se los puede expresar por medio de las densidades marginales univariadas y bivariadas:

Momento de primer orden: $E\big(Z(x_i)\big) = m(x_i)$
Momento de segundo orden: $V\big(Z(x_i)\big) = E[Z(x_i) - m(x_i)]^2 = \sigma_i^2$
Función de autocovarianza: $C\left(Z(x_i), Z\big(x_j\big)\right) = E[Z(x_i) - m(x_i)]\big[Z\big(x_j\big) - m\big(x_j\big)\big]$
Función de semivarianza: $\gamma\left(Z(x_i), Z\big(x_j\big)\right) = \frac{1}{2}E\big[Z(x_i) - Z\big(x_j\big)\big]^2$

2.3.1.2. Estacionariedad de una Variable Regionalizada

Si la función de distribución conjunta permanece constante ante cambios del vector h, se dice que la variable regionalizada es estacionaria. Es decir, para cualquier valor de h y n, se tiene:

$$[z(x_1), z(x_2), \dots, z(x_n)]^T = [z(x_1 + h), z(x_2 + h), \dots, z(x_n + h)]^T$$

siempre que $x_i + h \in D, \ \forall i$

La geoestadística está basada tanto en los momentos de primer y segundo orden, como en la hipótesis de estacionariedad, así como tambien en la

[15] GIRALDO, R. (2007): Análisis exploratorio de variables regionalizadas con métodos funcionales. Universidad Nacional de Colombia.

estacionariedad de segundo orden y la estacionariedad débil o intrínseca.

2.3.1.3. Estacionariedad de segundo orden.

Sea $Z(x)$ una variable regionalizada definida en $D \subset R^d$; se dice que es estacionaria de segundo orden si:

La esperanza de la variable regionalizada es finita y constante para todo punto de D.

a) $E\big(Z(x)\big) = m, \ \forall x \in D \subset R^d.$

Para cada par de variables regionalizadas $Z(x)$ y $Z(x+h)$, la covarianza existe y depende únicamente del vector de separación h.

b) $cov[Z(x), Z(x+h)] = C(h) < \infty.$

Particularmente, cuando $h = 0$ se tiene:

c) $cov(0) = E[Z(x) - m] = Var[Z(x)], \quad \forall x \in D$

2.3.1.4. Estacionariedad intrínseca o débil.

Para los casos en los que la varianza no es finita se toma la hipótesis de que los incrementos $[Z(x+h) - Z(x)]$ sean estacionarios:

Z(x) tiene esperanza constante y finita para todo x en D; por lo tanto, la esperanza en los incrementos es cero:

$E[Z(x+h) - Z(x)] = 0.$

La varianza del incremento es una función única de la distancia y está definida, para cualquier vector h.

$$V[Z(x+h)-Z(x)] = E[Z(x+h)-Z(x)]^2 = 2\gamma(h)$$

2.3.2. Variograma[16].

El variograma está definido por la varianza del incremento: $2\gamma(h)$, donde $\gamma(h)$ es la función de semivarianza y nos da las propiedades de dependencia espacial del proceso; además, puede definirse por:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2}\mathrm{Var}[Z(x+h)-Z(x)] = \frac{1}{2}E\left[(Z(x+h)-Z(x))^2\right]$$

Dada una realización de cierto fenómeno la semivarianza puede estimarse mediante:

$$\bar{\gamma}(h) = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Z(x_i+h)-Z(x_i))^2}{2n}$$

Donde $Z(x+h)\ y\ Z(x)$ representan los valores de las realizaciones en las posiciones $x+h\ y\ x$, respectivamente; h es la distancia entre las parejas en cierta dirección dada.

A continuación se presenta un ejemplo ilustrativo del cálculo de la función de semivarianza experimental. Suponiendo que los valores la matriz de coordenadas que se muestra a continuación, representan un grado de criminalidad en una escala de 0 a 10, y que cada posición de coordenadas se encuentran a distancias uniformes de 10 metros:

$$\begin{matrix} 3 & 2 & 5 \\ 1 & 10 & 4 \\ 3 & 0 & 2 \end{matrix} \quad \Uparrow 10 \quad \Uparrow 20$$

[16] GIRALDO, R. (2007): Análisis exploratorio de variables regionalizadas con métodos funcionales. Universidad Nacional de Colombia.

El valor de la función de semivarianza experimental, en la dirección sur norte y tomando en cuenta que la distancia que separa los valores de la matriz de coordenadas es 10 metros, se calcula como sigue.

$$\bar{\gamma}(10) = \frac{(3-1)^2 + (1-3)^2 + (0-10)^2 + (10-2)^2 + (4-5)^2 + (2-4)^2}{2 * 9}$$

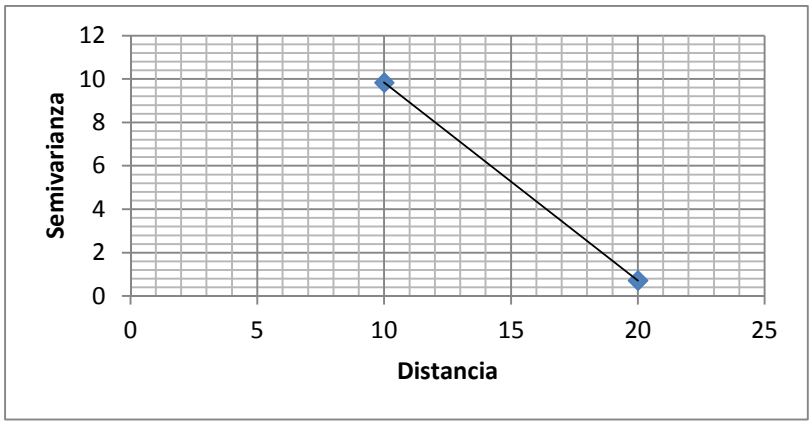
$$= \frac{167{,}94}{18} = 9{,}33$$

De la misma manera que el anterior cálculo, se realiza tomando en cuenta una distancia de 20 metros en la misma dirección, sur norte.

$$\bar{\gamma}(20) = \frac{(3-3)^2 + (0-2)^2 + (2-5)^2}{2 * 9} = \frac{12{,}96}{18} 0{,}72$$

La función de semivarianza experimental viene dada de la siguiente forma:

Gráfico 2.8. Función de semivarianza experimental en dirección sur norte



Elaboración: Propia

- **Variogramas teóricos**

El estudio de la autocorrelación existente entre cualquier distancia entre los puntos dentro de la región de estudio es un punto principal para resolver la

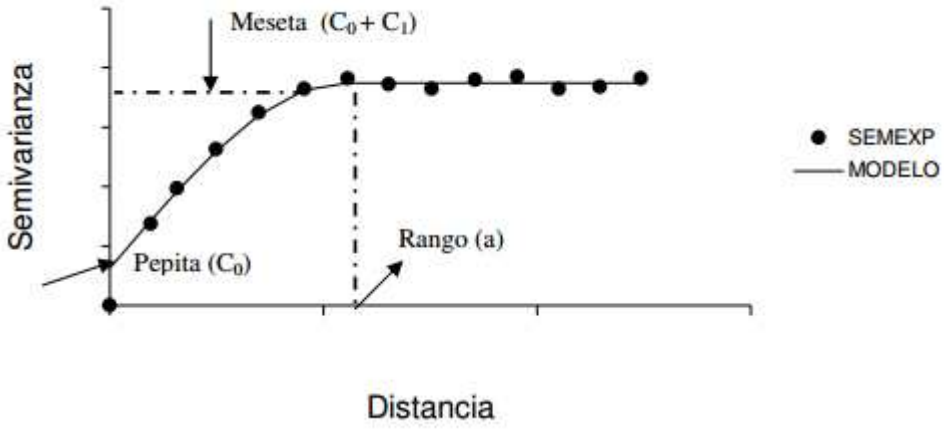
predicción espacial de *Kriging* que se verá a continuación.

Es conveniente ajustar el variograma experimental obtenido a un modelo de variograma teórico por razones prácticas, con objeto de hacer manejable la información que se desprende del análisis del variograma experimental (Morillo, 2009).

Los modelos de semivarianza más utilizados son los acotados, ya que aseguran que la covarianza de los incrementos es finita y presentan tres parámetros:

- Efecto Pepita (C_0) que representa la discontinuidad puntual del semivariograma en el origen
- Meseta (C_1) que es límite del semivariograma cuando la distancia h tiende al infinito
- Rango (a) es la distancia de la cual dos observaciones son independientes.

Gráfico 2.9. Representación de los parámetros básicos de la función del semivariograma



Fuente: Giraldo Ramón, 2007, pag. 34

Modelo esférico

El modelo de variograma teórico con meseta más utilizado es el modelo esférico o de Matheron, el cual tiene un crecimiento rápido cerca del origen mientras que para distancias superiores al rango los incrementos son nulos y cuya expresión es la siguiente:

$$\gamma(h) = \begin{cases} C_0 + C_1\left(\frac{3}{2}\left(\frac{h}{a}\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{a}\right)^3\right), & h \leq a \\ C_0 + C_1, & h > a \end{cases}$$

Modelo exponencial

Se aplica cuando la dependencia espacial crece exponencialmente respecto a la distancia entre las observaciones.

$$\gamma(h) = C_0 + C_1\left(1 - \exp\left(\frac{-3h}{a}\right)\right)$$

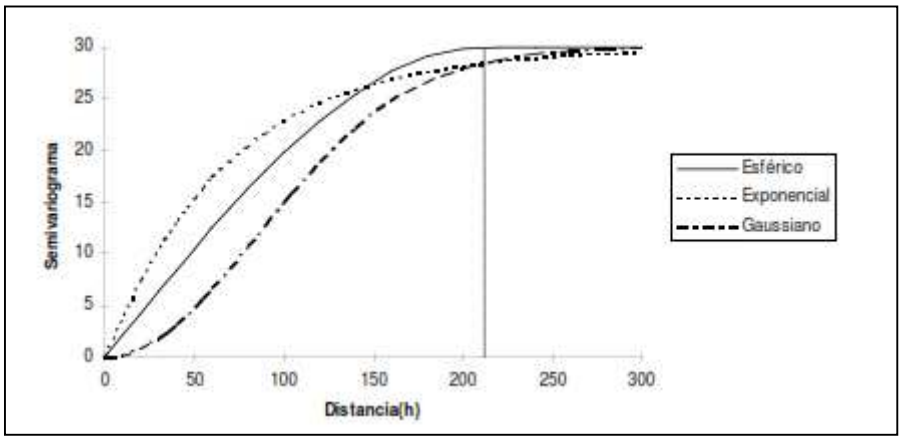
Modelo Gaussiano

Al igual que el modelo esférico, este tiene meseta, y el principal distintivo de este modelo es su forma parabólica cerca al origen.

$$\gamma(h) = C_0 + C_1\left(1 - \exp\left(\frac{-h^2}{a^2}\right)\right)$$

Se puede observar la diferencia entre los modelos Gaussiano, Exponencial y Esférico, en la siguiente figura:

Gráfico 2.10. Comparación de los modelos.



Fuente: Giraldo Ramón, 2007, pag. 34

Modelo Monómico

No alcanza la meseta y se aplica cuando no hay la estacionariedad en alguna dirección.

$$\gamma(\mathrm{h}) = \mathrm{k}\mathrm{h}^{\theta}, \;\; 0 < \theta < 2$$

Modelo de independencia

Es un modelo que indica la falta de correlación espacial entre las observaciones.

$$\gamma(\mathrm{h}) = \begin{cases} 0, & \mathrm{h} = 0 \\ \mathrm{C}_0, & \mathrm{h} > 0 \end{cases}, \qquad \text{donde } \mathrm{C}_0 > 0$$

Para la estimación de parámetros de los modelos descritos se puede utilizar máxima verosimilitud o regresión no lineal.

2.3.3. Simulación mediante *Kriging*

El nombre de *Kriging* se debe al geólogo sudafricano Daniel Gerhardus Kridge,

el cual se destaca con su trabajo de la predicción de reservas de oro por medio de la interpolación espacial.

Con *Kriging* se puede estimar la variable regionalizada en un lugar no muestreado, por medio de los datos de una vecindad.

Es conocido como un método de interpolación que se encuentra basado en un proceso estocástico, con lo cual se pueden construir modelos sustitutos y está fundamentado en minimizar el error cuadrático medio de la predicción. Esta simulación es una combinación lineal ponderada de datos, y el problema de *Kriging* se puede reducir a calcular los valores ponderadores que permitan obtener una estimación insesgada.

Una de las principales aplicaciones de los modelos *Kriging* son la simulación y el diseño de redes óptimas de muestreo.

La construcción *Kriging* se basa en las siguientes restricciones:

- Restricción de linealidad
- Restricción de insesgamiento: El valor esperado del error debe ser cero.
- Restricción de optimización: se debe minimizar la varianza del error cometido en la estimación

2.3.3.1. Propiedades de Kriging

Interpolación exacta: la estimaciónm de un lugar con información devuelve el valor medido en dicho lugar.

Suavizamiento: la dispersión de los valores estimados es menor que la dispersión de los valores verdaderos.

Aditividad: el ***Kriging*** del valor promedio de un sector es el promedio de las estimaciones puntuales.

Insesgamiento: la media de los errores cometidos en una región de gran tamaño tiende a cero.

Sesgo condicional: en las zonas cuya estimación supera una ley de corte, la media de los errores puede diferir de cero.

Para corregir deficiencias para modelar variables regionalizadas, como lo es en las zonas que ocurre con más frecuencia la actividad que se estudia, se utiliza el método de simulación.

2.3.3.2. Kriging Ordinario

Sean $x_1, x_2, \dots, x_n \in \mathbb{R}^2$, mediciones en una zona de estudio Z. Según ***Kriging*** ordinario se dice que el valor de la variable puede predecirse como una combinación lineal de las n variables aleatorias:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Z(x_i)$$

Donde:

λ_i: pesos o ponderaciones de los valores originales.

Debe cumplirse que:

$$E(Z^*(x_0)) = E\big(Z(x_0)\big)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = 1$$

Para obtener los λ_i se debe resolver un sistema de $n+1$ ecuaciones lineales con $n+1$ incógnitas.

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n} \lambda_j \gamma\big(x_i - x_j\big) + \alpha = \gamma(x_i - x_0), \qquad \forall i = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^{n} \lambda_i = 1 \end{cases}$$

El cual puede ser expresado de la forma matricial: $\Gamma * \lambda = \Gamma_0$

Donde

$$\Gamma = \begin{pmatrix} \gamma(0) & \gamma(x_1 - x_2) & \cdots & \gamma(x_1 - x_n) & 1 \\ \gamma(x_2 - x_1) & \gamma(0) & \cdots & \gamma(x_2 - x_n) & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \gamma(x_n - x_1) & \gamma(x_n - x_2) & \cdots & \gamma(0) & 1 \\ 1 & 1 & \cdots & 1 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \alpha \end{pmatrix}, \Gamma_0 = \begin{pmatrix} \gamma(x_1 - x_0) \\ \gamma(x_2 - x_0) \\ \vdots \\ \gamma(x_n - x_0) \\ 1 \end{pmatrix}$$

El variograma $\gamma(h)$ es definido como el incremento cuadrado promedio de los valores entre un par de ubicaciones en una distancia h. Resume las relaciones entre las diferencias de los valores de cada par y las distancias de los mismos. (Fernadez y Calderón, 2005)

Se tiene además que $Z^*(x_0)$ es el mejor predictor, debido a que minimiza[17] $V\left(Z^*(x_0) - Z(x_0)\right)$.

[17] Se pude ver el desarrollo de la minimización en: GIRALDO, R. (2007): Análisis exploratorio de variables regionalizadas con métodos funcionales. Universidad Nacional de Colombia.

CAPÍTULO 3

Determinación de las zonas de mayor concentración delictual y violenta en el DMQ

Como se explicó en el primer capítulo, la seguridad ciudadana tiene un amplio espectro; es decir, que existe una gran cantidad de representaciones o formas de expresión de la violencia y la criminalidad, que además han ido evolucionando y cambiando de dinámicas o comportamiento delictuales. Depende de varios factores, por ser una problemática multi - causal; uno de los factores directos que inciden en el fenómeno delictual, sin duda, es el territorial y es uno de los principales factores que se debe limitar o establecer para realizar un adecuado diagnóstico de seguridad ciudadana. Sin duda, las herramientas y técnicas de estadística espacial son de mucha utilidad para poder analizar las diferentes problemáticas sociales, en este caso particular, en seguridad ciudadana. A nivel mundial estas técnicas, con aplicaciones en análisis criminológico, se han desarrollado con mayor fuerza en países como Estados Unidos, Francia, Inglaterra y Alemania. Uno de los principales aportes al desarrollo de estas técnicas, proviene del Centro de Estudios del Instituto Nacional de Justicia; el cual, dentro de su programa, Mapeo del Crimen ha desarrollado el software libre *CimeStat*[18]. Dicho programa desarrolla componentes estadísticos espaciales para el análisis de incidentes delictivos; desarrollado por Ned Levine & Asociados bajo la dirección de Ned Levine, PhD[19]. Este software esta siendo utilizado por varios departamentos de policía de Estados Unidos como Justicia Criminal y otras investigaciones, un caso puntual es el uso de estas técnicas por los analistas de la policía del condado de Baltimore, utilizando técnicas para determinar los “hot spots”, como la del análisis de conglomerados por el método del vecino más cercano para

[18] Se puede descargar de la página: http://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/

[19] Sociólogo Urbanista, planificador y analista policial. Graduado de artes y psicología de la Universidad de California y Berkeley, PhD en psicología social y sociología de la Escuela de Economía de Londres. Con más de 90 publicaciones, ha participado en varias investigaciones de índole criminal en varios países.

determinar zonas o áreas de concentración delictual y de accidentalidad vial, de esta manera se determinó aumentar el personal policial en estas zonas, teniendo resultados positivos, y convirtiéndose en un modelo a nivel nacional[20].

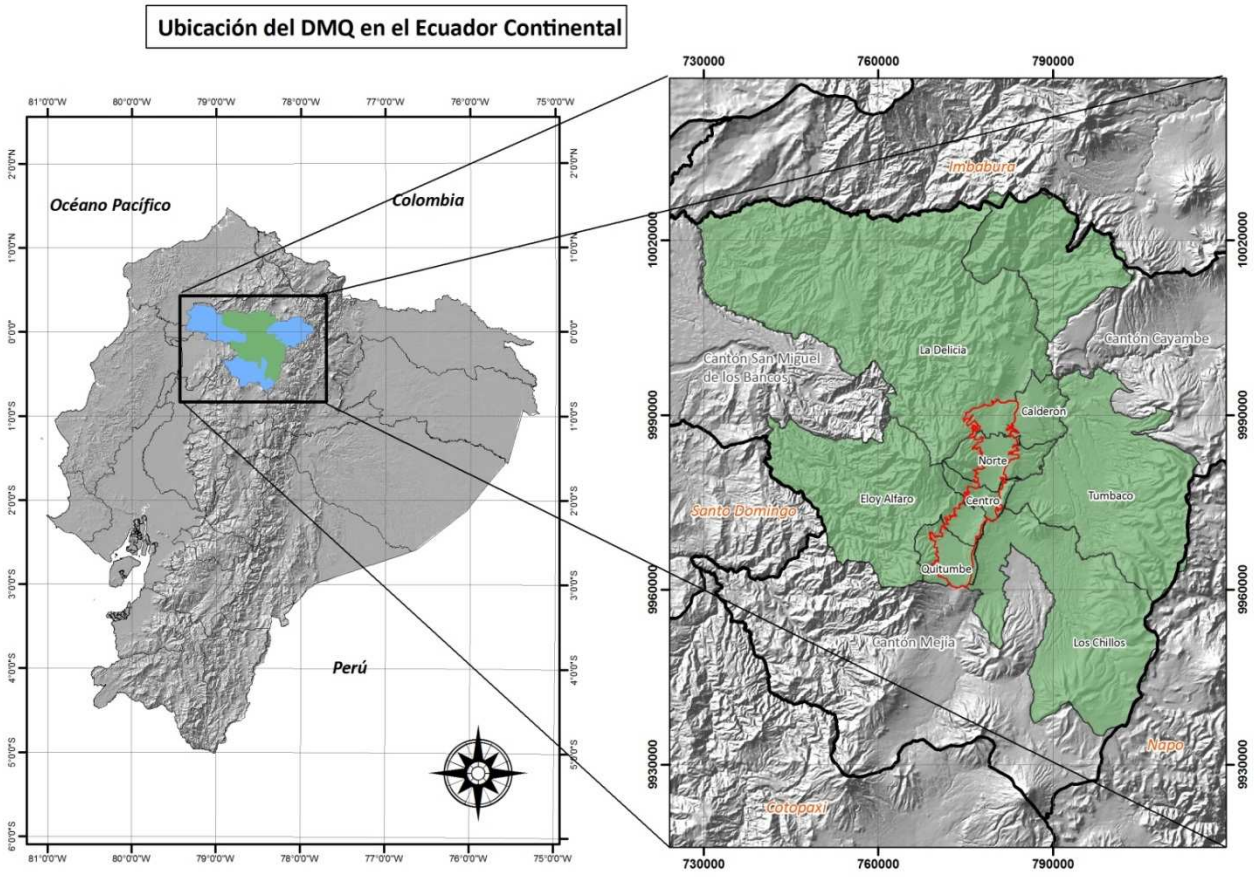
A nivel de la región latinoamericana, existen pocos análisis criminológicos utilizando estas técnicas, algunos trabajos que fueron posibles acceder se encuentran en ciudades como Bogotá, Santiago, Buenos Aires, San Pablo y México. Por ejemplo en Santiago de Chile existe el Centro de Investigación aplicada para el análisis y modelamiento de la seguridad, CEAMOS[21], en donde se pueden hallar algunas investigaciones utilizando técnicas como estimación de densidad tipo núcleo o *Kernel* y modelación espacio-temporal de fenómenos delictivos.

De esta manera, este trabajo pretende mostrar la utilidad de las técnicas para que puedan ser utilizadas y explotadas en el DMQ y el Ecuador, un plus de esta investigación se enmarca en comparar las técnicas más utilizadas a nivel mundial, diferenciar su utilidad, dar criterios de utilización de los parámetros que intervienen y sobre todo determinar los lugares de mayor incidencia delictiva y violenta en el DMQ.

El DMQ se encuentra geográfica y administrativamente distribuido por ocho zonas administrativas, treinta y dos parroquias urbanas y treinta y tres parroquias sub urbanas; tiene un área de aproximadamente 4.230 km^2, de las cuales el 5% corresponde a la zona urbana, y ésta tiene una densidad poblacional aproximada de 7.000 habitantes por km^2.

