



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Posgrados**

**Puntos calientes (hotspot) de robos en Circuitos de la ciudad de Guayaquil**

**Jefferson Rubén Borbor Precilla**

**Richard Resl, Ph.Dc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Magister en Sistemas de Información Geográfica

Quito, marzo de 2014

**Universidad San Francisco de Quito  
Colegio de Postgrado**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Puntos calientes (hotspot) de robos en Circuitos de la ciudad de Guayaquil**

**Jefferson Rubén Borbor Precilla**

Richard Resl, Ph.Dc.

**Director de Tesis**

-----

Pablo Cabrera, Ms.

**Miembro del Comité de Tesis**

-----

Richard Resl, Ph.Dc.

**Director del Programa de Maestría en  
Sistemas de Información Geográfica**

-----

Stella de la Torre, Ph.D.

**Decana del Colegio de  
Ciencias Biológicas y Ambientales**

-----

Victor Viteri Breedy, Ph.D.

**Decano del Colegio de Postgrados**

-----

Quito, marzo de 2014

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Jefferson Rubén Borbor Precilla

C. I.:0703172460

Quito, marzo de 2014

**A mis padres**

Agradezco a mis padres, hermanos y seres queridos por el apoyo y la ayuda brindada durante el desarrollo de mi maestría.

## RESUMEN

Esta investigación “Puntos *calientes (hotspot) de robos en Circuitos de la ciudad de Guayaquil*”, refleja un análisis de los diferentes robos que ocurren en la zona del centro y parte del sur de la ciudad Guayaquil, en un periodo de estudio de tres meses (agosto, septiembre y octubre del 2012).

La investigación proviene de la georreferenciación de las llamadas telefónicas realizadas por la ciudadanía, estas llamadas georreferenciadas son objeto de un análisis de estimación de kernel, que consiste en crear un modelo de superficie continua, en base a distancia y pruebas estadísticas, esto reflejará concentraciones de mayor riesgo delictual (Hotspot).

Los diferentes análisis ayudarán a determinar el grado de incidencia en las zonas del centro de Guayaquil, se tendrá como conclusión, reforzar con operativos policiales en las principales calles del centro de la ciudad de Guayaquil, principalmente en el Circuito Garay.

## **ABSTRACT**

This research "Hotspots (Hotspot) from thefts in circuits of the city of Guayaquil" reflects an analysis of the various thefts that occur in the central and southern part of the city of Guayaquil, in a study period of three months (august, september and october 2012).

The research comes from the georeferencing of telephone calls made by the public, these calls are subject to a georeferenced estimation analysis kernel, which is to create a continuous surface model, based on distance and statistical tests that reflect concentrations greater risk tort (Hotspot).

Different tests will help determine the degree of impact on areas of downtown Guayaquil, the conclusion will reinforce with police operations in the main streets of the city of Guayaquil, mainly in the circuit Garay.

## Tabla de contenidos

Resumen.....	7
Abstract.....	8
1. Introducción.....	14
1.1.    Antecedentes .....	15
1.2.    Objetivo.....	16
1.3.    El problema .....	16
1.4.    Hipótesis.....	16
1.5.    Preguntas de investigación.....	17
1.6.    Contexto y marco teórico .....	17
1.8.    Significado del estudio.....	18
1.9.    Definición de términos.....	18
1.10.   Presunciones del autor del estudio .....	19
1.11.   Supuestos del estudio .....	19
2. Revisión de literatura.....	20
2.1.    SIG y el análisis de delitos .....	20
2.1.1.  Sistemas de información geográfica (SIG).....	20
2.1.2.  Componentes de un sistema de información geográfica (SIG).....	21
2.1.3.  Los actos delictivos.....	22
3. Metodología.....	25
3.1.    Área de estudio.....	25
3.2.    Metodología .....	26
3.3.    Métodos.....	26