[20] Spatial data analysis. En Wikipedia. Recuperado en Enero 8, 2013, de http://en.wikipedia.org/wiki/CrimeStat
[21] http://www.ceamos.cl/ceamos/

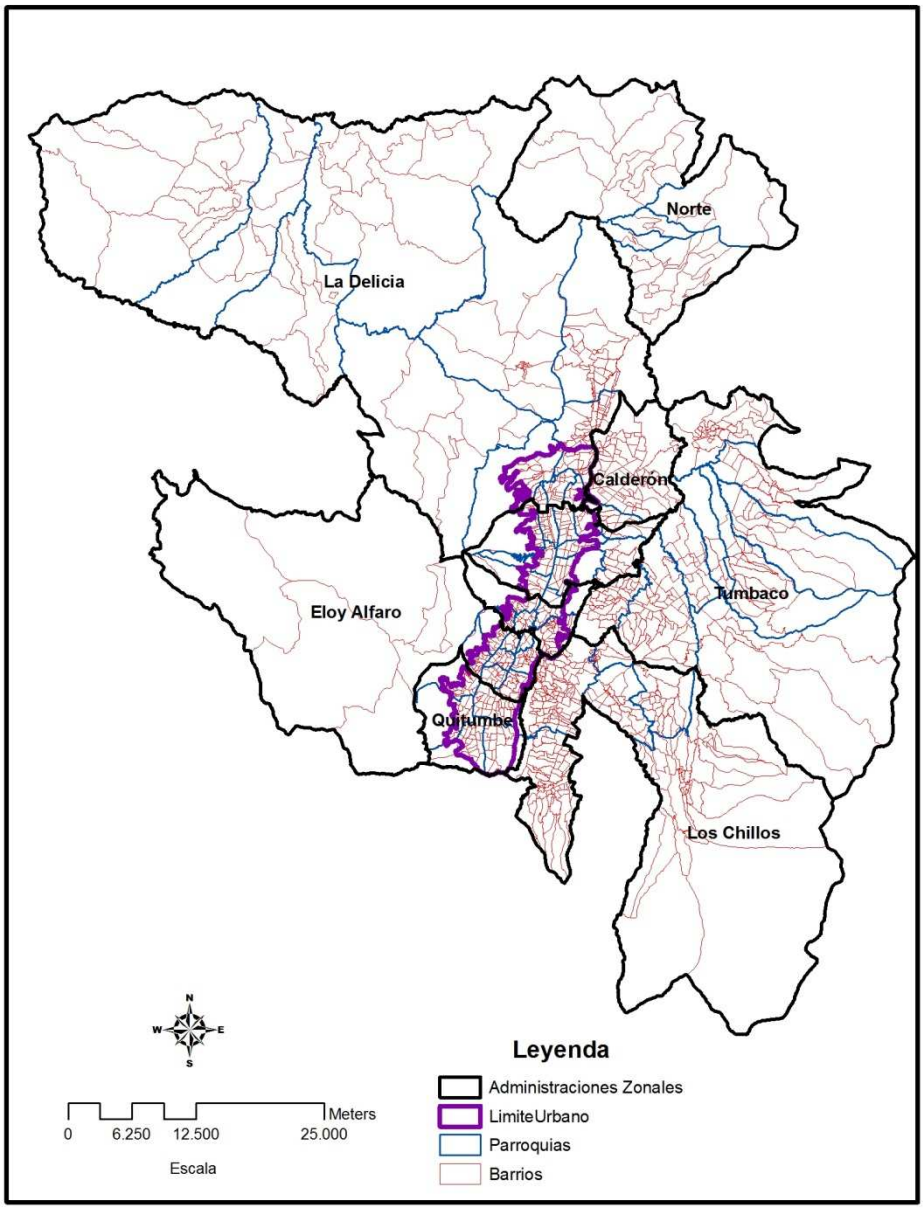
Gráfico 3.1. Ubicación y distribución Geográfica del DMQ



Fuente: Décimo Quinto informe del Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana

Además, el DMQ tiene una subdivisión geográfica menor a la parroquial que se denomina barrio; este aspecto es fundamental para le análisis posterior debido a que va a representar nuestra unidad geográfica de análisis. Social y culturalmente, el barrio es concebido por la ciudadanía como una identidad territorial; no sucede así con las parroquias y las zonas administrativas. Es importante mencionar que esta división geográfica tiene la limitante de que es susceptible de modificaciones; sin embargo, las políticas públicas dentro del DMQ tienen una connotación barrial.

Gráfico 3.2. Distribución geográfica administrativa del DMQ



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Actualmente se tienen identificados cerca de 1.270 barrios en todo el DMQ; cada barrio tiene una extensión promedio de 0,76 km^2 para el área urbana y de 4,47 km^2 para el área rural.

Es importante además mencionar que en el Ecuador no existe una homologación de la distribución geográfica. A nivel local, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito tiene una desagregación por zona

administrativa, parroquia y barrio; mientras que a nivel nacional el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, considera la distribución por provincia, cantón, parroquia, zona censal y sector censal; por otro lado, la Secretaría de Planificación y Desarrollo SEMPLADES desarrolló recientemente una distribución específica basada en distritos, circuitos y subcircuitos. Es importante mencionarlo, debido a que representan una limitante al momento de relacionar información proveniente de las distintas instancias.

3.1. Análisis descriptivo y exploratorio de la información

La generación de información de violencia y delincuencia en América Latina ha tenido un desarrollo importante, sobre todo en la última década, en la cual el desarrollo de la tecnología y sobre todo el convencimiento de los actores políticos, académicos y la comunidad en general, acerca de la importancia de la construcción de estadísticas confiables y oportunas, han sido determinantes en el desarrollo de la información. Sin embargo, en el Ecuador, la generación de información en materia de seguridad ciudadana, tiene un retraso considerable con respecto de sus similares de la región como Colombia y Chile, a excepción de iniciativas locales como es el caso del DMQ, el cual cuenta con un Observatorio de Seguridad Ciudadana, que se encarga de recolectar, validar, depurar y difundir información de varios ejes principales de violencia y delincuencia, desde hace ya nueve años, el que ha servido para impulsar otros proyectos similares en otras ciudades, como Guayaquil, Cuenca y Tulcán. Este tipo de información representa un insumo fundamental para el desarrollo de análisis sociológico, antropológico, económico, estadístico, espacial, etc. mucho más profundos sobre la problemática en estudio.

El presente análisis se centra en caracterizar e interrelacionar tres de los delitos de mayor connotación económico y social que se presentan en el DMQ: Homicidios, asaltos/robos contra personas, y contra la propiedad. Es importante mostrar ciertas características de la información que se va a utilizar para el análisis, y se resume a continuación:

Tabla 3.1. Características de los tipos de violencia a ser analizados.

Tipo de violencia	Número de casos	Fuente de Información	Registro Administrativo
Homicidios	719	Departamento Médico Legal y Hospitales Públicos	Protocolos de autopsia, acta de levantamiento de cadáver e historias clínicas
Asaltos/Robos a personas	25.450	Fiscalía General del Estado	Denuncias formales de la ciudadanía
Asaltos/Robos a la propiedad	12.410	Fiscalía General del Estado	Denuncias formales de la ciudadanía

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Además es importante mencionar que el período de análisis contempla tres años: 2009, 2010 y 2011.

La información que se utiliza para realizar los análisis que se presentan a continuación, se obtiene del Sistema de Información Geográfico del OMSC. Las coordenadas geográficas y la información alfanumérica es ingresada de manera manual en un sistema de información propio de la institución, la cual se obtiene de fuentes primarias como el protocolo de autopsia y el acta de levantamiento de cadáver proveniente del Departamento Médico Legal de la Policía Nacional, para el caso de las muertes por causas externas o violentas, y de la denuncia formal presentada en la Fiscalía General del Estado para los delitos contra las personas y la propiedad[22].

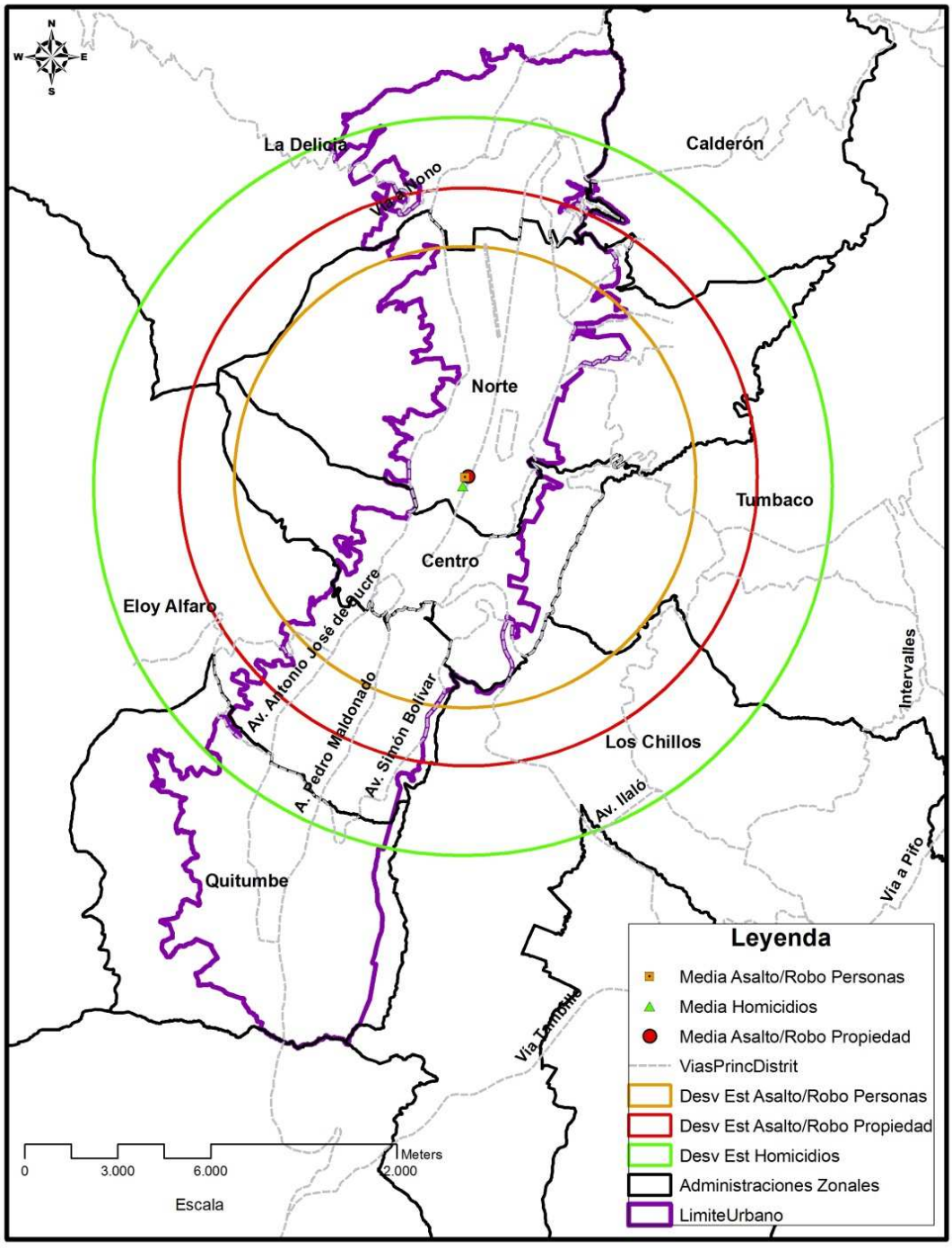
3.1.1. Pruebas estadísticas preliminares

Una primera incursión para comprender la dinámica espacial de los homicidios y los asaltos y robos a personas y propiedad se la realiza a partir de medidas

[22] Las coordenadas geográficas, se obtienen de la dirección que generalmente se presenta por intersecciones de calles o vías, o de puntos referenciales

de tendencia central, de dispersión y de agrupación, como son: Media o promedio, distancia de la desviación estándar y pruebas de agrupamiento.

Gráfico 3.3. Descriptivos espaciales



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Tabla 3.2. Desviación estándar

Tipo de delito	Distancia de la desviación estándar (km)	Área del círculo definido por la Desv. Est. (km^2)
Homicidios	11,92	446,63
Asalto/Robo a Propiedad	9,33	273,53
Asalto/Robo a Personas	7,45	174,28

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Las estadísticas descriptivas espaciales muestran que los promedios de las coordenadas o también llamados centros de gravedad de los delitos analizados, son muy similares; es decir que, la ubicación de los centroides son muy cercanas.

Según la distancia de la desviación estándar, que no es más que la desviación estándar de la distancia de cada punto al centro de gravedad, evidencia que tan dispersos se encuentran cada uno de los delitos analizados; de esta manera se puede mostrar que los asaltos o robos a personas son menos dispersos que los otros dos delitos.

3.1.2. Pruebas de agrupamiento

Generalmente los análisis criminológicos que se realizan en la práctica asumen que la distribución de los crímenes se encuentran agrupados espacialmente, cuando no necesariamente es así. Las pruebas de agrupamiento representan un primer paso en determinación de zonas calientes o “hot spots” del crimen.

Una de las principales técnicas que se utilizan para determinar el grado de agrupamiento de información geográfica es el índice de Moran. Como se explicó en el segundo capítulo, para obtener el índice se debe definir una unidad de medida geográfica. Para este análisis, la unidad de medida es el barrio.

Tabla 3.3. Estadísticos del Índice global de Moran.

Estadísticos	Personas	Homicidios	Propiedad
Índice de Moran	0,130078	0,072672	0,128908
Índice esperado	-0,000789	-0,000789	-0,000789
Varianza	0,000005	0,000006	0,000006
Puntuación Z	57,949939	29,584651	53,910086
P-VALOR	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Tanto las puntuaciones z como los valores p se asocian con la distribución normal estándar. El valor p es la probabilidad de que el patrón espacial observado se haya creado mediante algún proceso aleatorio, la puntuación Z, por otro lado, lo que hace es decirnos a cuántas unidades de desviación estándar del promedio está un puntaje determinado.

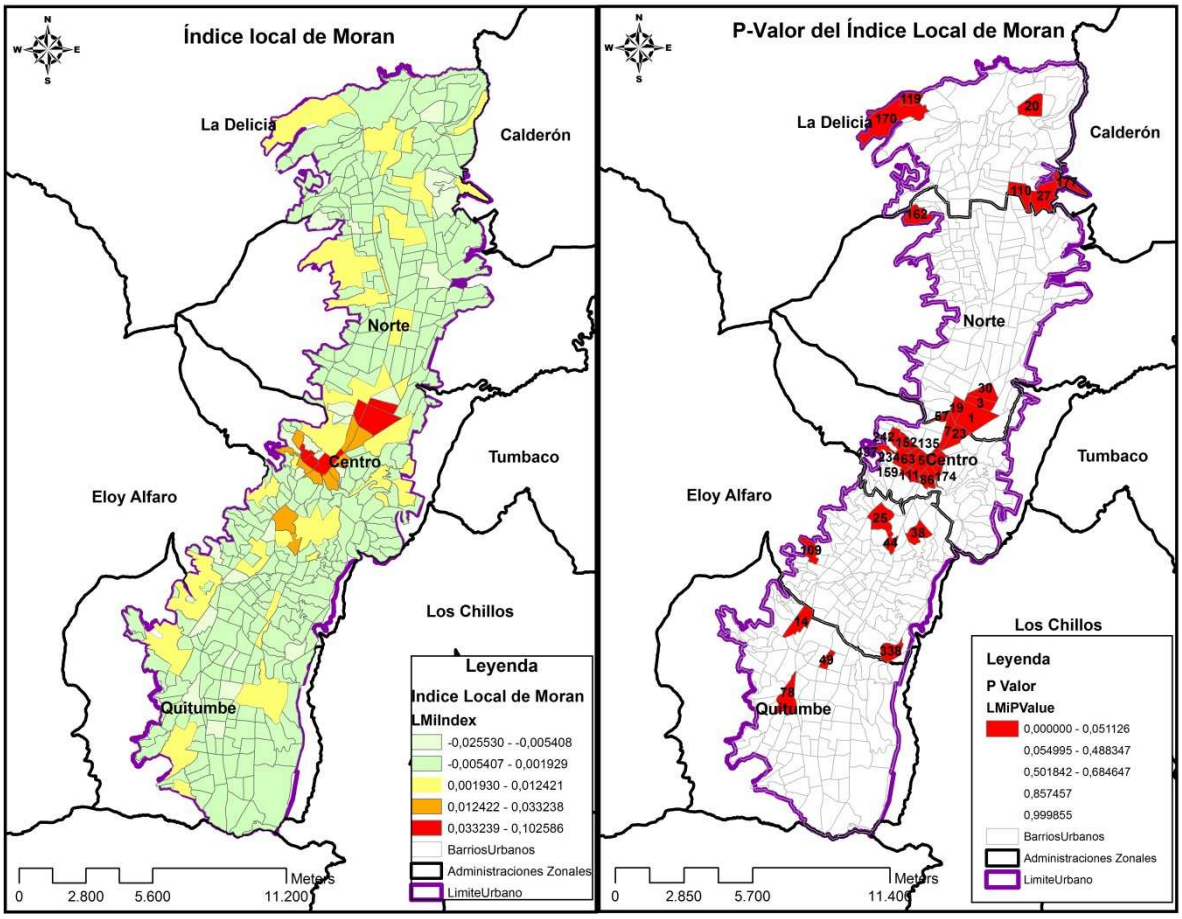
Los estadísticos muestran que en los tres delitos analizados, el índice de Moran es pequeño pero suficiente para determinar que existe un nivel de agrupamiento positivo. Con un nivel de confianza del 95%, se rechaza la hipótesis nula, la cual establece que los valores se encuentran distribuidos de manera aleatoria en el espacio, ya que el p-valor es menor que 0,05.

De esta manera, la primera conclusión del análisis es que existen patrones espaciales que determinan la distribución de los homicidios, asaltos y robos a personas y a la propiedad en el DMQ. Sin embargo, es importante saber cómo se encuentran relacionados espacialmente; para esto se utiliza el índice local de Moran, el cual cuantifica la aportación y significancia de cada unidad geográfica al índice global.

Una de las importantes consideraciones para la determinación del índice local de Moran, es la homogeneidad que tengan las unidades geográficas. Al analizar las áreas geográficas de los barrios en el DMQ se observa que en la zona rural, el área promedio de los barrios es aproximadamente 6 veces mayor que en la zona urbana y además la concentración de los delitos en esta última es de 82%, en promedio, de los tres delitos analizados. Con estos

antecedentes, para tener una precisión mayor en el análisis, se toma en cuenta únicamente el área urbana del DMQ.

Gráfico 3.4. Índice Local de Moran de Homicidios



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

En el gráfico se muestran los barrios que tienen mayor similitud en las frecuencias de homicidios con respecto a sus vecinos más cercanos.

En el gráfico de la izquierda se observa el índice local de Moran clasificado por saltos naturales[23]; en el que, los barrios que se encuentran de color rojo, naranja y amarillo muestran un índice positivo. Mientras que, el mapa de la izquierda muestra los p-valores, en el que los barrios que se encuentran de color rojo son los que presentan una significancia estadística (nivel 0,05) de

[23] Este método identifica saltos de valor importantes en la secuencia de valores para crear clases. Permite ver agrupaciones y patrones de distribución inherentes a los datos

similitud con sus vecinos.

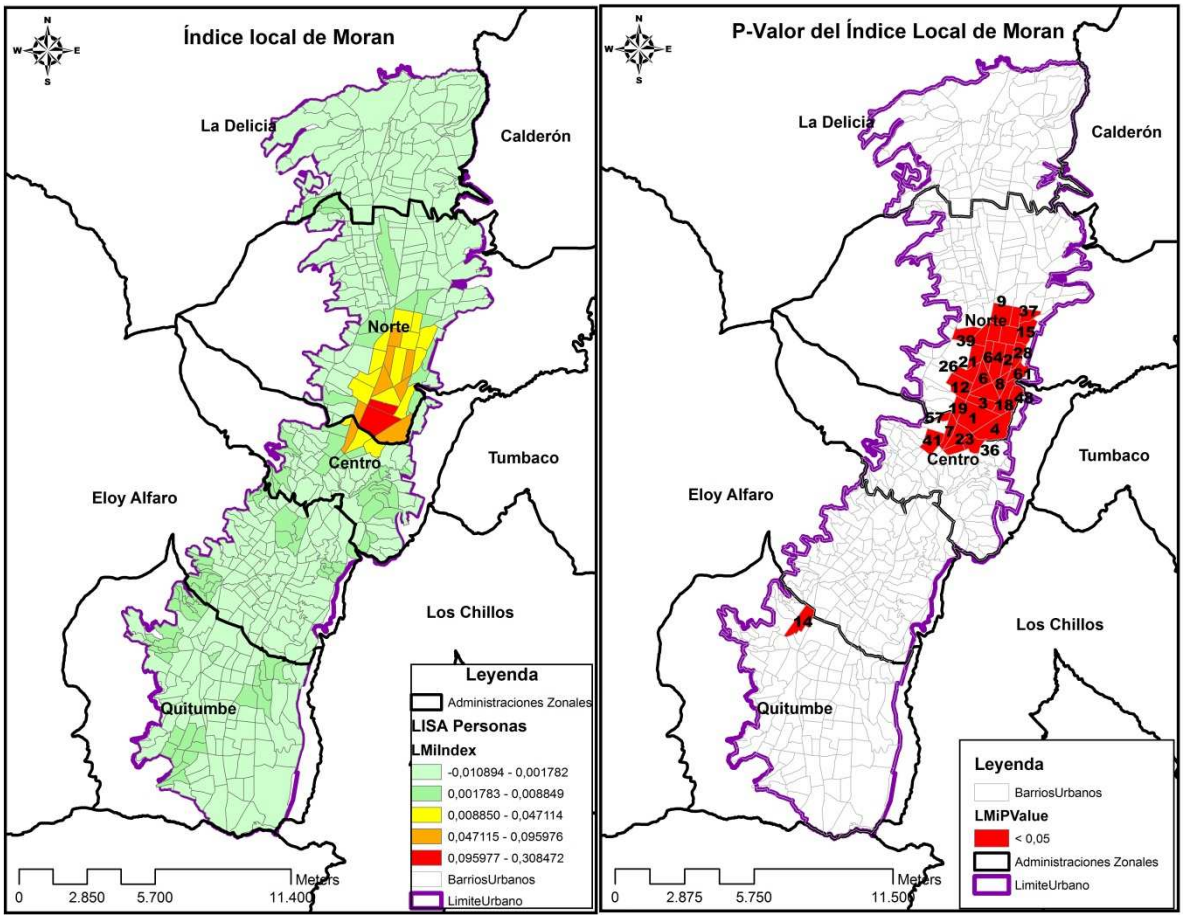
Tabla 3.4. Estadísticos del índice de Moran de homicidios

Clave_ID	Barrio	Zona Administrativa	Índice Local de Moran	Puntuación Z	P-Valor
1	MARISCAL SUCRE	Norte	0,10	35,59	-
19	S CLARA S_MILAN	Norte	0,09	25,50	-
3	LA COLON	Norte	0,06	18,11	-
5	GONZALEZ SUAREZ	Centro	0,07	14,08	-
63	SAN ROQUE	Centro	0,05	8,71	-
234	EL PLACER	Centro	0,05	8,62	-
119	COLINAS DEL NORT	La Delicia	0,01	7,58	-
7	LARREA	Centro	0,03	7,33	-
72	SAN BLAS	Centro	0,03	6,85	0,000000000007
111	SAN SEBASTIAN	Centro	0,03	6,78	0,000000000012
101	SAN MARCOS	Centro	0,03	4,89	0,000001019930
23	EJIDO	Centro	0,02	4,53	0,000006031310
44	RECREO C.C	Eloy Alfaro	0,02	3,46	0,000532710000
159	LA VICTORIA	Centro	0,02	3,40	0,000663567000
25	LA MAGDALENA	Eloy Alfaro	0,01	3,37	0,000739208000
170	PISULI	La Delicia	0,00	3,10	0,001918610000
177	LA BOTA	La Delicia	0,01	3,03	0,002484380000
437	LA CANTERA	Centro	0,02	2,93	0,003380430000
38	CHIMBACALLE	Eloy Alfaro	0,01	2,89	0,003880810000
242	TOCTIUCO	Centro	0,01	2,81	0,004914870000
110	COLLALOMA 9 DE J	La Delicia	0,01	2,66	0,007917420000
86	LA LOMA	Centro	0,01	2,56	0,010392200000
27	COMITE DEL PUEBL	La Delicia	(0,01)	(2,01)	0,044012900000
174	LA TOLA	Centro	(0,01)	(2,05)	0,040547200000
152	EL TEJAR	Centro	(0,01)	(2,14)	0,032358500000
109	TARQUI 1 MENA 2	Eloy Alfaro	(0,01)	(2,22)	0,026125300000
14	CHILLOGALLO	Quitumbe	(0,01)	(2,23)	0,025919100000
57	MIRAFLORES BAJO	Centro	(0,01)	(2,26)	0,023823600000
20	CARCELEN BEV	La Delicia	(0,01)	(2,27)	0,023503500000
30	LA PRADERA	Norte	(0,01)	(2,91)	0,003608510000
338	LUCHA LOS POBRES	Eloy Alfaro	(0,01)	(3,14)	0,001695940000
135	LA MERCED	Centro	(0,02)	(3,35)	0,000818415000
78	LA ECUATORIANA	Quitumbe	(0,01)	(3,48)	0,000510517000
162	ATUCUCHO	Norte	(0,01)	(3,54)	0,000406750000
49	INTILLACTA	Quitumbe	(0,03)	(4,90)	0,000000945061

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Los barrios que presentan un mayor nivel de similitud con los barrios adyacentes al mismo se encuentran ubicados en la zona administrativa Norte; estos son: Mariscal Sucre, Santa Clara y la Colón, y en el Centro se encuentran los barrios González Suárez[24], San Roque y El Placer. En la tabla anterior se muestran también los barrios que presentan una disimilitud con sus adyacentes y tienen índices negativos; es decir, barrios como el Comité del Pueblo, La Tola, el Tejar, Chillogallo, etc. que presentan índices negativos, muestran incidencia de homicidios importantes pero esta problemática no es similar con la de los barrios adyacentes a los mismos.

Gráfico 3.5. Índice Local de Moran de Asaltos y Robos a Personas



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

[24] En el DMQ se conocen a dos barrios con el nombre de González Suárez; el que se encuentra en el Nororiente y que contiene a la avenida González Suárez, y el que se encuentra en el Centro Histórico y al que hace alusión este análisis.

Tabla 3.5. Estadísticos del índice de Moran de los asaltos y robos a personas

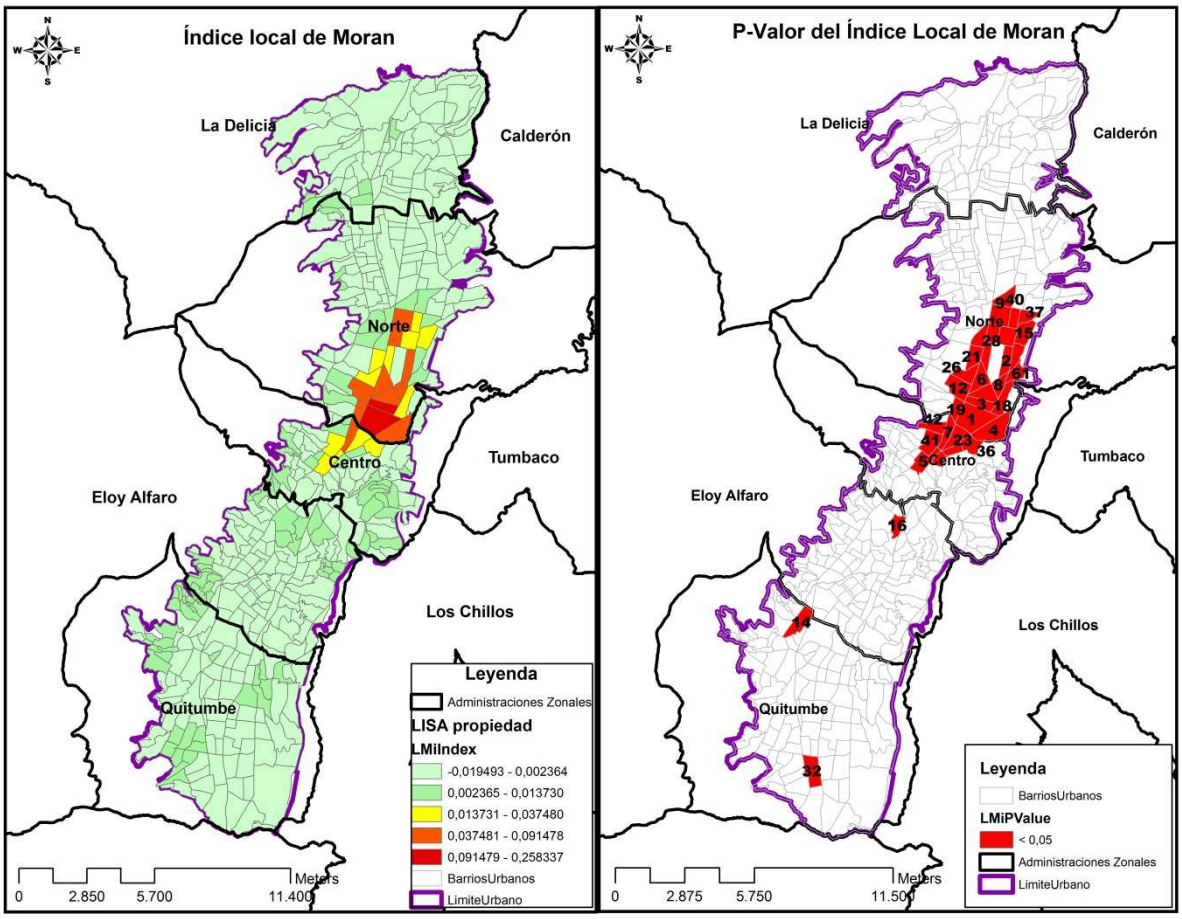
ID	BARRIO	ZONA ADMINISTRATIVA	Índice Local de Moran	Puntuación Z	Valor P
1	MARISCAL SUCRE	Norte	0,31	121,45	0,00000000000
3	LA COLON	Norte	0,19	63,02	0,00000000000
4	LA FLORESTA	Norte	0,10	45,31	0,00000000000
2	BENALCAZAR CD	Norte	0,08	21,06	0,00000000000
6	LA REPUBLICA	Norte	0,08	25,69	0,00000000000
8	BATAN BAJO	Norte	0,07	22,46	0,00000000000
11	INIAQUITO	Norte	0,07	20,42	0,00000000000
7	LARREA	Centro	0,07	18,49	0,00000000000
19	S CLARA S_MILAN	Norte	0,06	18,80	0,00000000000
13	LA CAROLINA	Norte	0,05	14,61	0,00000000000
23	EJIDO	Centro	0,05	12,71	0,00000000000
30	LA PRADERA	Norte	0,05	14,48	0,00000000000
18	LA PAZ	Norte	0,04	11,31	0,00000000000
9	JIPIJAPA	Norte	0,04	11,40	0,00000000000
12	LAS CASAS BAJO	Norte	0,04	15,12	0,00000000000
21	RUMIPAMBA	Norte	0,03	8,58	0,00000000000
28	BATAN BAJO	Norte	0,03	9,98	0,00000000000
26	MARIANA DE JESUS	Norte	0,02	8,07	0,00000000000
64	P.LA CAROLINA	Norte	0,02	6,76	0,00000000001
36	JULIO MORENO D.	Centro	0,02	6,66	0,00000000003
15	EL BATAN	Norte	0,02	6,42	0,00000000014
34	VOZ DE LOS ANDES	Norte	0,02	6,02	0,00000000178
33	6 DE DICIEMBRE	Norte	0,02	5,09	0,00000035896
43	ESTADIO ATAHUALP	Norte	0,02	4,75	0,00000206344
57	MIRAFLORES BAJO	Centro	0,02	3,96	0,00007425060
48	GONZALES SUAREZ	Norte	0,01	2,77	0,00561188000
61	BELLAVISTA	Norte	0,01	2,55	0,01085050000
50	LA ALAMEDA	Centro	0,01	2,46	0,01383980000
39	GRANDA CENTENO	Norte	0,01	2,45	0,01410080000
37	EL INCA	Norte	0,01	2,17	0,02994020000
41	SAN JUAN	Centro	0,01	1,97	0,04843770000
14	CHILLOGALLO	Quitumbe	(0,01)	(2,70)	0,00685913000

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Los asaltos y robos a personas en el DMQ se encuentran más concentrados en el centro y centro-norte de la ciudad. El barrio Chillogallo, ubicado en la zona administrativa Quitumbe, presenta un índice negativo el cual es significativo

(nivel 0,05); es decir, que la problemática en este sector es aislada del resto de barrios adyacentes al mismo.

Gráfico 3.6. Índice Local de Moran de robos a la propiedad



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Tabla 3.6. Estadísticos del índice local de Moran de los robos a la propiedad

ID	NOMBRE_SEC	ZON_ADMINI	Índice Local de Moran	Puntuación Z	P-Valor
1	MARISCAL SUCRE	Norte	0,26	95,21	0,00000000000
3	LA COLON	Norte	0,17	53,08	0,00000000000
7	LARREA	Centro	0,09	22,25	0,00000000000
6	LA REPUBLICA	Norte	0,07	20,93	0,00000000000
4	LA FLORESTA	Norte	0,07	29,34	0,00000000000
30	LA PRADERA	Norte	0,06	16,16	0,00000000000
19	S CLARA S_MILAN	Norte	0,05	16,89	0,00000000000
8	BATAN BAJO	Norte	0,05	16,98	0,00000000000
13	LA CAROLINA	Norte	0,04	9,86	0,00000000000
11	INIAQUITO	Norte	0,04	11,94	0,00000000000
2	BENALCAZAR CD	Norte	0,04	11,20	0,00000000000
9	JIPIJAPA	Norte	0,04	11,48	0,00000000000
12	LAS CASAS BAJO	Norte	0,04	14,59	0,00000000000
36	JULIO MORENO D.	Centro	0,03	8,80	0,00000000000
18	LA PAZ	Norte	0,03	8,37	0,00000000000
23	EJIDO	Centro	0,03	6,60	0,00000000004
41	SAN JUAN	Centro	0,03	6,32	0,00000000026
26	MARIANA DE JESUS	Norte	0,02	6,04	0,00000000157
28	BATAN BAJO	Norte	0,02	5,68	0,00000001324
33	6 DE DICIEMBRE	Norte	0,02	5,21	0,00000019080
21	RUMIPAMBA	Norte	0,02	5,15	0,00000025786
5	GONZALEZ SUAREZ	Centro	0,02	5,03	0,00000049640
15	EL BATAN	Norte	0,02	4,90	0,00000097576
34	VOZ DE LOS ANDES	Norte	0,01	3,26	0,00110220000
72	SAN BLAS	Centro	0,01	3,23	0,00124410000
16	VILLA FLORA	Eloy Alfaro	0,01	3,06	0,00221631000
40	ZALDUMBIDE	Norte	0,01	2,95	0,00318527000
42	AMERICA	Centro	0,01	2,90	0,00375916000
37	EL INCA	Norte	0,01	2,75	0,00589963000
50	LA ALAMEDA	Centro	0,01	2,72	0,00655099000
61	BELLAVISTA	Norte	0,01	2,55	0,01078500000
43	ESTADIO ATAHUALP	Norte	0,01	2,48	0,01295980000
32	MATILDE ALVAREZ	Quitumbe	(0,01)	(2,15)	0,03130150000
14	CHILLOGALLO	Quitumbe	(0,02)	(4,54)	0,00000553232

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Al igual que los asaltos y robos a personas, los robos a domicilios tienen una concentración sobre todo en la zona centro norte del DMQ, en donde se destaca el nivel de correlación con sus barrios adyacentes en las zonas de la Mariscal Sucre y alrededores; así como los barrios que se encuentran a los alrededores del aeropuerto y del parque la Carolina. Es importante también mostrar que en el Sur de la ciudad, barrios como Chillogallo y Matilde Álvarez presentan niveles de disociación significativas con sus zonas aledañas.

3.2 Determinación de las zonas de mayor incidencia delictual en el DMQ

Los datos por si solos son necesarios pero no suficientes para realizar análisis y determinar problemáticas puntuales que permitan comprender las dinámicas sociales inherentes en las agendas de política pública.

Una vez que se tiene establecido que los fenómenos delictuales, que son analizados en este estudio, tienen una connotación espacial; es decir, que existen patrones espaciales que determinan que ciertas zonas sean más conflictivas o vulnerables que otras. El siguiente objetivo se enmarca en determinar donde se encuentran estas zonas denominadas "*Hot spots*" de la criminalidad en el DMQ, mediante técnicas prácticas y frecuentemente utilizadas en los análisis de violencia y delincuencia.

Los análisis que se presentan a continuación no se encuentran sujetos a una estructura espacial definida a priori como pueden ser los polígonos que definen la distribución política del Distrito: barrios, parroquias o zonas administrativas; mas bien, los modelos estadísticos definen esta estructura espacial, para lo cual se requiere de información tipo vector o coordenadas geográficas.

3.2.1. Análisis de conglomerados espaciales de la violencia y delincuencia en el DMQ

Este análisis, es uno de las más utilizados para la determinación de las "zonas calientes" o "*hot spots*" de violencia o criminalidad. Varios *softwars,* estadísticos y geográficos, lo implementan como componente, por la importante y recurrente utilización en el análisis y representación de las zonas de mayor concentración delictual; sin embargo, la efectividad de esta técnica depende de un apropiado número de grupos que se generen y de la importancia o significancia que se le dé a cada grupo identificado. Existen dos técnicas de análisis de conglomerados, las cuales permitirán detectar los lugares de mayor concentración delictual en el DMQ: jerárquicos mediante el criterio del vecino más cercano y no jerárquicos mediante el análisis K medias. La diferencia de estas dos técnicas, en la práctica, radica en que la primera optimiza el número de grupos de acuerdo a los parámetros de distancia y frecuencia, mientras que la técnica de K medias requiere a priori del número de grupos.

Los resultados de estas técnicas van a depender principalmente de los parámetros que se utilicen en los algoritmos y de los objetivos que persiga el análisis; es decir, que en la práctica los grupos que se requieran dependerán de la finalidad del ejercicio; por ejemplo, estos conglomerados se podrían definir en función de los recursos y capacidades operativas que disponga o se disponga a la Policía Nacional en cierto tiempo y espacio; De esta manera, el criterio del experto en la materia juega un rol sumamente importante al momento de determinar las zonas de mayor concentración delictual en el DMQ.

A continuación se presentan los resultados del análisis de conglomerados espaciales de cada uno de los delitos mediante la utilización del software libre *CrimeStat*[25], el cual emplea diferentes técnicas que permite agrupar los datos georreferenciados, entre la que se destaca la técnica de conglomerados espaciales jerárquicos por el criterio del vecino más cercano.

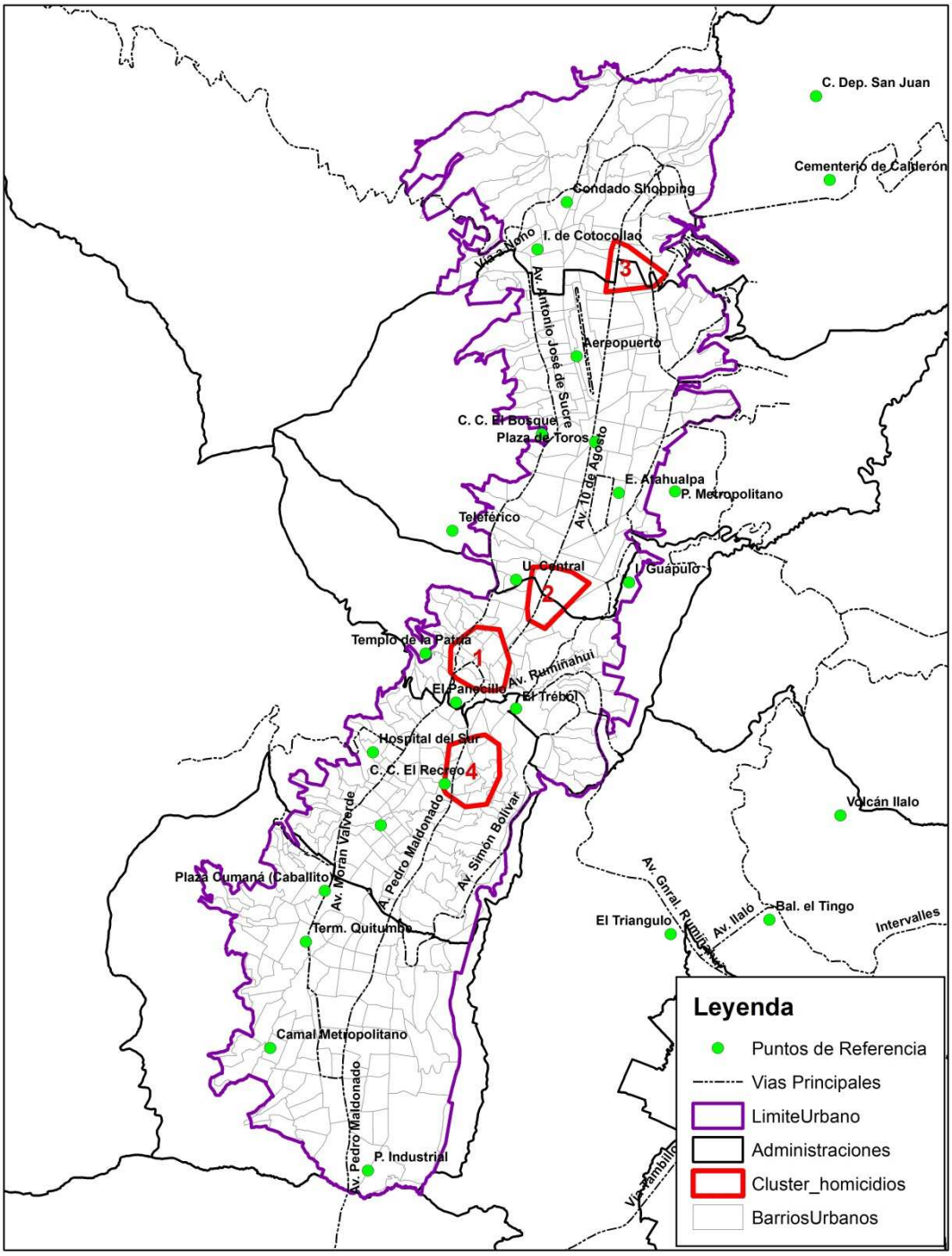
La rutina que emplea el software usa un método que define una distancia

[25] Ibid., p. 62

umbral, la cual es comparada con las distancias de todos los pares de puntos. Únicamente los puntos que están más cerca de uno o más puntos distintos de la distancia umbral se seleccionan para el agrupamiento. La distancia umbral d puede ser definida por el usuario (criterio experto) o emplear un criterio basado en la distancia media definida como $d = \frac{1}{2}\left(\frac{A}{n}\right)^2$, donde A es el área de la región y n es el número de incidentes[26].

[26] Tomado del manual del CrimeStat en la siguiente dirección electrónica: http://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/workbook.html

Gráfico 3.7. Conglomerados espaciales de homicidios mediante el criterio del vecino más cercano.



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

En el gráfico se muestran los cuatro principales conglomerados de homicidios en los años 2009, 2010 y 2011, que concentran más de 20 homicidios en un área aproximada de $1{,}5\ \mathrm{km}^2$.