3.4.	Técnicas.....	27
3.4.1.	Interpolación de krigging.....	27
3.4.2.	Densidad de kernel.....	27
3.4.2.1.	Análisis de punto caliente (gi* de getis-ord).....	28
3.4.3.	Creación de mapas de hotspot de delitos.....	29
3.4.4.	Contornos de hotspot.....	34
3.4.4.1.	Intersección de contornos.....	35
3.5.	Fuentes y recolección de datos.....	35
4.	Resultados.....	36
4.1.	Depuración y preparación de la base de datos.....	36
4.2.	Creación de mapas de hotspot de delitos.....	37
4.3.	Intersección de mapas de hotspot de delitos.....	46
4.4.	Importancia del estudio.....	49
5.	Análisis de resultado.....	49
5.1.	Discusión de resultados.....	49
5.2.	Perspectivas para futuros estudios.....	54
5.3.	Dificultades encontradas en la metodología.....	55
5.4.	Crítica constructiva a la metodología utilizado.....	55
6.	Conclusiones.....	57
7.	Referencias.....	58

## Índice de gráficas

Gráfica 1: área de estudio .....	25
Gráfica 2: cálculos .....	28
Gráfica 3: parámetros de un hotspot .....	30
Gráfica 3: comprensión de ancho de banda y celda.....	31
Gráfica 4: hotspot.....	33
Gráfica 5 : elaboración de contornos .....	34
Gráfica 6: intersección de contornos.....	35
Gráfica 7: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto del 2012 en el turno 00:00 a 08:00 horas.....	37
Gráfica 8: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto del 2012 en el turno 08:00 a 16:00 horas.....	38
Gráfica 9: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto del 2012 en el turno 16:00 a 24:00 horas.....	39
Gráfica 10: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en septiembre del 2012 en el turno 00:00 a 08:00 horas.....	40
Gráfica 11: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en septiembre del 2012 en el turno 08:00 a 16:00 horas.....	41
Gráfica 12: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en septiembre del 2012 en el turno 16:00 a 24:00 horas.....	42
Gráfica 13: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en octubre del 2012 en el turno 00:00 a 08:00 horas.....	43

Gráfica 14: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en octubre del 2012 en el turno 08:00 a 16:00 horas.....	44
Gráfica 15: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en octubre del 2012 en el turno 16:00 a 24:00 horas.....	45
Gráfica 17: intersección robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto –septiembre- octubre del 2012 en el turno 00:00 a 08:00 horas.....	46
Gráfica 18: intersección robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto –septiembre- octubre del 2012 en el turno 08:00 a 16:00 horas.....	47
Gráfica 19: intersección robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto –septiembre- octubre del 2012 en el turno 16:00 a 24:00 horas.....	48

**Índice de tablas**

Tabla 1: alcance en metros de cámara .....	33
Tabla 2: estadísticas descriptivas .....	33
Tabla 3: promedio de robos mensualmente .....	49

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los problemas de mayor preocupación en los ciudadanos de Latinoamérica, es la delincuencia, con el transcurso del tiempo este problema va aumentando y no se toman acciones correctivas al respecto.

La delincuencia ha ganado territorio en nuestro país, esto puede suceder por diferentes factores, falta de recursos humanos, tecnológicos o entidades que se dediquen a realizar análisis de los diferentes delitos, mientras no se realiza un seguimiento exhaustivo de los delitos que se cometen a diario, no se podrá tomar acciones preventivas o correctivas.

Existen varios métodos que se despliegan para la prevención y control del delito. Sin duda el fenómeno delictivo es un tema complejo, por lo que muchas veces pareciera que los esfuerzos que se realiza son insuficientes. En este sentido los programas de prevención y control, enfrentan en la actualidad el desafío de mejorar sus estrategias, en la focalización de los recursos, además de demostrar la efectividad de sus acciones mediante el desarrollo de evaluaciones de impacto.

Para las diferentes entidades de auxilio que están integradas al Ecu 911, se tiene la necesidad de distribuir sus recursos de forma óptima alrededor de todos los distritos, circuitos, subcircuitos

de Guayaquil, será de gran ayuda tener identificadas geográficamente todas las zonas con mayor incidencia para lograr esta optimización.