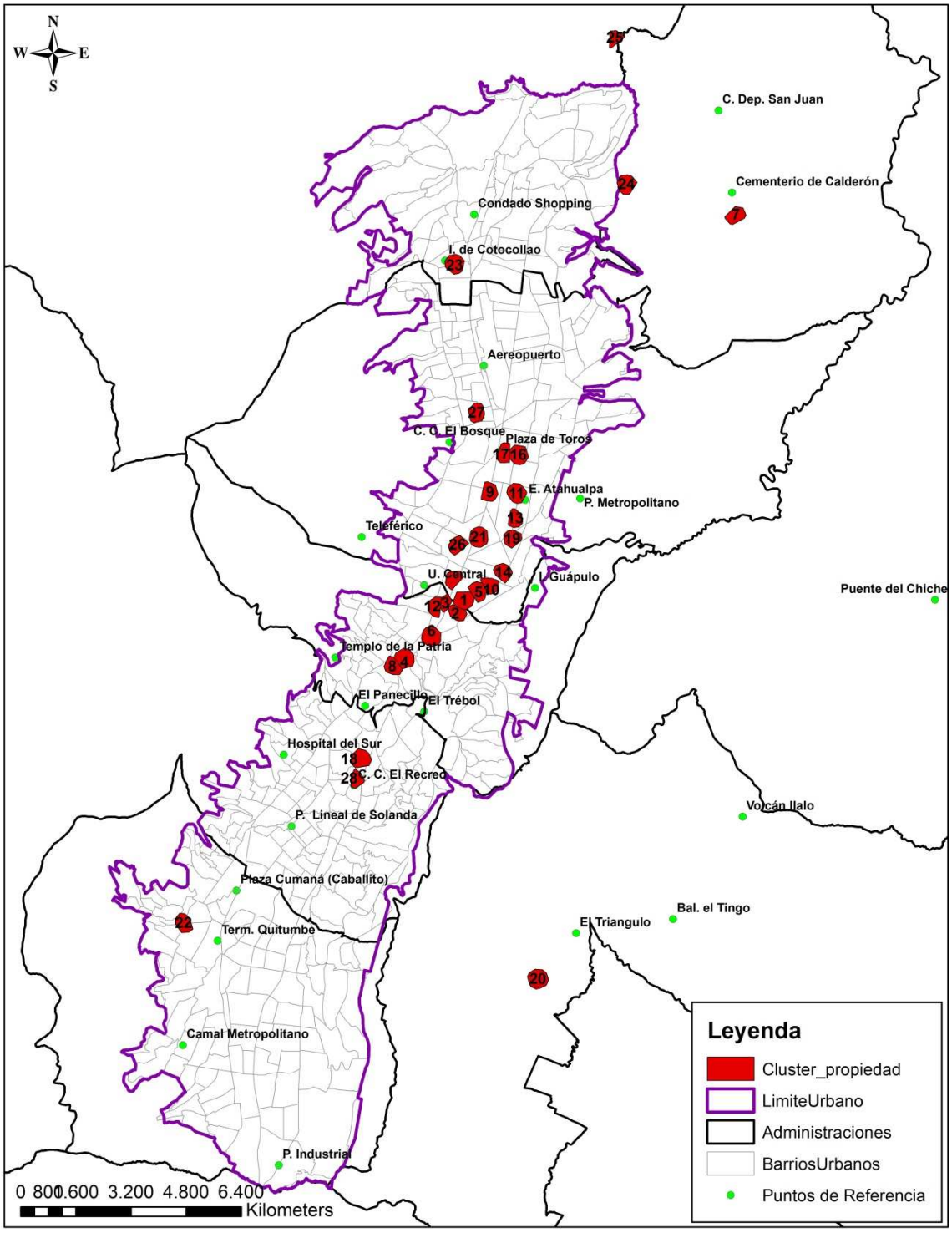
Tabla 3.7. Características de los conglomerados de homicidios.

Conglomerado	Área ($\mathbf{km^2}$)	Frecuencia (Homicidios)	Densidad ($\boldsymbol{homicidios/km^2}$)
1	1,61274	50	31,00317
2	1,20308	41	34,079246
3	1,38506	29	20,937796
4	2,00782	28	13,945475

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

La principal área de concentración de homicidios en los tres años se encuentra en barrios de la zona administrativa centro como González Suárez, El Placer, San Sebastián, San Marcos y San Roque, principalmente, y que pertenecen al conglomerado 1 (ver gráfico 3.5).

Gráfico 3.8. Conglomerados espaciales de robos a la propiedad mediante el criterio del vecino más cercano.



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

El resultado de los conglomerados de robos contra la propiedad en el año 2009, 2010 y 2011 muestran una cantidad mucho mayor de grupos que los

obtenidos con los homicidios; además, del área umbral también se redujo de manera proporcional, debido a que la cantidad de denuncias de robos contra la propiedad es aproximadamente 17 veces más que los homicidios. Y como se puede observar en el gráfico 3.6 una gran cantidad de estos grupos se encuentran ubicados en la zona centro y norte de la ciudad.

Es importante mencionar que existen sectores que contienen una importante cantidad de frecuencias de denuncias de robos contra la propiedad, que se encuentran fuera del límite urbano y que recaen en las zonas de Calderón (conglomerados 7, 23, 24 y 25) y en la zona administrativa los chillos, específicamente en el sector de la Armenia (conglomerado 20).

Tabla 3.8. Características de los conglomerados de robos a la propiedad.

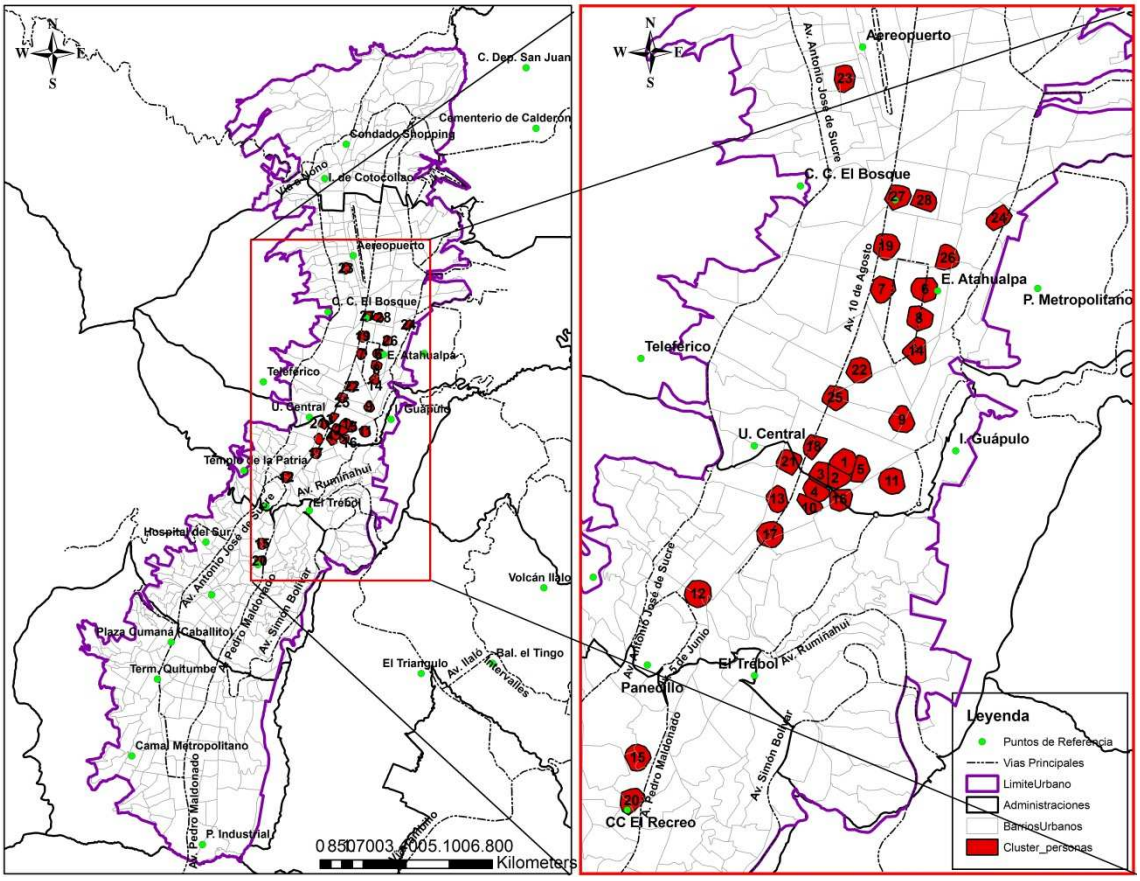
Conglomerado	Área ($\mathbf{km^2}$)	Frecuencia (Robos propiedad)	Densidad ($\boldsymbol{Robos\ Propiedad/km^2}$)
1	0,13412	203	1513,57982
4	0,13922	141	1012,78834
6	0,14043	137	975,595191
7	0,1276	119	932,609244
9	0,11596	111	957,232882
11	0,15021	108	718,984851
5	0,11855	95	801,365185
13	0,10892	95	872,180205
16	0,15621	90	576,156437
18	0,11859	90	758,888777
20	0,16434	86	523,302648
21	0,17095	85	497,218777
22	0,09782	85	868,969668
14	0,1102	84	762,263206
19	0,12161	82	674,268127
23	0,13932	77	552,703648
2	0,09457	75	793,037228
24	0,12211	75	614,217374
10	0,12389	73	589,23635
25	0,06686	68	1017,02222
3	0,07497	67	893,723075
27	0,13012	66	507,222798
8	0,11658	65	557,546065
17	0,11875	65	547,379859
15	0,13598	64	470,648343

28	0,07723	63	815,712336
12	0,10932	62	567,146788
26	0,13593	62	456,124866

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Existen 28 conglomerados de $0{,}12\,\mathrm{km}^2$, en promedio, de superficie que contienen más de 62 denuncias de robos contra la propiedad; es decir, contra domicilios y locales comerciales. Además, es importante mencionar que estos grupos concentran aproximadamente el 25% de todos los datos.

Gráfico 3.9. Conglomerados espaciales de los asaltos y robos a personas mediante el criterio del vecino más cercano.



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Como se pudo observar en las estadísticas descriptivas del subcapítulo anterior, los asaltos y robos a personas tienen la menor desviación estándar de la diferencia entre cada punto y la mayor autocorrelación global debido a su concentración en las zonas comerciales del DMQ, como son las zonas de la Mariscal, Centro Histórico y los alrededores del parque La Carolina.

Tabla 3.9. Características de los conglomerados de asaltos y robos a personas.

Conglomerado	Área ($\mathbf{km^2}$)	Frecuencia (Robos a personas)	Densidad ($\boldsymbol{Robos\ Personas/km^2}$)
1	0,06398	547	8549,91246
6	0,06815	306	4489,80346
3	0,03769	300	7960,25776
7	0,06079	292	4803,4122
8	0,07259	285	3925,9108
9	0,09162	240	2619,49948
11	0,07017	228	3249,23664
12	0,06802	223	3278,51419
14	0,08322	190	2283,23808
15	0,063	186	2952,28588
17	0,07691	181	2353,46905
19	0,06938	166	2392,47323
20	0,0433	161	3718,26466
22	0,07765	161	2073,32245
2	0,0722	158	2188,37372
21	0,07394	157	2123,26875
4	0,05629	153	2718,03549
23	0,05286	153	2894,61161
10	0,03391	152	4481,95382
18	0,06892	145	2104,02428
13	0,06392	138	2159,10809
5	0,06691	137	2047,52245
24	0,03968	136	3427,57708
25	0,09174	135	1471,54386
16	0,04996	129	2582,08555
26	0,07857	127	1616,351
27	0,06027	127	2107,14866
28	0,07062	125	1770,14496

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

La cantidad de denuncias por asaltos y robos contra las personas es el doble de los robos contra domicilios, por lo que el área umbral de los conglomerados se reduce en aproximadamente el 50%; es decir que, en promedio los grupos resultantes tienen una superficie de $0{,}065\ \mathrm{km}^2$. Cada conglomerado contiene al menos 125 puntos georeferenciados, por lo que la cantidad de homicidios por km^2 en estas zonas es entre cuatro y cinco veces mayor que los robos contra la propiedad; en otras palabras, se puede decir que estos delitos en los tres años ocurrieron aproximadamente 3 asaltos y robos a personas que fueron denunciados por cada 1.000 m^2.

3.2.2. Análisis espacial de la violencia mediante la estimación de densidad tipo núcleo o *kernel*

La técnica de interpolación mediante la estimación de la densidad tipo núcleo o *kernel*, es la más usada para determinar los sitios de mayor concentración delictual o *hot spots* del crimen en los estudios de seguridad ciudadana. Esta técnica se basa en generar una malla uniforme sobre la superficie analizada y mediante la función de densidad tipo núcleo estimar la magnitud en cada celda de la malla en función de la cantidad de puntos y la distancia de los puntos a cada celda.

Como se menciona en el subcapítulo 2.2.3., debido a la gran variedad de tipos de funciones, tanto Silverman (1986) como Hardle (1991), aseguran que la diferencia de las estimaciones obtenidas de cada tipo de función, es marginal (Moreno A, 1998). De esta manera, para la estimación de los valores de celda se utiliza la función cuadrática de Epanechnikov:

$$K_2(\mathrm{x}) = \begin{cases} 3\pi^{-1}(1 - x^T x)^2 & x^T x \leq 1 \\ 0 & Otros\ casos \end{cases}$$

En la práctica se asume que los datos observados tienen una distribución normal multivariante[27]; entonces el ancho de ventana se aproxima mediante la expresión: (Scott 1992; Bowman and Azzalini 1997)

$$h_i = \frac{\sigma_i \{4/(d+2)\}^{1/(d+4)}}{n^{1/(d+4)}}$$

$$h_i = \frac{\sigma_i}{n^{1/6}}$$

Donde σ_i es la desviación estándar de cada coordenada.

d es la dimensión en la que se analiza, en este caso es 2.

Por lo tanto la matriz de anchos de ventana queda:

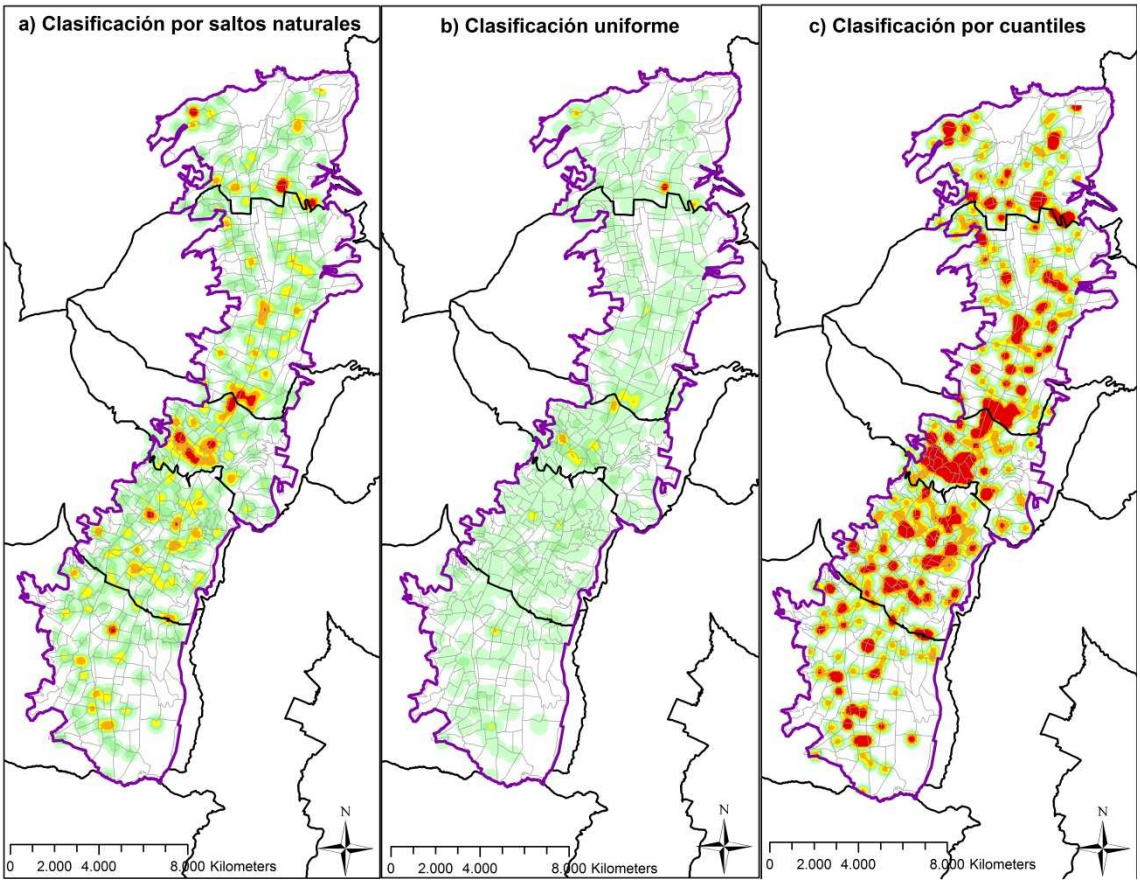
$$H = \begin{bmatrix} h_1 & 0 \\ 0 & h_2 \end{bmatrix}$$

Los resultados gráficos de esta técnica dependerán tanto de la matriz de anchos de ventanas como de la clasificación que se realice a la distribución de los valores que estime la función de distribución para cada celda de la malla.

A continuación se presentan tres tipos de clasificación más frecuentes

[27] Xibin Zhang Maxwell L. King Rob J. Hyndman, Bandwidth Selection for Multivariate Kernel Density Estimation Using MCMC, Department of Econometrics and Business Statistics Monash University, Clayton, Victoria, 3800, Australia, Julio 2004

Gráfico 3.10. Tipo de clasificación[28].

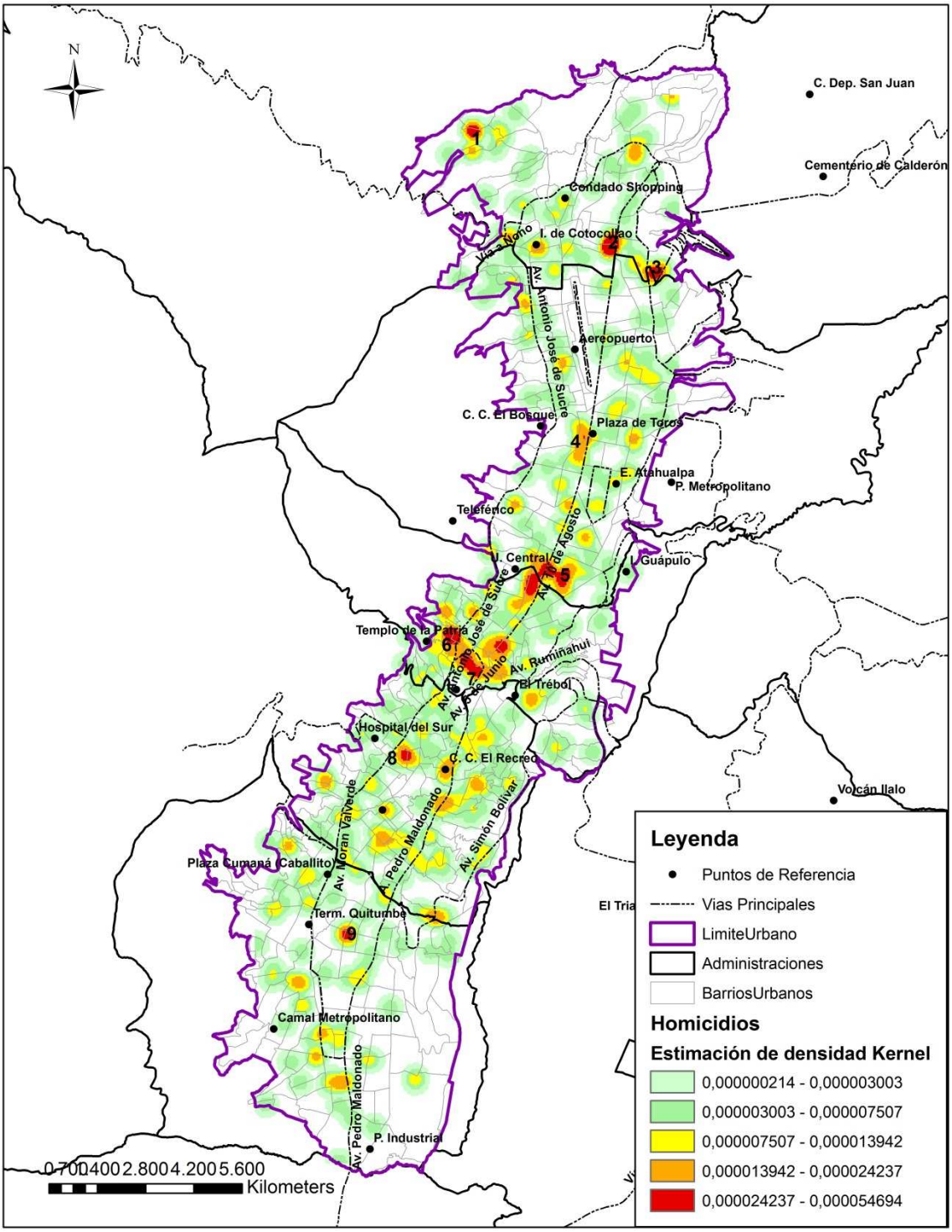


Fuente: OMSC
Elaboración Propia

En el gráfico 3.10. se pueden observar los resultados de las clasificaciones efectuadas con los homicidios georeferenciados de los años 2009, 2010 y 2011 y se determina que la figura a) Clasificación por saltos naturales[29] representa gráficamente, mejor la problemática, debido a que las otras clasificaciones sobre o sub dimensionan el fenómeno social. Es importante mencionar, que estas clases de parámetros dependerán también del criterio del analista y de la finalidad que tenga el estudio.

[28] Los resultados de los histogramas con las distintas clasificaciones se encuentran en el Anexo No. 5
[29] Ibíd., p. 63

Gráfico 3.11. Estimación de densidad tipo núcleo de homicidios



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Según la estimación de la densidad tipo núcleo, los homicidios en los últimos tres años se presentan en distintos sectores de la ciudad. En el gráfico 3.8. se encuentran enumerados los sectores donde se tiene una densidad alta de homicidios y se describen a continuación:

- Al norte de la ciudad, sectores como Pisuli (1), La Ofelia (2) y el Comité del pueblo (3).

- En el centro norte de la ciudad, la zona comprendida entre la universidad central hasta la zona de la Mariscal o más conocida como “La Zona” (5).