Los sistemas de información geográfica contienen herramientas de análisis espacial, que son utilizadas para la toma de decisiones. La elaboración de mapas permite visualizar la forma en que se distribuyen las variables de los delitos en el espacio, dado esto se puede analizar los fenómenos de dispersión y aglomeración de delitos.

### **1.1. Antecedentes**

Las instituciones que acuden a una emergencia, tienen la necesidad de mejorar los tiempos de respuesta y optimizar sus recursos, para esto es indispensable el uso de herramientas informáticas, que permitan observar el comportamiento espacial de los incidentes.

Actualmente, algunas instituciones relacionadas con la seguridad, elaboran mapas temáticos (mapas que contiene una zona con una frecuencia de incidentes), este tipo de mapas ayuda a determinar la zona con mayores incidentes.

Georreferenciar las llamadas de auxilio es un gran paso para realizar el análisis de los puntos calientes, que es un análisis de mayor detalle, y de esta forma observar las zonas con mayor incidencia.

## **1.2. Objetivo**

Identificar los puntos calientes (hotspot) de robos en Circuitos de la ciudad de Guayaquil.

## **1.3. El Problema**

Las instituciones de auxilio requieren herramientas para la toma de decisiones, tienen la necesidad de identificar las zonas con mayor incidencia de robos, esto les ayudará a optimizar sus recursos y contrarrestar los diferentes incidentes.

No contar con este tipo de herramientas y de monitoreo, ocasiona que los recursos no se utilicen de forma adecuada.

A falta de un patrón delictivo y de no conocer el comportamiento de los diferentes robos en la ciudad, existe la probabilidad de que no se tengan el éxito deseado al momento de realizar sus operativos o de asignar sus recursos.

## **1.4. Hipótesis**

- a) Los Hotspot (puntos calientes) delictivos de robos en los Circuitos de Guayaquil no tienen el mismo comportamiento mensualmente.
- b) Los datos no se comportan normalmente, tienen una distribución espacial distinta cada mes.

## **1.5. Preguntas de investigación**

Como y hasta qué punto los datos geográficos tienen influencia en el diseño de los hotspot (Puntos Calientes).

## **1.6. Contexto y marco teórico**

Al generar este tipo de información (hotspot), se optimizará los recursos de las entidades encargadas los operativos, esto servirá para prevenir los diferentes tipos de robos. Luego de que las entidades de seguridad utilicen esta herramienta se debe realizar una evaluación de los Circuitos monitoreados, esta evaluación o seguimiento dará como resultado el desplazamiento del delito.

La Policía Nacional, es la principal entidad encargada de la seguridad de la ciudadanía, al utilizar estas herramientas (SIG), les permitirá desarrollar diferentes tipos de análisis espacial de los delitos.

En el desarrollo de la tesis se utilizará Crime Analyst (ESRI), es una herramienta muy potente en el análisis de los delitos. En el caso particular de los hotspot se puede citar:

Los hotspot limitan las zonas donde ocurren la mayor cantidad de delitos, pero esto únicamente debe ser el comienzo del análisis, después de identificar el hotspot, lo recomendable es que el analista realice una investigación de los delitos que lo ocasionan.

Actualmente, en la institución el ECU 911, se están realizando pruebas para determinar las zonas con mayor incidencia de los diferentes tipos de delitos, se tiene una base de datos de llamadas telefónicas, que realizan los ciudadanos o testigos de una emergencia.

### **1.7. Propósito del estudio**

- Calcular el radio de cobertura para generar el análisis de los puntos calientes (Hotspot).
- Identificar las zonas con mayor incidencia de robos.

### **1.8. Significado del estudio**

Este proyecto es de gran importancia para la seguridad nacional, se observará herramientas sofisticadas para el control de los diferentes robos que ocurren en determinadas zonas, se tendrá información relevante por intervalos de tiempo cada ocho horas, esto permitirá distribuir de forma óptima los recursos en las horas que tenga mayor incidencia de robos.