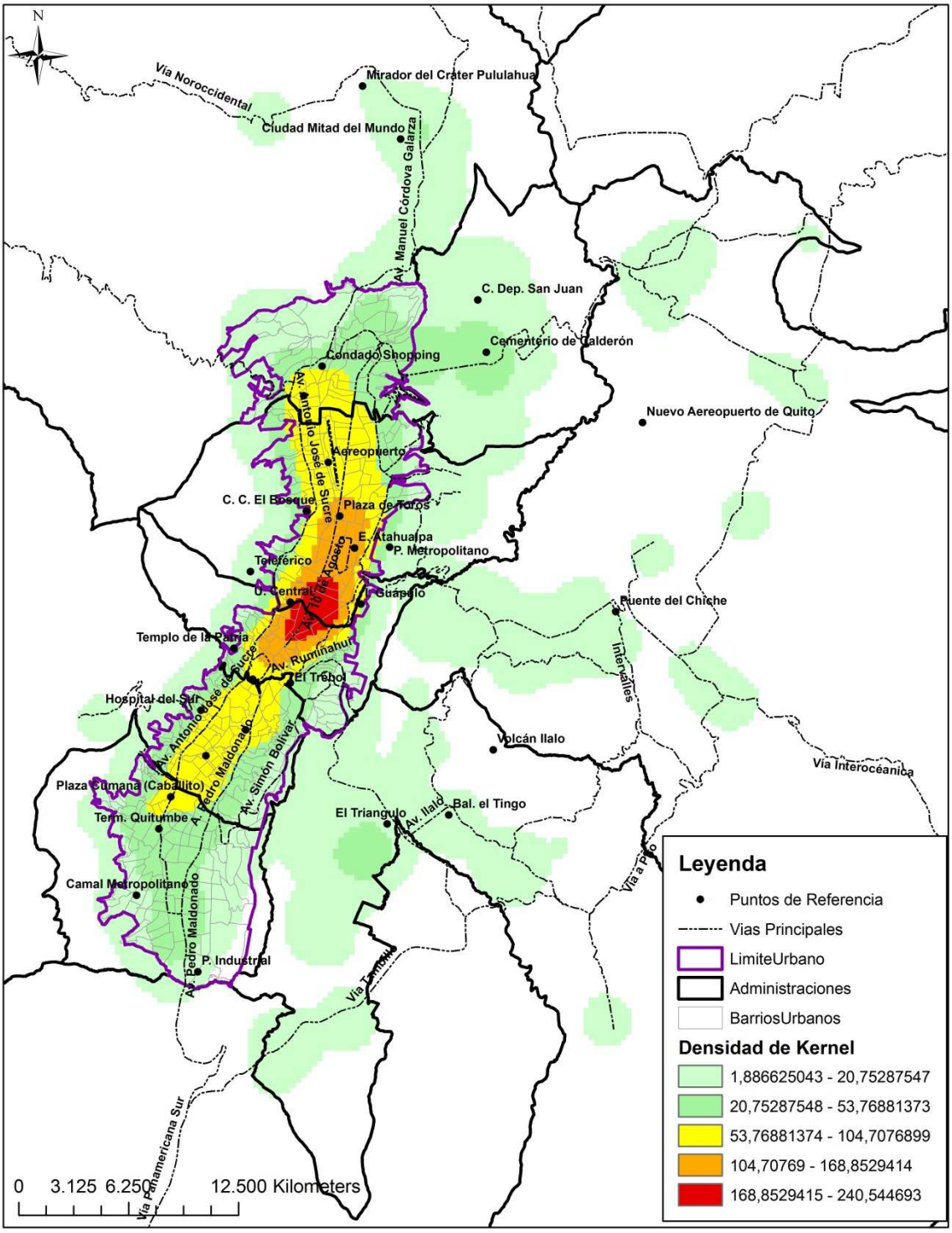
- En el centro de la ciudad preponderan los sectores como La Libertad (6) y del Panecillo y parte del Centro Histórico de Quito (7).

- Por otro lado, al sur de la ciudad se concentran entre la intersección de los barrios Santa Anita, Barrio Nuevo y La Atahualpa (8) y más al sur en la zona de Quitumbe, en el barrio Quillallacta (9).

A continuación se presenta un análisis espacial, mediante la técnica de la estimación de la densidad tipo núcleo, de los robos contra la propiedad, domicilios y locales comerciales, denunciados en la Fiscalía. Se utiliza en primera instancia (gráfico 3.9.) toda la información georreferenciada del DMQ y luego (gráfico 3.10.) se realiza el análisis utilizando únicamente la que se presenta en el área urbana.

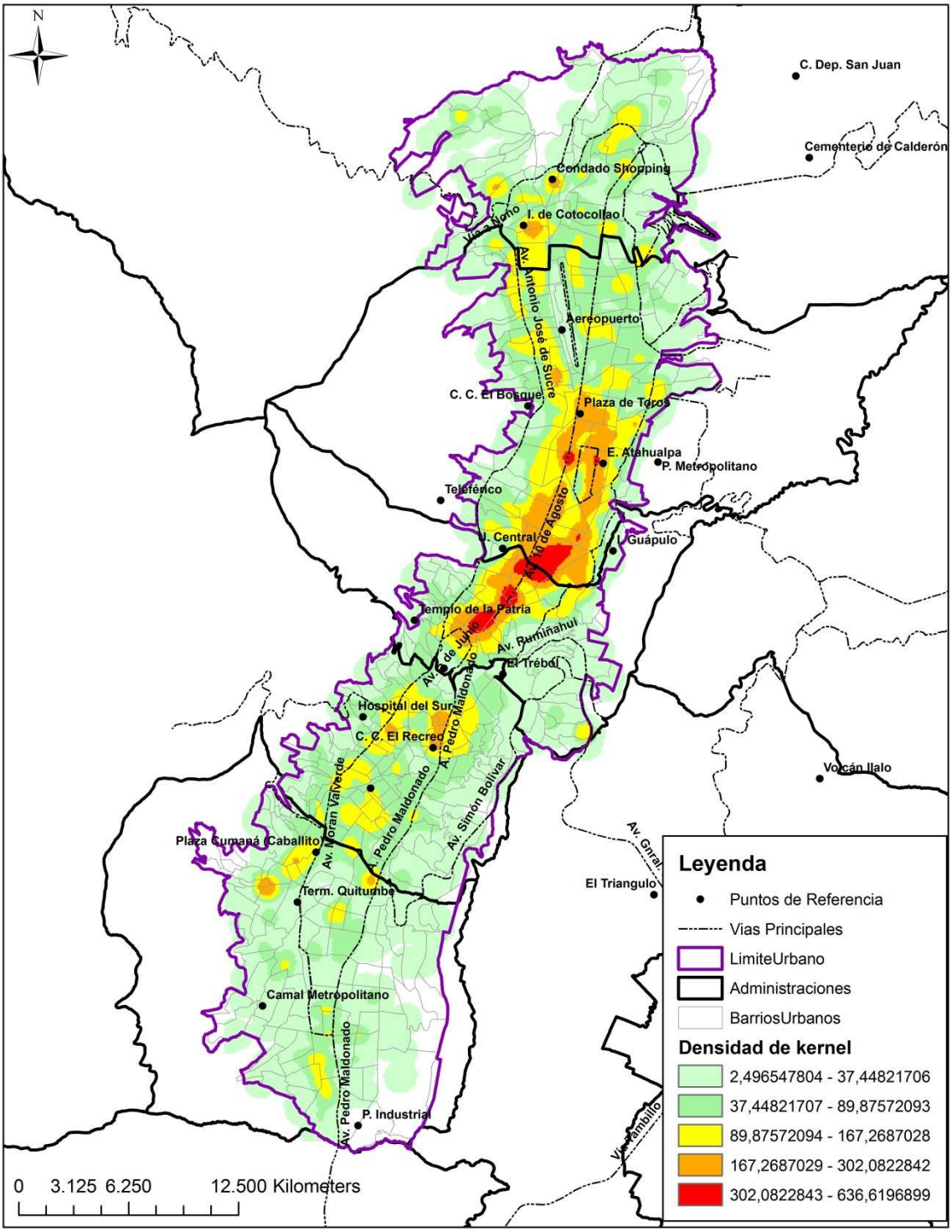
El objetivo de la presentación de estos dos resultados, se da debido a que en el subcapítulo anterior, el análisis por conglomerados de los delitos contra la propiedad muestra 3 grupos que se encuentran fuera del límite urbano, mientras que al hacerlo por la técnica de estimación de distribución tipo núcleo, la principal concentración se presenta en el área urbana y zonas como Carcelén y la Armenia no representan una concentración alta; además, la descripción gráfica en la zona urbana se muestra muy generalizada.

Gráfico 3.12. Estimación de densidad tipo núcleo de robos a la propiedad en todo el DMQ



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Gráfico 3.13. Estimación de densidad tipo núcleo de robos a la propiedad en la zona urbana del DMQ



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

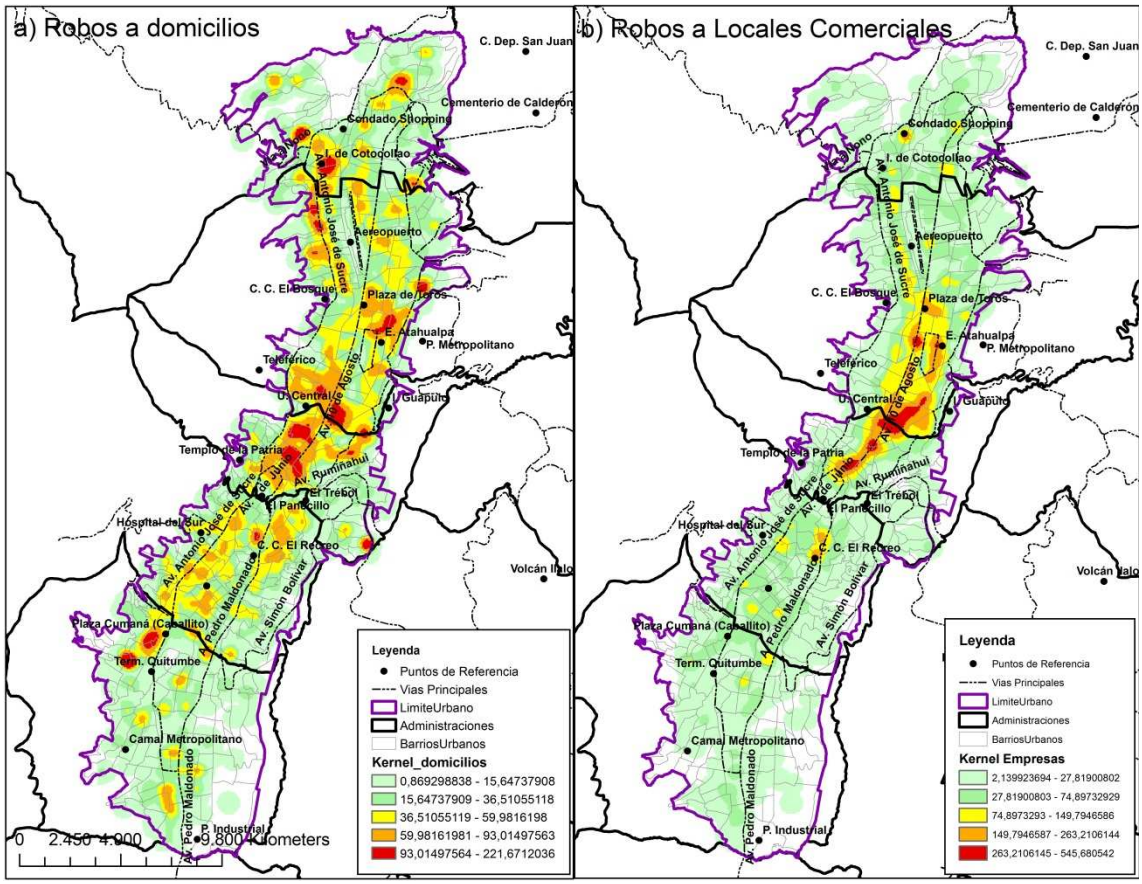
En los tres años de análisis se muestran zonas específicas de concentración de este tipo de delitos como son: los alrededores del Condado Shopping, la

Iglesia de Cotocollao, Plaza de Toros Quito y La Carolina (ver puntos de referencia en el gráfico 3.9.), en el norte de la ciudad. Al sur, sectores como el Recreo, la Villa Flora y La Atahualpa son los que sobresalen. Mientras que las zonas más críticas para esta clase de delitos se presentan en la zona de la Mariscal, alrededores del parque El Ejido y La Alameda, en el centro norte de la ciudad y el barrio González Suarez del Centro Histórico de Quito, este último comprendido entre las calles Montúfar, Morales, Cuenca y Manabí

Es importante además mencionar, que la justificación para realizar un análisis en conjunto de robos a locales comerciales y domicilios, nace por la intervención de política pública que en los dos casos se concentra en acciones similares para controlar y prevenir los robos; como ejemplo se pueden nombrar la instalación de dispositivos de seguridad, ubicación de UPC y su relacionamiento con las mismas, entre otras; así como estrategias de acción privadas como la vigilancia particular y comunitaria instalada en varios sectores de la ciudad.

Sin embargo, para establecer diferencias entre las zonas de mayor afectación de las dos tipos de propiedad, domicilios y locales comerciales, se realiza el siguiente análisis.

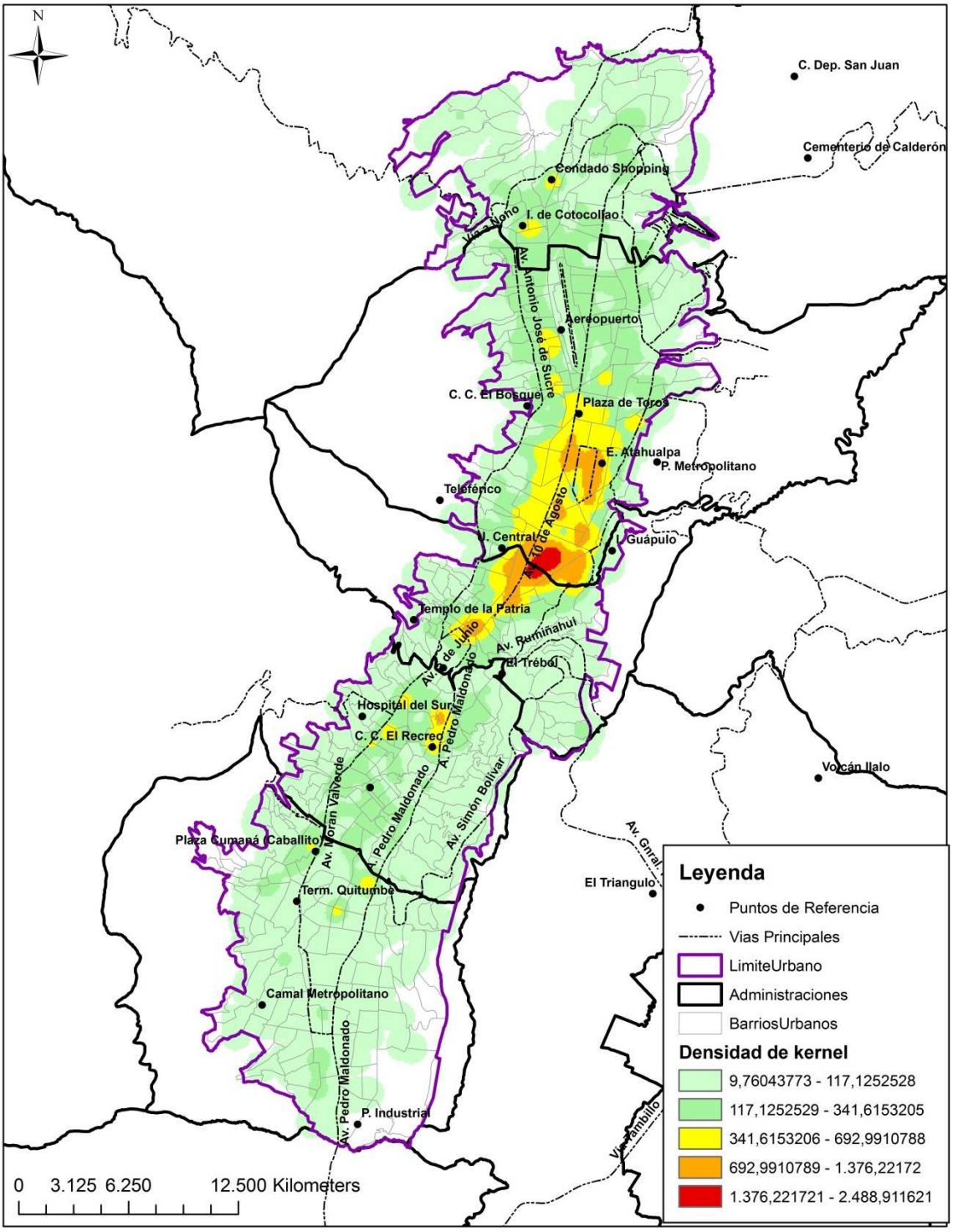
Gráfico 3.14. Estimación de densidad tipo núcleo de asaltos y robos contra a) domicilios y b) locales comerciales.



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Al realizar por separado la estimación de densidad tipo núcleo para domicilios y locales comerciales, se evidencia claramente que los robos a domicilios son más dispersos que los robos a locales comerciales, los cuales se concentran en la zona comercial de Quito, desde el Centro Histórico hasta la zona de la Mariscal; además de los alrededores del parque La Carolina y de la Plaza de Toros.

Gráfico 3.15. Estimación de densidad tipo núcleo de asaltos y robos a las personas



Fuente: OMSC
Elaboración Propia

El delito más frecuente en el DMQ, asaltos y robos a personas, es el que más se concentra en una sola zona, La Mariscal.

3.3. Caracterización de las zonas delictuales de mayor incidencia

En los análisis presentados en el capítulo anterior se pudo determinar las zonas de mayor incidencia delictual en el DMQ, objetivo principal del presente estudio; sin embargo, es también importante poder caracterizar los principales fenómenos delictuales que se presentan en el DMQ. Esta caracterización espacial se la hará mediante el estudio de variables regionalizadas, y la interpolación por el método de *Kriging* con la información que se encuentre en el DMQ.

La geoestádistica, con el estudio de variables regionalizadas y los métodos de interpolación *Kriging*, nace en la década de los cincuenta, con aplicaciones principalmente enfocadas en la minería, hidrogeología, ciencias del suelo, etc., desde entonces estos métodos de predicción espacial han sido ampliamente desarrollados y aplicados sobre todo en las áreas citadas. En el ámbito de las ciencias sociales, específicamente en estudios criminológicos, autores como (Anselin, 2000; Guetis 2004) utilizan estas técnicas para determinar los lugares de mayor concentración delictiva *"hot spots"*, algunas investigaciones como el análisis de los robos de autos en los estados Bálticos de Estonia y Lituania[30], o el estudio de caso: Índice de violencia en Columbus (Ohio)[31]; en el cual usan índices de concentración delictual en áreas específicas, y utilizan como coordenadas geográficas, los centroides de los polígonos, para determinar los lugares, zonas o sectores de mayor incidencia delictiva.

En el análisis que se realiza en el presente estudio se aprovechan estas técnicas, no para determinar los lugares de mayor concentración delictual, sino, busca caracterizar los crímenes, en este caso los homicidios, en función del "nivel de criminalidad" que es obtenido en base a un modelo experto, utilizando varias características con las que se cometió el crimen. La variable geográfica

[30] KERRY R, GOOVAERTS P, HAINING R, CECCATO V. Applying Geostatistical Analysis to Crime Data: Car-Related Thefts in the Baltic States, Department of Geography, Brigham Young University, 2010.
[31] FERNÁNDEZ G, CALDERÓN A, Spatial Regression Analysis vs.Kriging Methods for Spatial Estimation, University of Castilla-La Mancha (Spain),

es la coordenada exacta donde se produjeron cada uno de estos delitos, mientras que el atributo que le corresponde a cada coordenada geográfica esta dada por un índice que determina el nivel de criminalidad. Es importante además mencionar que el índice que se construye más adelante, en base a criterio experto, es subjetivo y discutible, pero la finalidad de este ejercicio es el de modelar y estimar el riesgo de los lugares donde no se han producido estos delitos, en base a características propias del crimen y este representa el plus de esta investigación.

Existen varias formas de expresión de la violencia, que pueden ser de tipo delincuencial, cultural, social, estructural; las cuales a su vez conllevan consecuencias de tipo psicológicas o físicas en las personas y su tratamiento tiene que ser diferenciado; es decir, el tratamiento que se puede establecer para expresiones de violencias como los suicidios, que indudablemente tienen que ser de manera preventiva, son muy diferentes a los que se pueden realizar a los asesinatos, los cuales necesitan de medidas reactivas, preventivas y de control. Y además, el impacto dentro de una sociedad de delitos como los homicidios, tienen una connotación social mucho mayor que, por ejemplo, el hurto de un celular.

De esta manera, para el análisis criminológico es importante establecer la intensidad de violencia con los que se cometen los ilícitos, incluso dentro de cada forma de expresión de violencia.

El siguiente análisis tiene como objetivo caracterizar los niveles de violencia con que se cometen los homicidios, que pueden ser de manera fortuita o con premeditación, saña y alevosía[32].

3.2.1. Índice de criminalidad

El estudio de las variables regionalizadas permite modelar el comportamiento espacial de cierta característica propia de cada posición geográfica, para lo

[32] El Código de Procedimiento Penal Ecuatoriano establece penas a los homicidios que se cometen con intención, diferentes a los que se cometen sin la misma.

cual es indispensable contar con información de tipo numérico continuo relacionado a la coordenada georreferenciada. La base de datos geográfica proporcionada por el OMSC acerca de los homicidios, cuenta con ciertas variables de tipo nominal que describen las características del hecho delictivo, como el arma o la causa del homicidio; o de tipo numérico, como el número de lesiones o heridas. La naturaleza de estas características son diversas, por lo que realizar el análisis de variables regionalizadas utilizando directamente estas variables no tendría sentido; es por esta razón que se realizará una reducción de escala mediante la técnica multivariante de análisis de componentes principales categóricos o no lineal ACPC[33], la cual permitirá establecer, en una dimensión, el valor que describirá ciertas características asociadas a cada posición espacial; en este caso particular, el de nivel de violencia, definido de la siguiente manera:

Tabla 3.10. Características de las variables que intervendrán en el ACPC

Variable	Tipo de variable	Categoría	Nivel
Arma	Ordinal	De Fuego	4
		Blanca	3
		Contundente	2
		Otras	1
Causa	Ordinal	Asalto y robo	4
		venganza	3
		Riñas	2
		Otras	1
Heridas	Escalar	No aplica	No aplica

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

El análisis de componentes principales categóricos se realizará en base a las variables que se muestran en la tabla anterior y permitirá generar una variable continua que represente el nivel de violencia. A continuación, en la siguiente

[33] Tal como el ACP el objetivo del análisis de componentes principales no lineal es la reducción de un conjunto original de variables a un conjunto más pequeño de componentes no correlacionados que representen la mayor parte de la información encontrada en las variables originales; sin embargo el ACPC toma en cuenta variables cuantitativas y cualitativas, permite escalar las variables a distintos niveles. Las variables categóricas se cuantifican de forma óptima en la dimensionalidad especificada, y como resultado, se pueden modelar relaciones no lineales entre las variables.

tabla se presenta el resumen del modelo aplicado.

Tabla 3.11. Resumen del modelo de Análisis de Componentes Principales Categóricos.

Dimensión	Alpha de Cronbach	Varianza Explicada	% de la varianza explicada
		Total (Valor propio)	
1	.649	1.763	63.78%
2	.002	1.001	36.22%
Total	.957[a]	2.764	

a. Total Cronbach's Alpha es en base al total del valor propio.