Este proyecto debería ser utilizado por las instituciones de seguridad, convendrán contratar a personal especializado en el tema y generar los análisis, en el momento en que se tenga los robos georreferenciados y se encuentren patrones de robos, tendremos herramientas para la prevención del delito.

### **1.9. Definición de términos**

**Hotspot:** zona con mayor frecuencia de robos.

**SIG:** sistema de información geográfica.

**Coordenadas geográficas WGS 84:** es el sistema con el que están georreferenciadas las llamadas por robos.

**Circuitos:** división de política dentro de la ciudad de Guayaquil, en los Circuitos existen Subcircuitos y sectores.

**Clusters:** agrupaciones de los diferentes robos.

**Correlación espacial:** es la relación espacial que tiene las diferentes llamadas.

**Estadística espacial:** el estudio mediante patrones, interpolación, para detectar zonas de alto riesgo, demostrado estadísticamente.

## **1.10. Presunciones del autor del estudio**

La recolección de los datos es por medio de un sistema de información geográfica, en el cual los operadores de llamadas sitúan donde está ocurriendo el robo, se presume que los operadores de llamadas están capacitados para colocar correctamente este dato, tener el conocimiento de la geografía de Guayaquil es vital para la correcta georreferenciación.

## **1.11. Supuestos del estudio**

- Las llamadas telefónicas que se receptan no son mal intencionadas, son verídicas.
- El robo es cometido en el lugar específico que indica el ciudadano.
- No existe situaciones atípicas para el aumento o disminución de robos en un mes normal de operaciones.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. SIG y el análisis de delitos

Teniendo los grandes avances tecnológicos en el desarrollo de sistema de información geográfica, permitirá realizar diversa investigaciones para el análisis del delito, se han desarrollado diferentes herramientas para el análisis de datos geográficos y en especial para los delitos, medir la concentración de puntos y establecer zonas de peligros es una herramienta estratégica para la prevención del delito.

#### 2.1.1. Sistemas de información geográfica (SIG)

Es un sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados por coordenadas geográficas y sus correspondientes datos no espaciales. Es un sistema computarizado que permite la entrada, almacenamiento, representación y salida eficiente de datos espaciales (mapas) y atributos (descriptivos) de acuerdo con especificaciones y requerimientos concretos.

Unos de los objetivos de los sistemas de información geográfica es aprovechar los avances tecnológicos, buscando proporcionar varias alternativas para el establecimiento de una serie de escenarios que ayuden a los administradores y planificadores en el proceso de toma de decisiones.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Bosque Sendra, J. (1992), sistema de información geográfica, recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_Informaci%C3%B3n\\_Geogr%C3%A1fica](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica)

### **2.1.2. Componentes de un sistema de información geográfica (SIG)**

**Usuarios:** es el elemento más importante de un SIG, pues son los responsables de su conceptualización, diseño, aplicación y uso.

**Logística:** instalaciones físicas.

**Equipos:** periféricos de entrada o captura de datos, unidad de procesamiento central, y periféricos de salida de datos.

**Programas:** existe una diversidad de programas para SIG: ARC/INFO, ARCVIEW, LWIS, SPRING, PCI, MAPMAKER.

**Datos espaciales:** representan objetos puntuales, lineales, de superficie o volumen, con una posición geográfica y se describen a través de sus atributos.

### 2.1.3. Los actos delictivos

El estudio del delito, de su autor y de los medios de lucha contra ambos, no puede llevarse a cabo por una sola disciplina. Es un conjunto de todas las disciplinas comprendidas básicamente en la criminología, la penología y la política criminal.<sup>3</sup>

Criminología: podemos decir que es la disciplina que estudia las causas de la delincuencia y los métodos para erradicarla; también podemos decir que se ocupa de la legitimidad de la pena y el poder correctivo del Estado, por lo que en ciertos períodos históricos se halla directamente relacionada con la legitimidad del Estado mismo y en otras épocas, se desentiende de tal cuestión para dividirse como ciencia autónoma tratando de ser objetiva (fin inalcanzable en las ciencias sociales), esto sucede en el auge cientificista de la modernidad; luego, en la llamada postmodernidad, retomaría el aspecto crítico hacia lo político y lo social.<sup>4</sup>

Penología: la penología es una discutida ciencia penal que se ocupa de la aplicación y ejecución de las penas, y de forma general del castigo y tratamiento del delincuente.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> José Carlos Vilorio,(2010), la criminología concepto , recuperado de <http://www.estudiocriminal.com.ar/media/La%20criminologia%20en%20la%20modernidad%20y%20en%20la%20postmodernidad.pdf>

<sup>4</sup>José Carlos Vilorio,(2010), la criminología en la modernidad y en la postmodernidad, recuperado por <http://www.estudiocriminal.com.ar/media/La%20criminologia%20en%20la%20modernidad%20y%20en%20la%20postmodernidad.pdf>

<sup>5</sup> Wikipedía,( marzo2013), penología, recuperado por <http://es.wikipedia.org/wiki/Penolog%C3%ADa>.

Política criminal: política criminal es el conjunto de medidas de las que se vale el Estado para enfrentar la criminalidad (delito-delincuente) y la criminalización (pena y función re-socializadora); especialmente en su prevención, represión y control; teniendo en cuenta que la política criminal puede ser vista como acto de control social y solución de conflictos, dirigida hacia las acciones humanas consideradas violentas o nocivas las cuales entorpecen el desarrollo armónico de una sociedad en un país determinado<sup>6</sup>.

### **2.1.3.1. Delitos contra la propiedad**

Atentar contra los bienes de una persona que está protegida por las leyes de un país. En nuestra legislación los delitos contra la propiedad, apunta a un conjunto indeterminado de relaciones jurídico patrimoniales que generalmente tienen valor económico.<sup>7</sup>

### **2.1.3.2. Tipos de robos**

Los diferentes tipos de robos que se registran en Ecuador son:

- Robos.
- Robos a personas.
- Robos banco e instituciones financieras.
- Robos asalto/personas.
- Robos vehículo.

---

<sup>6</sup> Buenastareas,(06, 2011), definición de política criminal, recuperado por <http://www.buenastareas.com/ensayos/Definicion-De-Politica-Criminal/2467471.html>

<sup>7</sup> Guillermo Pinheiro Sosa , (2009), delitos contra la propiedad, recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos75/delitos-contra-propiedad/delitos-contra-propiedad.shtml>

- Robos accesorios de vehículos.
- Robo de motocicletas.
- Robo a locales comerciales.
- Robo a transporte público.
- Robo a locales comerciales.
- Robo en domicilio.

### **2.1.3.3. Análisis del delito en el Ecuador**

Actualmente en Ecuador, generar una base de datos confiable para el análisis del delito es complicado, debido a que existen diferentes tipos de fuentes de información, con distintos parámetros y estándares. Esto ocasiona que existan diferentes estadísticas de los delitos, como resultado se tiene un análisis no confiable del delito, como solución para este problema, se debería proponer que exista un sistema de información que integre a las diferentes entidades públicas, que se encuentran relacionadas con el pre delito hasta post delito.

Existen diferentes tipos de investigaciones sobre el análisis del delito, algunos han realizado tesis o un paper como contribución, la fuente de datos que han utilizado ha sido denuncias realizadas en la fiscalía (no todos los ciudadanos realizan la denuncia cuando son objeto de un robo), en la presente investigación se utilizará datos de las llamadas telefónicas que realizan los ciudadanos, en el momento que se está cometiendo el delito.