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

El porcentaje de la varianza explicada del modelo para la primera dimensión es de aproximadamente el 64%; además, la consistencia de la escala utilizada en el modelo medido por el estadístico *alpha de Cronbach* satisface las condiciones consideradas como aceptables[34].

Tabla 3.12. Medidas de discriminación del ACPC

	Dimensión	
	1	2
Arma	1.047	-.073
Causa	.816	.067
Heridas	.022	.996

Variable Principal Normalization.

Fuente: OMSC
Elaboración Propia

Las medidas de discriminación muestran que las variables: arma y causa se encuentran mejor representadas en la primera dimensión, por lo que los

[34] Ibíd, pag. 19

valores de las puntuaciones que se generen en la misma y que se utilizarán para la modelización del variograma se encuentran principalmente representadas por estas dos variables, tal como se muestra en el anexo No. 6.

3.2.2. Modelación del variograma

El análisis consiste en determinar cuál es la estructura espacial de los niveles de violencia definidos anteriormente. La modelación del variograma es el primer paso para determinar las zonas de mayor criminalidad mediante el método de interpolación *Kriging*. La estructura del variograma permitirá analizar el comportamiento de la variabilidad del atributo; es decir, del nivel de criminalidad.

El estimador insesgado del variograma se calcula mediante la expresión:

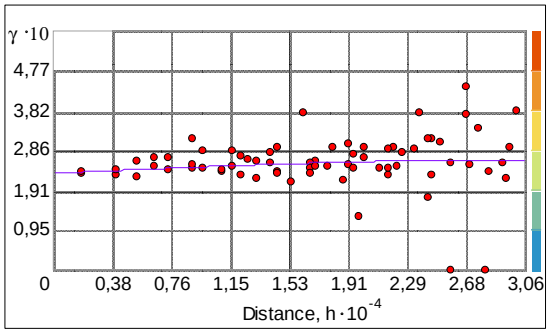
$$\gamma^*(h_\alpha) = \frac{1}{2n}\sum_{i=1}^{n}\left[z(x_i+h) - z(x_i)\right]^2$$

Donde $z(x_i)$, $z(x_i + h)$ constituyen los niveles de criminalidad en las posiciones x_i , $x_i + h$ en la dirección α.

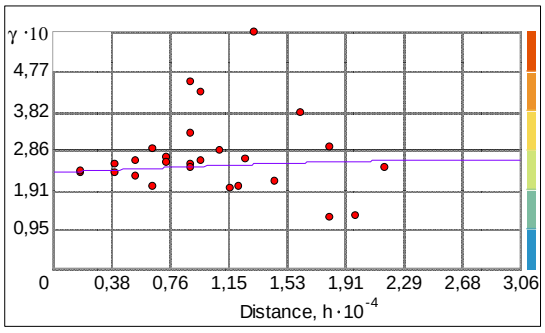
El semivariograma describe las características de continuidad espacial de la variable regionalizada en una dirección, pero este comportamiento puede variar según la dirección que se analice.

Gráfico 3.16. Variogramas experimentales en diferentes direcciones

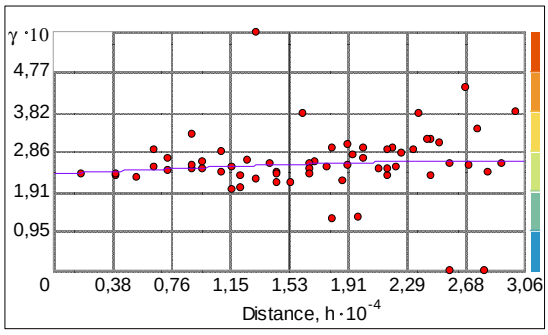
a) Dirección Norte Sur



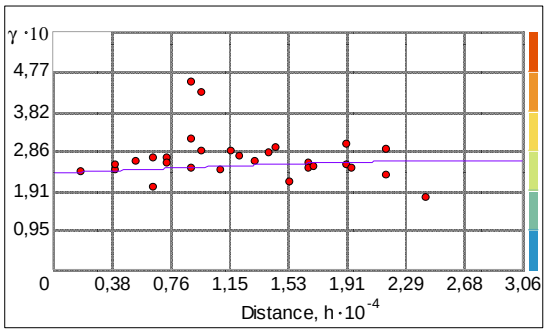
b) Dirección Este Oeste



c) Dirección Sureste Noreste



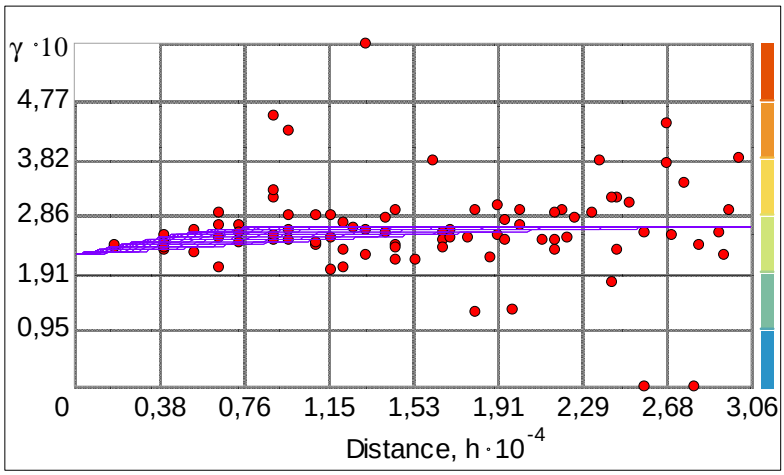
d) Dirección Suroeste noroeste



Fuente: OMSC
Elaboración propia

Como se observan los variogramas teóricos utilizando la función esférica en varias direcciones, se puede establecer que existe anisotropía; es decir, que existen diferentes variabilidades en diferentes direcciones o, en otras palabras, la dependencia espacial entre $z(x_i)$, $z(x_i + h)$ depende tanto del valor como del ángulo en que se calcule la semivarianza. Es importante mencionar, además, que el valor de la meseta permanece similar en los cálculos de los variogramas; esto significa que la anisotropía es de tipo geométrico, como se muestra en el gráfico siguiente.

Gráfico 3.17. Representación de anisotropía geométrica.



Fuente: OMSC
Elaboración propia

El problema de anisotropía es resuelto con una transformación de coordenadas

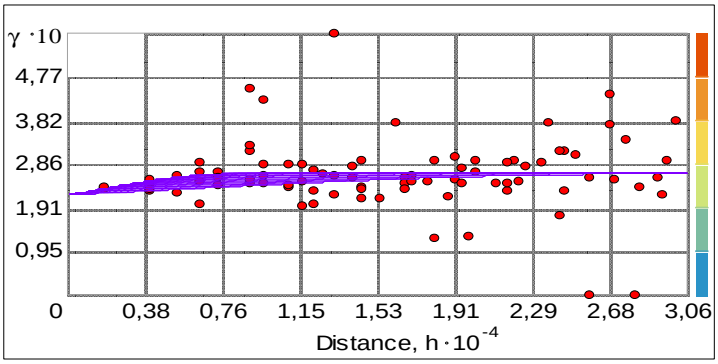
$$\gamma(h_\alpha) \rightarrow \gamma'(h'_\alpha)$$

Con: $h' = \sqrt{(h_\emptyset)^2 + (h_\varphi)^2}$

Existe un punto de vista, que se considera es importante, y es que la estructura geográfica en el DMQ urbano es de forma elíptica en dirección Suroeste Noroeste, por lo que el modelamiento del variograma se lo realiza en esta dirección.

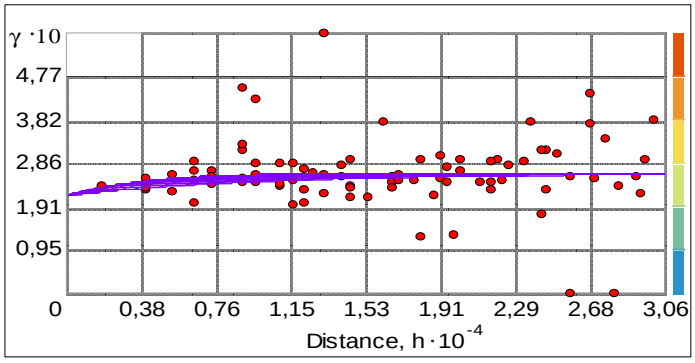
Comparación de los modelos teóricos

- Esférico



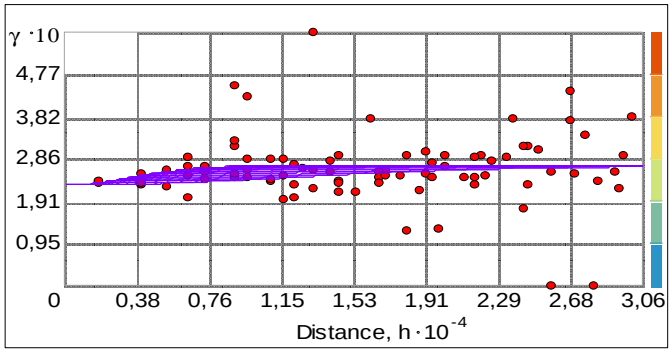
Fuente: OMSC
Elaboración propia

- Exponencial



Fuente: OMSC
Elaboración propia

- Gaussiano



Fuente: OMSC
Elaboración propia

Al analizar las gráficas de los tres variogramas, se puede observar que el comportamiento es muy similar, y que los tres cumplen con la hipótesis de estacionariedad fuerte, dado que los modelos son acotados (Biau et al., 1997). De esta manera se comprueba que existe un comportamiento de autocorrelación espacial de la característica analizada; en otras palabras, se puede decir que los niveles de criminalidad tienen dependencia espacial, y que siguen patrones lógicos de agrupación.

Además, se puede observar que el modelo que presenta menos anisotropía es el Gaussiano.

Tabla 3.13. Resultados de los modelos teóricos

Modelo	Meseta	Efecto pepita
Esférico	28.738,5	0,21836
Exponencial	28.747,0	0,21405
Gaussiano	28.734,8	0,22617

Fuente: OMSC
Elaboración propia

Díaz-Francés señala que es recomendable para que el modelo de correlación espacial describa bien la realidad, que el valor del efecto pepita supere el 50% del valor de la meseta (Giraldo R, 2007). Para este ejercicio, todos los modelos, cumple con la restricción por lo que la decisión se la toma en función de la anisotropía.

Las diferencias encontradas en los tres modelos son mínimas; sin embargo, el modelo que mejor se ajusta es el exponencial, ya que presenta menos anisotropía y $\gamma(0)$ (efecto pepita) es menor que el resto de modelos. De esta manera se procede a realizar la interpolación mediante el método de *kriging ordinario,* utilizando el modelo exponencial.

El método *kriging ordinario* pondera los valores medidos circundantes para calcular una predicción de una ubicación sin mediciones. La fórmula general

para este interpolador se forma como una suma ponderada de los datos.

Tabla 3.14. Estadísticos de los modelos teóricos

Estadísticos	Esférico	Exponencial	Gaussiano
Media	0,001582	-0,0004994	-0,001543
Error medio cuadrático	0,534	0,5354	0,5339
Error medio estándar:	0,4879	0,4875	0,4908
Media estandarizada:	0,002476	-0,001844	-0,003493
Error medio cuadrático estandarizado:	1,091	1,095	1,086

Fuente: OMSC
Elaboración propia

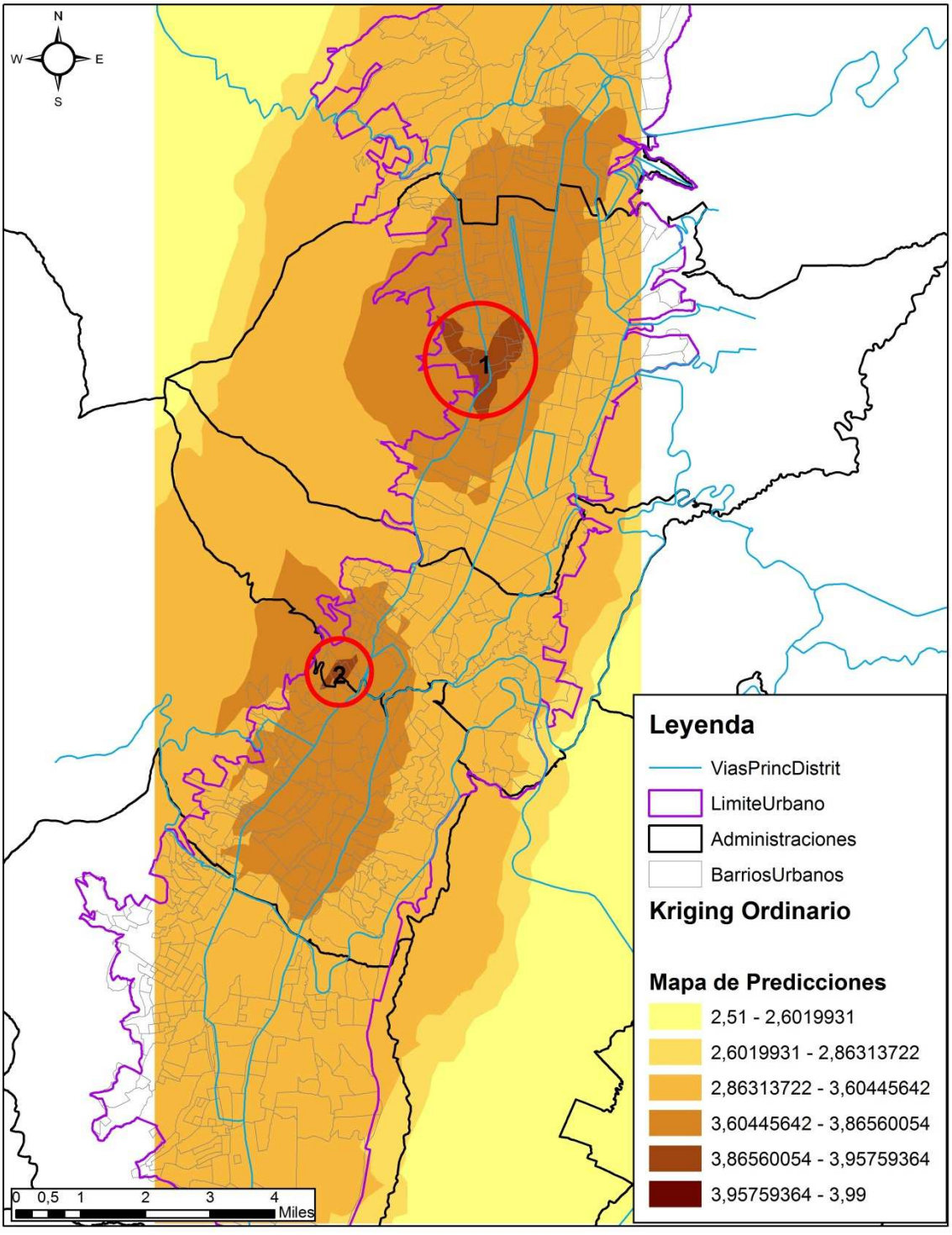
La tabla muestra diferencias mínimas de error entre el variograma experimental obtenidos al inicio del capítulo (Gráfico 3.16) y los tres modelos teóricos.

Mapa de predicciones con el método de interpolación *kriging*

El método de interpolación *kriging* genera ponderaciones a partir de los valores medidos circundantes para estimar ubicaciones sin mediciones; es decir, que los valores medidos que estén más cerca de las posiciones sin mediciones tienen la mayor influencia. El algoritmo que utilizan los SIG, en este caso el Arc Gis 9.3, consiste en generar una malla uniforme y asignar valores a cada celda en función del criterio que se quiera utilizar; esto es, que si en una celda existe más de una observación, el valor de la celda puede tomar el promedio, el máximo o el mínimo valor de dichas observaciones. Para el siguiente análisis se toma el promedio. Luego el método de interpolación estima los valores de las celdas que no tienen observaciones, en función del semivariograma y la disposición espacial de los valores medidos que son cercanos. De esta manera se genera una superficie continua con los valores observados y los interpolados.

A continuación se muestra la representación geográfica del cálculo de la interpolación por el método de *kriging ordinario*, utilizando el modelo exponencial.

Gráfico 3.18. Mapa de predicciones mediante la técnica de interpolación *kriging* ordinario

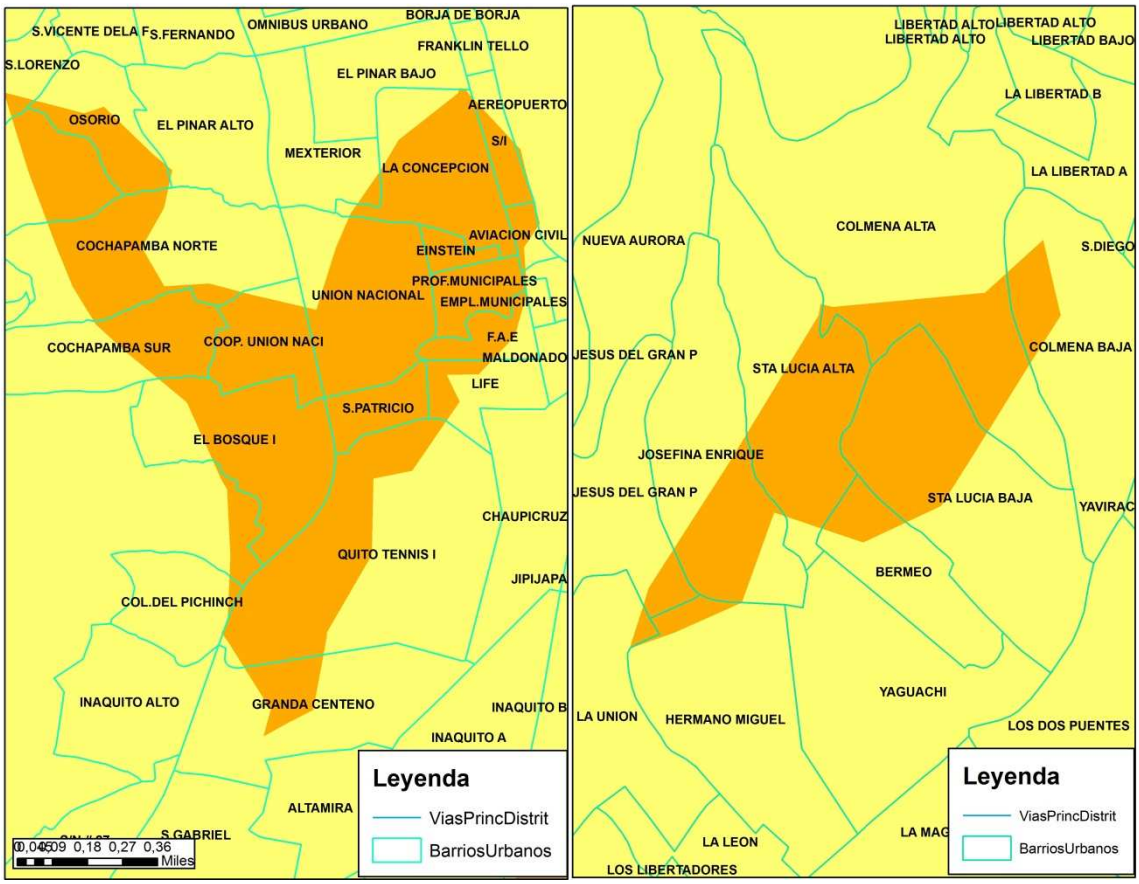


Fuente: OMSC
Elaboración propia

El mapa muestra un análisis mucho más profundo de la problemática, en el cual se identifican dos zonas sumamente conflictivas por los crímenes que se producen. El nivel de criminalidad con que se cometen los delitos, tanto para la zona de La Colmena, Santa Lucía baja y Alta (Gráfico 3.19 b), así como para el sector que comprende El Bosque, y Quito Tenis, Unión nacional, Einstein, La Concepción, San Patricio (Gráfico 3.19 a) nos muestra que en estas zonas tanto las venganzas como el asalto y robo cometidos con armas blancas o de fuego son la principal modalidad para que se produzcan esta clase de delitos.

Grafico 3.19. Sectores de mayor probabilidad de homicidios con nivel o grado de criminalidad alto.

a) b)



Fuente: OMSC
Elaboración propia

El análisis geoestadístico se lo realizó únicamente para los homicidios, ya que la base de datos proporcionada por el DMQ cuenta con un nivel de

desagregación mucho mayor, además de que se cuenta con información que es contrastada con varias fuentes, como son los protocolos de autopsia, las actas de levantamiento de cadáver, historias clínicas, artículos de prensa, entre los principales, y de esta manera es posible obtener el universo de los homicidios que se producen.

Además, en el momento de modelar de manera multivariante los delitos contra las personas y la propiedad, no se obtienen buenos resultados de relaciones entre las variables, por lo que se vuelve complejo realizar un análisis geoestadístico. Si bien, el índice que mide el nivel de criminalidad obtenido mediante el análisis de componentes principales categóricos puede ser sujeto a variaciones, dependiendo del criterio criminológico, los resultados obtenidos con el modelamiento geoestadístico, puede servir para determinar ciertas dinámicas delictuales en torno a los homicidios que tienen un tratamiento o accionar diferenciado; es decir, que al determinar las zonas donde existe una gran probabilidad de cometimiento de delito por asalto y robo y venganzas, donde se utilizan principalmente armas de fuego y blancas, existe la presencia de organizaciones criminales que se encuentran armadas y que el accionar, especialmente de la Policía Nacional, debe ser manejado por los grupos élites, controlando e investigando su accionar.

Como se pudo observar en la estimación de la densidad de núcleo de los homicidios se encuentran lugares específicos como La Mariscal, Centro Histórico, etc. donde la problemática principalmente se centra a las riñas provocadas por la intolerancia y consumo de bebidas alcohólicas y de estupefacientes, en donde la intervención es completamente distinta a la mencionada en el anterior párrafo.

CAPÍTULO 4
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El análisis de la información representa un insumo fundamental para el establecimiento de políticas públicas; en materia de seguridad ciudadana los recursos pueden ser canalizados en función de la determinación de las principales problemáticas, así como de la determinación de los lugares de mayor incidencia delictiva. También representa una herramienta imprescindible para el establecimiento de evaluaciones de impacto de las acciones y planificaciones realizadas para combatir la delincuencia.

- El fenómeno de la violencia y delincuencia es un tema complejo debido a su amplio espectro y además que es multi-causal y multi-agencial; es decir, depende de diversos factores de varios ejes, como el económico, social o cultural y además su tratamiento depende de la interacción de todos los actores de la sociedad.

- Las diversas manifestaciones de violencia y criminalidad hace difícil la comprensión de las mismas; es por esto que hay que saber territorializarla para poder enfocarse en los principales delitos. En el DMQ, los principales delitos que acechan a la comunidad son los asaltos y robos a personas a domicilios y locales comerciales; sin embargo, los homicidios también son tomados en cuenta, pese a que en frecuencia son muy inferiores a los anteriores delitos nombrados, pues representan la forma máxima de expresión de la violencia o criminalidad; además, la forma de medir la violencia a nivel mundial es la tasa de homicidios por cada cien mil habitantes.

- Los homicidios en el DMQ se producen por tres causas principalmente: venganzas, riñas y por asaltos y robos; la primera se encuentra vinculada principalmente con el arma de fuego, mientras que las riñas con armas blancas. Además, los homicidios por asalto y robo se producen por lo general los lunes y viernes en la noche mientras que los homicidios por riñas se dan mayoritariamente en jóvenes entre 16 y 31 años, en general los sábados y domingos en la madrugada, ordinariamente ocurren estos últimos por efectos del alcohol y la intolerancia (Nuñez J, 2012).

- Según las encuestas de victimización y percepción de inseguridad en el DMQ se observa que más del 20% de la población mayor de 16 años es víctima de asalto, robo, hurto, agresiones o amenazas cada año, y en el 2010 aproximadamente el 19 % de los hogares fueron perpetrados. Además 2 de cada 3 personas víctimas de asalto y robo fueron agredidas o amenazadas con el uso de un arma de fuego y son las noches entre semana, en las que los delincuentes aprovechan para cometer este tipo de ilícito, a diferencia de los homicidios que se producen con mayor frecuencia los fines de semana en horas de la madrugada.

- Existen patrones espaciales que determinan la distribución de los homicidios, asaltos y robos a personas y a la propiedad en el DMQ; es decir, que se cumple si la distribución espacial de los fenómenos delictuales analizados se deben a factores diferentes a la aleatoriedad y por lo tanto existen agrupaciones espaciales marcadas en el territorio.

- Los asaltos o robos a personas son menos dispersos que los otros dos delitos, a pesar de que la cantidad de datos es mucho mayor que los otros. Es importante mencionar que la densidad poblacional en el área urbana es aproximadamente 6 veces mayor que la densidad que se presenta en la zona rural.

- Las zonas de mayor concentración delictual tanto de homicidios como de los asaltos y robos contra las personas y la propiedad, se concentran en el denominado “hipercentro” de la ciudad, comprendido desde el centro histórico hasta el sector de la Mariscal. Estas zonas también concentran el mayor número de población flotante; es decir, de personas que transitan por cuestiones laborales, turísticas, de diversión, etc. Este comportamiento espacial se ha observado de manera similar durante por los menos los últimos 5 años. Una de las principales causas se da por el débil sistema operativo de investigación y de relacionamiento entre las instituciones operadoras de justicia, como son la Policía Judicial, Fiscalía y Judicatura y por otro lado, el Reglamento del Código Penal y Código de Procedimiento Penal necesita que brinden más garantías a la víctima que al victimario. La política pública debe ejecutar planes estratégicos, que puedan ser medidos, no solo en función de la gestión del aparato público, sino también en función de los resultados y el impacto en la sociedad. Estos planes deben ser ejecutados de manera sostenida, herramientas como las que se presentan en este estudio deben ser el principal asesor para poder optimizar y direccionar el accionar y planificación.

- En los años 2009, 2010 y 2011, los homicidios se concentran, además del ”hipercentro” mencionado en la anterior conclusión, en sectores como Pisulí y el Comité del Pueblo en la zona Norte; al sur en barrios como Santa Anita, Barrio Nuevo, la Atahualpa, y Quitumbe. Además se presenta una fuerte concentración de estos delitos en sectores como La Libertad, el Panecillo y parte del Centro histórico.

- Es importante realizar una caracterización de los delitos analizados, principalmente de los homicidios, ya que el accionar y la planificación pueden ser completamente distintos a los otros. El planteamiento de política pública que se pueda establecer en violencias que se dan en el espacio público pueden ser además de prevenidas, controladas y reactivas;

mientras que las que se producen en el espacio privado, como por ejemplo en los domicilios, deben tener un componente enfocado en lo preventivo. El nivel o grado de criminalidad es otro factor que puede determinar el accionar y planificar de los operadores del sistema integrado de seguridad ciudadana; los homicidios que se den con arma de fuego o blanca, por un asalto, robo o por venganzas, tienen un nivel de criminalidad mucho mayor que el que se de por riñas entre conocidos bajo los efectos del alcohol o estupefacientes, por caídas o casos fortuitos. La intencionalidad del homicidio es un factor importante, incluso al momento de establecer penas de reclusión. En este sentido, zonas como la colmena, Santa Lucía Alta y baja, en el centro sur de la ciudad; así como El Bosque, Quito Tenis, Unión nacional, Einstein, La Concepción, San Patricio, en el Noroeste, presentan una actividad criminal importante que puede estar ligada al crimen organizado, en donde el ajuste de cuentas entre bandas criminales; así como, problemas de empoderamiento territorial ligado a comercios ilegales como el micro y narcotráfico de drogas, son posibles causas de los asesinatos en estas zonas.

4.2. Recomendaciones

- El uso de las herramientas de información juegan un papel fundamental en el accionar y planificar de las instituciones del sistema integrado de seguridad ciudadana en e DMQ. Se recomienda a los tomadores de decisión usar la información e incentivar a que se realicen investigaciones técnicas científicas que puedan dar mejores y mayores indicios en la comprensión de la seguridad ciudadana.

- Incentivar desde los entes académicos que se desarrollen alianzas estratégicas con el sector público para poder realizar investigaciones multidisciplinarias en el ámbito social; así como incentivar a la capacitación técnica científica a las personas de las instituciones que ejecutan acciones para prevenir y contrarrestar la delincuencia, como es el caso de la Policía Nacional.

- La información geográfica debe ser utilizada de manera técnica y adecuada, debido a que problemas de comprensión de la naturaleza del dato geográfico, así como de la proyección y tipo de información geográfica, puede llevar a generar hipótesis erróneas.

- Cuando se realiza la estimación de densidad tipo núcleo, es importante tener en cuenta, dependiendo de la distribución de los datos, la clasificación por saltos naturales.

- En el estudio de variables regionalizadas, ciertos autores señalan que se obtienen mejores resultados de la función de semivarianzas cuando el atributo analizado tiene una distribución normal.

- Existen varios métodos de interpolación espacial que dependiendo del análisis debe ser utilizado de manera adecuada y siempre realizar un análisis estructural de los datos espaciales.

Bibliografía

- ANSELIN, L. (1996): Local Indicator of Spatial Association. Geographical Analysis. Vol 27 Nº 2.
- ANSELIN, L; COHEN, J; COOK, D; GORR, W; TITA G. (2002): Spatial Analyses of Crime A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations. The National Institute of Justice, CRIMESTAT. Washington, United States of America.
- BIAU, G; ZORITA, H; STORCH, V; WACKERNAGEL, H. (1997): Estimation of precipitation by kriging in EOF space. GKSS.
- CAPA, H. (2007): Curso de Series Temporales. Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- CARRION, F. (2007): Los costos de la violencia en Ecuador. En: Boletín Ciudad Segura FLACSO Sede Ecuador No.18.
- CELEMÍN, J. (2009): Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación. Universidad Nacional de Mar del Plata. Bahía Blanca Argentina.
- CERVERA, L; MONARREZ, J. (2010): Sistema de Información Geográfica de la Violencia en el municipio de Juárez, Chihuahua: Geo-referenciación y su comportamiento espacial en el contexto urbano y rural. Mexico.
- CHAINEY, S; CAMERON, J. (2000): Understanding Hot Spots. Presentation prepared for 2000 CMRC Conference: whereduni t? Investigating the role of place in crime and criminality. San Diego, CA.
- CHAINEY, S; RATCLIFFE J. (2005): GIS and Crime Maping. England.
- Corporación Latinobarómetro, Recuperado junio 20, 2012, de http://www.latinobarometro.org/latino/LATDatos.jsp
- DÍAZ, M. (2002): Geoestadística Aplicada. Instituto de Geofísica UNAM. México; Instituto de Geofísica y Astronomía CITMA. Cuba.
- FERNÁNDEZ, G; CALDERÓN, A. (2009): Spatial Regression Analysis vs Kriging Methods for Spatial Estimation, University of Castilla-La Mancha (España)

- FILIPUZZI, N. (2010): Geostatistical risk analysis of static and dynamic crime, Simon Fraser University, Canadá.
- FOTHERINGHAM, S; BRUNSDON, C; CHARLTON, M. (2000): Quantitative Geography Perspectives on Spatial Data Analysis. Sage Publication Ltda. Great Britain.
- GIRALDO, R. (2007): Análisis exploratorio de variables regionalizadas con métodos funcionales. Universidad Nacional de Colombia.
- GRUBESIC, T; MURRAY, A. (2012): Detecting Hot Spots Using Cluster Analysis and GIS, Center of urban and regional analysis and department of geography the Ohio State University.
- Institute of the Américas, Programa Seguridad Ciudadana, Librerías, Consultado el 26 de septiembre del 2011 de: http://www.iamericas.org/presentations/workshops/2011CitizensandCrime/Programa_Seguridad_Ciudadana.pdf
- JAMES, W; KELLING, G. (2011): Broken Windows: The police and neighborhood safety.
- KERRY, R; GOOVAERTS, P; HAINING, R; CECCATO, V. (2010): Applying Geostatistical Analysis to Crime Data: Car-Related Thefts in the Baltic States, Department of Geography, Brigham Young University,.
- LE BEAU, J; LEITNER, M; ANDRESEN, M; LEVINE, N; BLOCK, R; RATCLIFFE, J; BREEN, C. (2011): The Professional Geographer Forum and Journal of the Association of American Gegraphers. Volumen 63. Washington DC.
- LEVINE, N. (2006): Crime Mapping and the Crimestat Program. National Institute of Justice. Estados Unidos.
- MATHERON, G. (1965): Las Variables Regionalizadas y su Aplicación, Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Aplicadas, Universidad de París. Paris.
- MIÑARRO, A. (1998): Estimación no paramétrica de la función de densidad. Barcelona.
- MORILLO, C. (2009): Metodología para valoración inmobiliaria a través del análisis de la estructura espacial y multidimensional del valor de los bienes raíces. Aplicación de variables regionalizadas y datos multivariantes. Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

- NUÑEZ, J. (2012): Riñas callejeras y demás lugares públicos, Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana. Quito.
- RAMÍREZ, A. (2008): Reporte e Investigación del método Mean Shift, descripción del mismo y aplicaciones a Filtrado preservando bordes, Segmentación y Tracking de objetos no rígidos en tiempo Real, Centro de Investigaciones Matemáticas A. C., México Distrito Federal. http://www.cimat.mx/~alram/VC/MSAA.htm
- SALAMA, P. Informe sobre la violencia en América Latina, Revista de economía institucional, Volumen 10.
- SCHABEMBERGER, O; GOTWAY, C. (2005): Statistical Methods for Spatial Data Analysis. Chapman & Hall/CRC. United States of America.
- SILVERMAN, B. Density Estimation, Volumen 26 de Chapman and Hall/CRC Monographs on Statistics and Applied Probability Series, Monographs on applied probability and statistics.
- Spatial data analysis. En Wikipedia. Recuperado en Enero 8, 2013, de http://en.wikipedia.org/wiki/CrimeStat
- Statistics - Spatial data analysis. (2012). En Wikipedia. Recuperado Noviembre 12, 2012, de http://en.wikipedia.org/wiki/Moran's_I
- VIZUETE, A. (2011): Análisis Espacial del Crimen. En: Boletín Ciudad Segura FLACSO Sede Ecuador No. 41.
- WALLER, L; GOTWAY, C. (2004): Applied Spatial Statistics for Public Health Data. United States of America.
- WARD, M; SKREDE K. (2008): Spatial Regression Models. Series: Quantitative Applications in de Social Sciences. United States of América.
- ZHANG, X; MAXWELL, L; HYNDMAN, J. (2004): Bandwidth Selection for Multivariate Kernel Density Estimation Using MCMC, Department of Econometrics and Business Statistics Monash University. Australia.

ANEXOS

1. Estadísticas univariantes de los homicidios.

Sexo de la víctima

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Válido	MASCULINO	646	87.1	87.2	87.2
	FEMENINO	95	12.8	12.8	100.0
	Total	741	99.9	100.0	
Missing	SIN DATO	1	.1		
Total		742	100.0		

Rango de edad de la víctima

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	16-30	380	51.2	51.2	51.2
	31-46	218	29.4	29.4	80.6
	47-61	77	10.4	10.4	91.0
	62-77	38	5.1	5.1	96.1
	0-15	24	3.2	3.2	99.3
	>77	5	.7	.7	100.0
	Total	742	100.0	100.0	

Etnia de la víctima

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	MESTIZA	639	86.1	87.5	87.5
	AFRODESCENDIENTE	60	8.1	8.2	95.8
	OTRA	25	3.4	3.4	99.2
	BLANCA	5	.7	.7	99.9
	INDIGENA	1	.1	.1	100.0
	Total	730	98.4	100.0	

Missing	SIN DATO	12	1.6		
Total		742	100.0		

Día del hecho

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	LUNES	81	10.9	10.9	82.9
	MARTES	53	7.1	7.1	100.0
	MIÉRCOLES	74	10.0	10.0	92.9
	JUEVES	93	12.5	12.5	72.0
	VIERNES	108	14.6	14.6	59.4
	SÁBADO	182	24.5	24.5	24.5
	DOMINGO	151	20.4	20.4	44.9
	Total	742	100.0	100.0	

Horario del hecho

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	MADRUGADA	309	41.6	41.6	41.6
	MAÑANA	93	12.5	12.5	100.0
	TARDE	102	13.7	13.7	87.5
	NOCHE	238	32.1	32.1	73.7
	Total	742	100.0	100.0	

Arma o medio

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ARMA BLANCA	326	43.9	43.9	43.9
	ARMA DE FUEGO	249	33.6	33.6	77.5
	ARMA CONTUNDENTE	90	12.1	12.1	89.6
	EXTRANGULACION	51	6.9	6.9	96.5
	OTRAS	26	3.5	3.5	100.0

Arma o medio

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	ARMA BLANCA	326	43.9	43.9	43.9
	ARMA DE FUEGO	249	33.6	33.6	77.5
	ARMA CONTUNDENTE	90	12.1	12.1	89.6
	EXTRANGULACION	51	6.9	6.9	96.5
	OTRAS	26	3.5	3.5	100.0
	Total	742	100.0	100.0	

Móvil o causa

		Frecuencia	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	RIÑAS	222	29.9	35.0	35.0
	ASALTO ROBO	157	21.2	24.8	59.8
	VENGANZA	152	20.5	24.0	83.8
	OTROS	61	8.2	9.6	93.4
	VIOLENCIA FAMILIAR	42	5.7	6.6	100.0
	Total	634	85.4	100.0	
Missing	SIN DATO	108	14.6		
Total		742	100.0		

Administración Zonal

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	NORTE	153	20.6	20.9	20.9
	ELOY ALFARO	132	17.8	18.1	39.0
	LA DELICIA	132	17.8	18.1	57.0
	CENTRO	108	14.6	14.8	71.8
	QUITUMBE	82	11.1	11.2	83.0
	TUMBACO	46	6.2	6.3	89.3
	LOS CHILLOS	41	5.5	5.6	94.9
	CALDERON	37	5.0	5.1	100.0

	Total	731	98.5	100.0	
Missing	SIN DATO	11	1.5		
Total		742	100.0		

2. Estadísticas univariantes de los robos contra la propiedad.

Horario

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	MADRUGADA	781	11,0	11,2	11,2
	MAÑANA	1679	23,6	24,1	35,4
	NOCHE	1891	26,5	27,2	62,6
	TARDE	2604	36,5	37,4	100,0
	Total	6955	97,6	100,0	
Perdidos	SD	172	2,4		
Total		7127	100,0		

Día de la semana

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	DOMINGO	1147	16,1	16,1	16,1
	JUEVES	982	13,8	13,8	29,9
	LUNES	839	11,8	11,8	41,6
	MARTES	958	13,4	13,4	55,1
	MIERCOLES	1015	14,2	14,2	69,3

	SABADO	1129	15,8	15,8	85,2
	VIERNES	1057	14,8	14,8	100,0
	Total	7127	100,0	100,0	

Arma Utilizada

		Recuento	% del N de la columna
DE_FUEGO	No	7119	99,9%
	Si	8	,1%
ARMA_BLANCA	No	7121	99,9%
	Si	6	,1%
DROGAS	No	7124	100,0%
	Si	3	,0%
CONTUNDENTE	No	7124	100,0%
	Si	3	,0%

3. Estadísticas univariantes de los asaltos y robos contra las personas.

Horario

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	MADRUGADA	2222	7,9	7,9	7,9
	MAÑANA	6636	23,5	23,7	31,6
	NOCHE	10946	38,7	39,1	70,7
	TARDE	8223	29,1	29,3	100,0

	Total	28027	99,1	100,0	
Perdidos	SD	249	,9		
Total		28276	100,0		

Día de la semana

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	DOMINGO	2271	8,0	8,0	8,0
	JUEVES	4474	15,8	15,8	23,9
	LUNES	4296	15,2	15,2	39,0
	MARTES	4194	14,8	14,8	53,9
	MIERCOLES	4535	16,0	16,0	69,9
	SABADO	3639	12,9	12,9	82,8
	VIERNES	4867	17,2	17,2	100,0
	Total	28276	100,0	100,0	

Arma utilizada

		Recuento	% del N de la columna
DE_FUEGO	No	17997	63,6%
	Si	10279	36,4%
ARMA_BLANCA	No	24822	87,8%
	Si	3454	12,2%
DROGAS	No	27667	97,8%
	Si	609	2,2%
CONTUNDENTE	No	25906	91,6%
	Si	2370	8,4%

Sexo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	FEMENINO	9120	32,3	32,4	32,4
	MASCULINO	19058	67,4	67,6	100,0
	Total	28178	99,7	100,0	
Perdidos	SIN DATO	98	,3		
Total		28276	100,0		

Rango de edad

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	‘06-15	70	0,2	0,3	0,3
	16-30	6776	24	33,9	34,2
	31-46	8423	29,8	42,1	76,3
	47-61	3780	13,4	18,9	95,2
	61-77	873	3,1	4,4	99,6
	> 77	90	0,3	0,4	100
	Total	20012	70,8	100	
Perdidos	SD	8264	29,2		
Total		28276	100		

4. Resultados del análisis de conglomerados espaciales utilizando el software *CrimeStat*

Homicidios

```
Nearest Neighbor Hierarchical Clustering:
----------------------------------------
    Sample size..................: 719
    Likelihood of grouping
      pair of points by chance...: 0.50000 (50.000%)
    Z-value for confidence
      interval...................: 0.000
    Measurement type.............: Direct
    Output units.................: Kilometers, Square Kilometers, Points per Square
Kilometers
    Standard Deviations .........: 1.0
    Clusters found...............: 4
    Simulation runs..............: 0
    Start time..............: 12:41:48 PM, 10/24/2012
    End time................: 12:41:48 PM, 10/24/2012

    Displaying 4 ellipse(s) starting from 1
```

Order	Cluster	Mean X	Mean Y	Rotation	X-Axis	Y-Axis	Area	Points	Density
1	1	776760.38000	9975498.26000	26.94011	0.82072	0.62549	1.61274	50	31.003170
1	2	778775.21951	9977645.07317	61.40019	0.53708	0.71303	1.20308	41	34.079246
1	3	781127.44828	9986926.93103	31.78244	0.99409	0.44350	1.38506	29	20.937796
1	4	776534.17857	9972434.21429	21.05195	0.68987	0.92642	2.00782	28	13.945475

Robos contra la propiedad

Nearest Neighbor Hierarchical Clustering:

Sample size..................: 12410
Likelihood of grouping
pair of points by chance...: 0.50000 (50.000%)
Z-value for confidence
interval...................: 0.000
Measurement type.............: Direct
Output units.................: Kilometers, Square Kilometers, Points per Square Kilometers
Standard Deviations ....: 1.0
Clusters found...............: 29
Simulation runs..............: 0
Start time..............: 04:49:42 PM, 10/24/2012
End time................: 04:49:58 PM, 10/24/2012

Displaying 29 ellipse(s) starting from 1

Order	Cluster	Mean X	Mean Y	Rotation	X-Axis	Y-Axis	Area	Points	Density
1	1	778979.15271	9977440.23645	58.45486	0.17215	0.24800	0.13412	203	1513.579822
1	2	778760.52000	9977082.85333	39.54179	0.20786	0.14483	0.09457	75	793.037228
1	3	778444.50746	9977391.43284	16.47528	0.10766	0.22165	0.07497	67	893.723075
1	4	777277.90071	9975803.34043	58.63749	0.19090	0.23214	0.13922	141	1012.788336
1	5	779431.42105	9977771.10526	78.50833	0.23121	0.16321	0.11855	95	801.365185
1	6	778031.67153	9976475.24818	1.37028	0.20984	0.21302	0.14043	137	975.595191
1	7	786861.00000	9988661.73109	55.46799	0.15829	0.25659	0.12760	119	932.609244
1	8	776910.10769	9975535.36923	52.79037	0.23546	0.15760	0.11658	65	557.546065
1	9	779737.10811	9980593.24324	69.31399	0.22769	0.16211	0.11596	111	957.232882
1	10	779804.38356	9977921.45205	44.28380	0.22234	0.17737	0.12389	73	589.236350
1	11	780539.31481	9980567.87037	73.59593	0.24252	0.19715	0.15021	108	718.984851
1	12	778147.54839	9977238.14516	89.27635	0.26467	0.13148	0.10932	62	567.146788
1	13	780469.37895	9979872.55789	75.80881	0.23588	0.14699	0.10892	95	872.180205
1	14	780117.83333	9978308.70238	7.04319	0.21150	0.16585	0.11020	84	762.263206