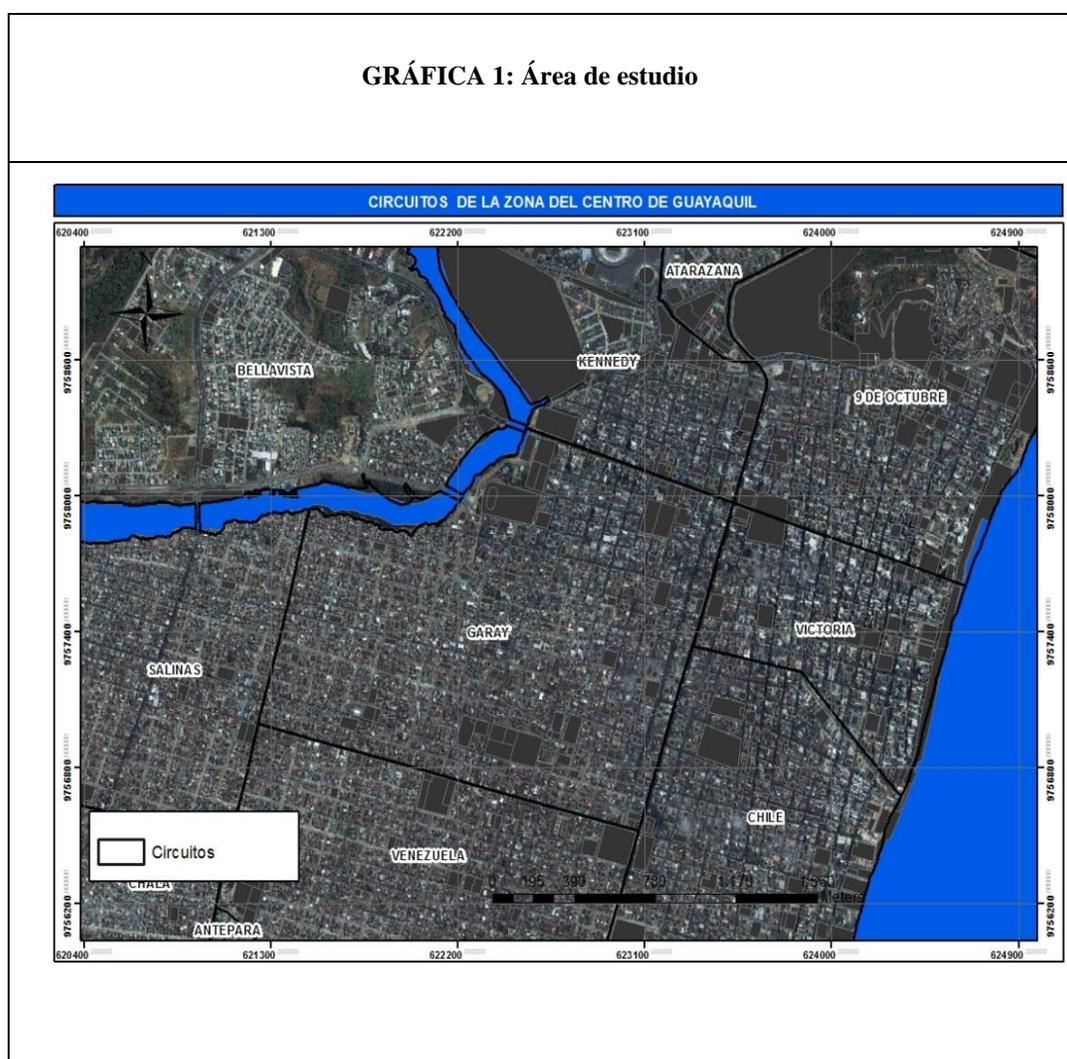
Contar con esta base de datos permitirá obtener resultados muy confiables de las zonas dónde se comenten los delitos, y permitirá zonificar el territorio con mayor incidencia de robos.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Área de estudio

La ciudad de Guayaquil se divide en diferentes Circuitos, entre los cuales se escogió los Circuitos de la zona del centro de la ciudad de Guayaquil, como podemos observar en la gráfica

1.



### 3.2. Metodología

En el desarrollo de la tesis se utilizará Crime Analyst (ESRI), es una herramienta muy potente en el análisis de los delitos.