1	15	778700.29688	9978098.20313	29.94522	0.16551	0.26152	0.13598	64	470.648343
1	16	780563.83333	9981725.30000	27.97529	0.20921	0.23767	0.15621	90	576.156437
1	17	780140.56923	9981785.92308	10.30781	0.12046	0.31379	0.11875	65	547.379859
1	18	776020.68889	9972896.21111	34.87789	0.18218	0.20721	0.11859	90	758.888777
1	19	780346.75610	9979263.79268	49.84540	0.17272	0.22412	0.12161	82	674.268127
1	20	781140.37209	9966509.86047	71.66499	0.20141	0.25972	0.16434	86	523.302648
1	21	779454.23529	9979299.96471	86.51190	0.25534	0.21311	0.17095	85	497.218777
1	22	770913.43529	9968065.91765	60.25854	0.21624	0.14399	0.09782	85	868.969668
1	23	778725.25974	9987259.88312	81.31033	0.20109	0.22053	0.13932	77	552.703648
1	24	783654.34667	9989532.34667	14.40451	0.16417	0.23676	0.12211	75	614.217374
1	25	783326.83824	9993869.42647	81.49091	0.17479	0.12176	0.06686	68	1017.022222
1	26	778804.82258	9979121.11290	47.83648	0.16668	0.25959	0.13593	62	456.124866
1	27	779407.93939	9982924.40909	18.97423	0.17618	0.23509	0.13012	66	507.222798
1	28	775864.47619	9972264.31746	25.21247	0.11548	0.21288	0.07723	63	815.712336
2	1	778907.02119	9978153.67232	25.97434	0.88915	4.25373	11.88219	22	1.851510

Asaltos y robos contra las personas

Nearest Neighbor Hierarchical Clustering:

Sample size.....: 25450
Likelihood of grouping
pair of points by chance...: 0.50000 (50.000%)
Z-value for confidence
interval.....: 0.000
Measurement type.....: Direct
Output units.....: Kilometers, Square Kilometers, Points per Square Kilometers
Standard Deviations .....: 1.0
Clusters found.....: 29
Simulation runs.....: 0
Start time.....: 03:18:02 PM, 10/24/2012
End time.....: 03:18:53 PM, 10/24/2012

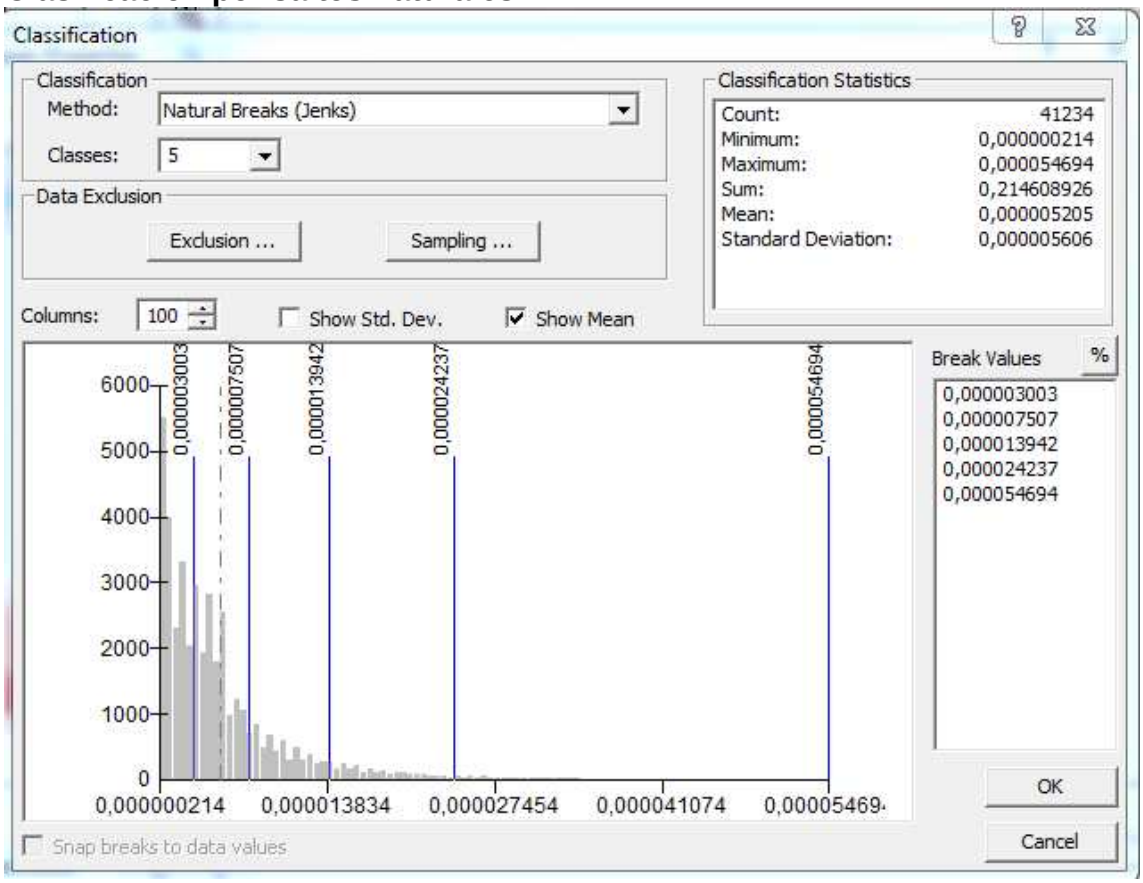
Displaying 29 ellipse(s) starting from 1

Order	Cluster	Mean X	Mean Y	Rotation	X-Axis	Y-Axis	Area	Points	Density
1	1	779252.79159	9977651.98903	15.53123	0.12701	0.16034	0.06398	547	8549.912460
1	2	779119.56329	9977400.20886	28.27570	0.19744	0.11640	0.07220	158	2188.373721
1	3	778848.17000	9977413.81333	17.73269	0.08446	0.14203	0.03769	300	7960.257757
1	4	778800.86275	9977177.07190	21.60576	0.17599	0.10181	0.05629	153	2718.035486
1	5	779540.83942	9977581.88321	13.25794	0.10745	0.19821	0.06691	137	2047.522453
1	6	780544.93464	9980426.21569	6.05086	0.19681	0.11023	0.06815	306	4489.803463
1	7	779882.77740	9980473.50685	19.58610	0.11481	0.16854	0.06079	292	4803.412199
1	8	780435.93684	9979955.52632	34.22898	0.16854	0.13711	0.07259	285	3925.910804
1	9	780182.31250	9978383.42083	25.31734	0.15374	0.18969	0.09162	240	2619.499479
1	10	778706.88816	9976976.98026	32.30777	0.15352	0.07032	0.03391	152	4481.953819
1	11	780030.36842	9977365.76316	57.02293	0.13048	0.17118	0.07017	228	3249.236642
1	12	776949.32287	9975565.03139	40.05753	0.13625	0.15890	0.06802	223	3278.514190
1	13	778211.15217	9977061.39130	88.07986	0.20071	0.10137	0.06392	138	2159.108086
1	14	780381.98947	9979420.26842	30.10625	0.18636	0.14213	0.08322	190	2283.238079
1	15	776038.68817	9972933.62903	4.32927	0.13356	0.15015	0.06300	186	2952.285882
1	16	779239.54264	9977015.42636	31.85351	0.14054	0.11316	0.04996	129	2582.085547
1	17	778102.97790	9976512.49171	86.06746	0.16447	0.14885	0.07691	181	2353.469049
1	18	778797.01379	9977997.88276	85.55505	0.14334	0.15303	0.06892	145	2104.024276
1	19	779933.15663	9981111.93976	8.54717	0.11857	0.18627	0.06938	166	2392.473232
1	20	775858.47826	9972226.19876	29.38482	0.08640	0.15952	0.04330	161	3718.264657
1	21	778397.31847	9977672.12739	13.06695	0.17506	0.13445	0.07394	157	2123.268754
1	22	779539.40373	9979121.57143	27.68351	0.13303	0.18580	0.07765	161	2073.322454

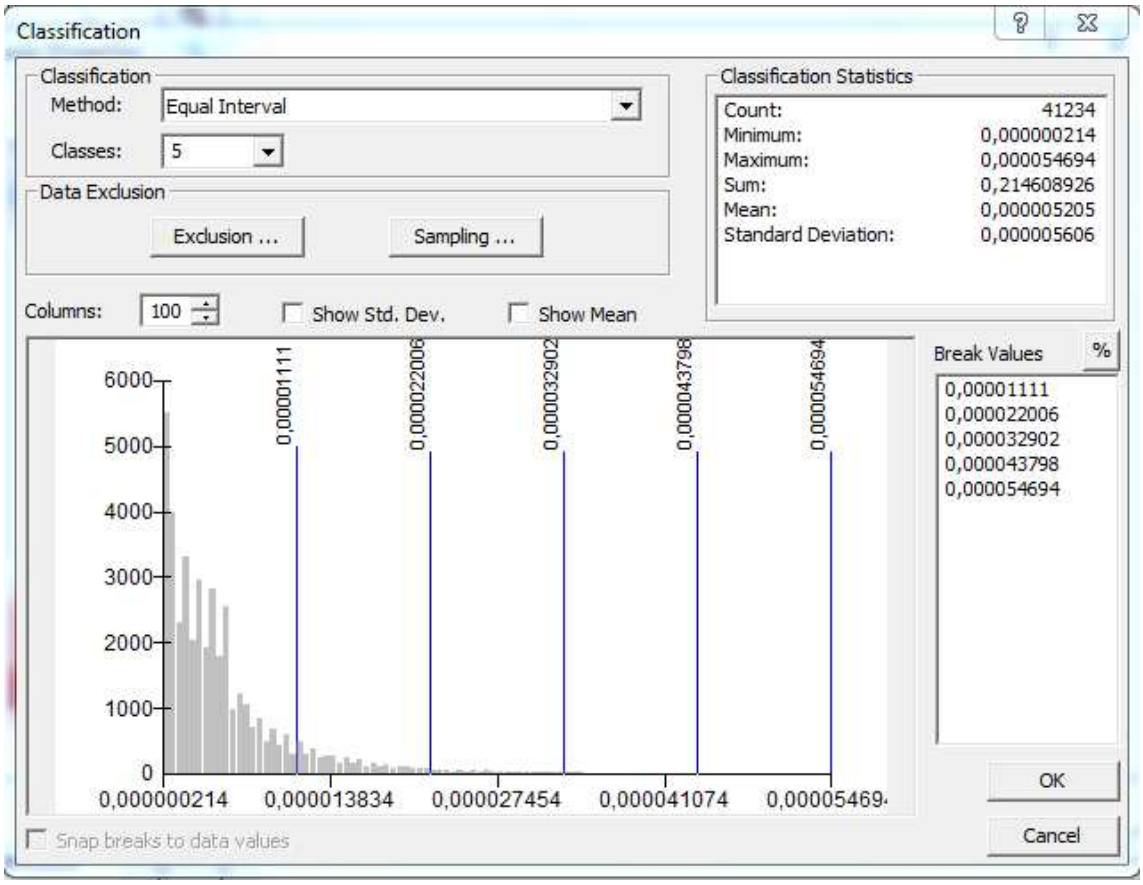
1	23	779305.66013	9983835.78431	15.17953	0.11499	0.14632	0.05286	153	2894.611611
1	24	781759.38235	9981600.16176	34.50265	0.08447	0.14952	0.03968	136	3427.577080
1	25	779142.52593	9978686.00741	22.45401	0.18278	0.15976	0.09174	135	1471.543861
1	26	780906.29134	9980957.06299	6.58739	0.13026	0.19200	0.07857	127	1616.350995
1	27	780140.84252	9981923.87402	7.07997	0.10817	0.17736	0.06027	127	2107.148658
1	28	780589.18400	9981854.52800	2.38417	0.13971	0.16089	0.07062	125	1770.144962
2	1	779237.08483	9978439.34844	25.08238	0.97747	4.10864	12.61685	28	2.219255

5. Resultados de los tipos de clasificación empleados en la estimación de la distribución tipo núcleo o *Kernel*

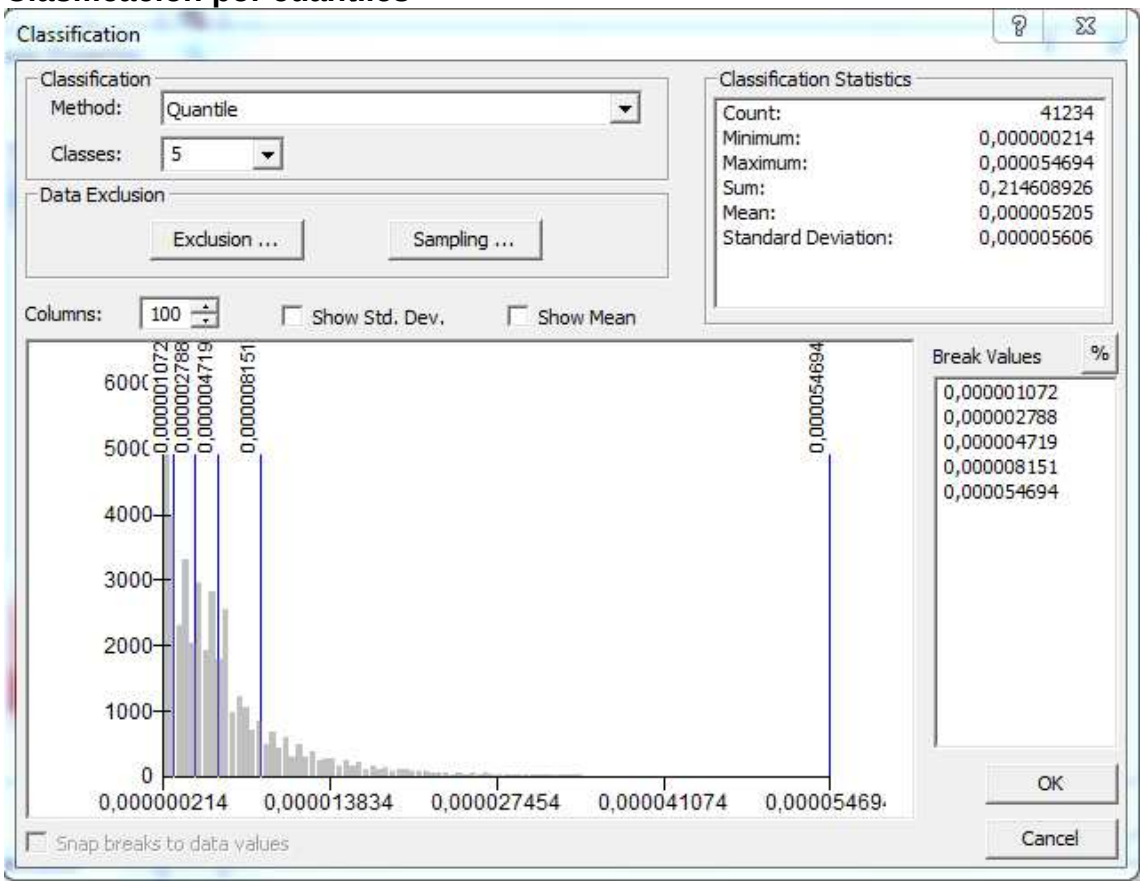
Clasificación por saltos naturales



Clasificación por Intervalos iguales



Clasificación por cuantiles



6. Proyecciones en la primera dimensión resultante del Análisis de Componentes Principales Categóricos, utilizado en el capítulo 3.3.

ID	Arma	Causa	Heridas	Puntuación Dim 1
1	BLANCA	VENGANZA	40	0,77
2	BLANCA	ASALTO ROBO	14	0,68
3	BLANCA	ASALTO ROBO	9	0,67
4	BLANCA	VENGANZA	6	0,66
5	BLANCA	RIÑAS	6	0,66
6	BLANCA	ASALTO ROBO	7	0,66
7	DE FUEGO	VENGANZA	7	0,66
8	DE FUEGO	ASALTO ROBO	6	0,66
9	BLANCA	RIÑAS	8	0,66
10	BLANCA	RIÑAS	8	0,66
11	BLANCA	ASALTO ROBO	3	0,65
12	BLANCA	RIÑAS	4	0,65
13	DE FUEGO	VENGANZA	4	0,65
14	BLANCA	RIÑAS	3	0,65
15	DE FUEGO	VENGANZA	3	0,65
16	DE FUEGO	VENGANZA	4	0,65
17	BLANCA	RIÑAS	3	0,65
18	BLANCA	ASALTO ROBO	3	0,65
19	DE FUEGO	ASALTO ROBO	5	0,65
20	DE FUEGO	VENGANZA	3	0,65
21	DE FUEGO	VENGANZA	5	0,65
22	BLANCA	RIÑAS	3	0,65
23	BLANCA	RIÑAS	4	0,65
24	DE FUEGO	VENGANZA	4	0,65
25	DE FUEGO	VENGANZA	4	0,65
26	BLANCA	VENGANZA	3	0,65
27	DE FUEGO	ASALTO ROBO	3	0,65
28	BLANCA	RIÑAS	3	0,65
29	DE FUEGO	VENGANZA	4	0,65
30	BLANCA	RIÑAS	4	0,65
31	DE FUEGO	VENGANZA	4	0,65
32	BLANCA	RIÑAS	3	0,65
33	DE FUEGO	VENGANZA	5	0,65
34	DE FUEGO	VENGANZA	4	0,65
35	DE FUEGO	VENGANZA	4	0,65
36	BLANCA	RIÑAS	3	0,65
37	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
38	DE FUEGO	RIÑAS	1	0,64
39	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
40	BLANCA	RIÑAS	1	0,64

41	DE FUEGO	ASALTO ROBO	2	0,64
42	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
43	BLANCA	RIÑAS	2	0,64
44	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
45	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
46	DE FUEGO	ASALTO ROBO	2	0,64
47	BLANCA	RIÑAS	2	0,64
48	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
49	DE FUEGO	VENGANZA	1	0,64
50	DE FUEGO	ASALTO ROBO	1	0,64
51	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
52	BLANCA	ASALTO ROBO	1	0,64
53	DE FUEGO	ASALTO ROBO	1	0,64
54	BLANCA	ASALTO ROBO	2	0,64
55	DE FUEGO	VENGANZA	1	0,64
56	DE FUEGO	ASALTO ROBO	2	0,64
57	BLANCA	ASALTO ROBO	1	0,64
58	DE FUEGO	RIÑAS	1	0,64
59	BLANCA	RIÑAS	2	0,64
60	BLANCA	RIÑAS	2	0,64
61	BLANCA	ASALTO ROBO	1	0,64
62	DE FUEGO	ASALTO ROBO	2	0,64
63	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
64	DE FUEGO	VENGANZA	2	0,64
65	DE FUEGO	ASALTO ROBO	1	0,64
66	DE FUEGO	RIÑAS	1	0,64
67	DE FUEGO	ASALTO ROBO	1	0,64
68	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
69	BLANCA	RIÑAS	2	0,64
70	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
71	BLANCA	ASALTO ROBO	1	0,64
72	BLANCA	RIÑAS	2	0,64
73	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
74	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
75	BLANCA	RIÑAS	2	0,64
76	DE FUEGO	RIÑAS	1	0,64
77	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
78	DE FUEGO	VENGANZA	2	0,64
79	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
80	BLANCA	VENGANZA	2	0,64
81	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
82	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
83	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
84	DE FUEGO	ASALTO ROBO	1	0,64
85	BLANCA	RIÑAS	2	0,64

86	DE FUEGO	ASALTO ROBO	1	0,64
87	DE FUEGO	VENGANZA	1	0,64
88	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
89	DE FUEGO	VENGANZA	1	0,64
90	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
91	DE FUEGO	VENGANZA	2	0,64
92	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
93	BLANCA	RIÑAS	1	0,64
94	BLANCA	ASALTO ROBO	1	0,64
95	BLANCA	ASALTO ROBO	1	0,64
96	BLANCA	ASALTO ROBO	1	0,64
97	BLANCA	ASALTO ROBO	2	0,64
98	BLANCA	OTROS	11	-0,32
99	DE FUEGO	OTROS	9	-0,33
100	BLANCA	OTROS	9	-0,33
101	DE FUEGO	OTROS	4	-0,34
102	DE FUEGO	OTROS	4	-0,34
103	DE FUEGO	OTROS	5	-0,34
104	DE FUEGO	OTROS	4	-0,34
105	BLANCA	OTROS	1	-0,35
106	BLANCA	OTROS	1	-0,35
107	DE FUEGO	OTROS	1	-0,35
108	DE FUEGO	OTROS	1	-0,35
109	BLANCA	OTROS	1	-0,35
110	BLANCA	OTROS	1	-0,35
111	DE FUEGO	OTROS	1	-0,35
112	DE FUEGO	OTROS	2	-0,35
113	DE FUEGO	OTROS	1	-0,35
114	DE FUEGO	OTROS	1	-0,35
115	BLANCA	OTROS	1	-0,35
116	BLANCA	OTROS	1	-0,35
117	DE FUEGO	OTROS	2	-0,35
118	BLANCA	OTROS	1	-0,35
119	BLANCA	OTROS	2	-0,35
120	BLANCA	OTROS	1	-0,35
121	BLANCA	OTROS	1	-0,35
122	DE FUEGO	OTROS	1	-0,35
123	BLANCA	OTROS	2	-0,35
124	BLANCA	OTROS	1	-0,35
125	CONTUNDENTE	ASALTO ROBO	2	-0,41
126	CONTUNDENTE	RIÑAS	1	-0,42
127	CONTUNDENTE	ASALTO ROBO	0	-0,71
128	CONTUNDENTE	RIÑAS	0	-0,71
129	CONTUNDENTE	ASALTO ROBO	0	-0,71
130	CONTUNDENTE	RIÑAS	0	-0,71

131	CONTUNDENTE	ASALTO ROBO	0	-0,71
132	CONTUNDENTE	ASALTO ROBO	0	-0,71
133	CONTUNDENTE	ASALTO ROBO	0	-0,71
134	CONTUNDENTE	RIÑAS	0	-0,71
135	CONTUNDENTE	ASALTO ROBO	0	-0,71
136	CONTUNDENTE	ASALTO ROBO	0	-0,71
137	CONTUNDENTE	RIÑAS	0	-0,71
138	CONTUNDENTE	RIÑAS	0	-0,71
139	OTRAS	ASALTO ROBO	0	-1,72
140	OTRAS	VENGANZA	0	-1,72
141	OTRAS	ASALTO ROBO	0	-1,72
142	OTRAS	VENGANZA	0	-1,72
143	OTRAS	RIÑAS	0	-1,72
144	OTRAS	ASALTO ROBO	0	-1,72
145	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
146	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
147	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
148	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
149	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
150	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
151	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
152	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
153	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
154	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
155	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
156	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
157	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
158	CONTUNDENTE	OTROS	0	-2,2
159	OTRAS	OTROS	0	-3,21
160	OTRAS	OTROS	0	-3,21
161	OTRAS	OTROS	0	-3,21
162	OTRAS	OTROS	0	-3,21
163	OTRAS	OTROS	0	-3,21
164	OTRAS	OTROS	0	-3,21
165	OTRAS	OTROS	0	-3,21
166	OTRAS	OTROS	0	-3,21
167	OTRAS	OTROS	0	-3,21