El análisis de hotspot tiene el propósito de delimitar las zonas donde ocurren la mayor cantidad de delitos. Otra herramienta a utilizar es *Contorno*, ofrece la capacidad de identificar qué incidentes están dentro de un Hotspot de forma rápida y fácil, luego se guarda el contorno como nueva clase de entidad de polígono y calcular el área de afectación, con este criterio se podría realizar indicadores por metros cuadrados de afectación. El contorno se la realizará a los hotspot con mayor intensidad, estos son las zonas de color rojo que se podrán visualizar al realizar el análisis.

### 3.3. Métodos

Los métodos que se utilizará para la creación de los hotspot (punto calientes) son los siguientes:

- Método histórico: obtención de la base de datos, con las llamadas recibidas de la población.
- Método de modelación: aplicar la densidad de kernel para delimitar las zonas de los Hotspot.
- Método analítico: depurar, transformar y analizar los hotspot.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> López Cano José Luis, (1984), métodos e hipótesis científicas, recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml>

<sup>9</sup> Esri, 1995-2012, interpolación de krigging, recuperado de <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000076000000>

## 3.4. Técnicas

### 3.4.1. Interpolación de krigging

Kriging es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersos con valores  $z$ . A diferencia de otros métodos de interpolación, utilizar la herramienta Krigging en forma efectiva implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores  $z$ .<sup>9</sup>

### 3.4.2. Densidad de kernel

Calcula una magnitud por unidad de área a partir de entidades de punto o poli línea mediante una función kernel para adaptar una superficie suavemente estrechada a cada punto o poli línea.<sup>10</sup>

Existen algunos métodos de interpolación para poder modelar las zonas calientes, entre estos podemos citar, el método de krigging y el de kernel. El método de krigging fue creado inicialmente para estudios de suelos, minería, esto porque son variables estáticas, por ejemplo: el oro no se va a mover en un determinado tiempo a otra zona. En cambio el método de kernel es el más adecuado para el estudio de la delincuencia, ya que no se puede prever a donde se va a desplazar el robo en un determinado tiempo, por esta razón que se escogió la técnica de kernel.

---

<sup>9</sup>López Cano José Luis, (1984), métodos e hipótesis científicas, recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml>

<sup>10</sup> Silverman, B. W. , (1986), Estimación de densidad para las estadísticas y el análisis de datos, recuperado de <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#na/009z00000011000000/>

### 3.4.2.1. Análisis de punto caliente (Gi\* de Getis-Ord)

La herramienta Análisis de punto caliente calcula la estadística Gi\* de Getis-Ord (que se pronuncia G-i-estrella) para cada entidad en un dataset. Las puntuaciones z y los valores P resultantes indican dónde se agrupan espacialmente las entidades con valores altos o bajos. Esta herramienta funciona mediante la búsqueda de cada entidad dentro del contexto de entidades vecinas. Una entidad con un valor alto es interesante, pero es posible que no sea un punto caliente estadísticamente significativo. Para ser un punto caliente estadísticamente significativo, una entidad debe tener un valor alto y también estar rodeada por otras entidades con valores altos. La suma local para una entidad y sus vecinos se compara proporcionalmente con la suma de todas las entidades; cuando la suma local es muy diferente de la esperada, y esa diferencia es demasiado grande como para ser el resultado de una opción aleatoria, se obtiene como consecuencia una puntuación z estadísticamente significativa<sup>11</sup>.

#### Cálculos:

GRÁFICA 2: Cálculos	
The Getis-Ord local statistic is given as:	
$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - \left(\sum_{j=1}^n w_{i,j}\right)^2}{n-1}}} \quad (1)$	
where $x_j$ is the attribute value for feature $j$ , $w_{i,j}$ is the spatial weight between feature $i$ and $j$ , $n$ is equal to the total number of features and:	
$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (2)$	
$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad (3)$	
The $G_i^*$ statistic is a z-score so no further calculations are required.	

<sup>11</sup> Copyright, © 1995-2013 Esri, ayuda arcgis 10.

La estadística  $G_i^*$  devuelve para cada entidad en el dataset una puntuación  $z$ . Para las puntuaciones  $z$  positivas que son estadísticamente significativas, mientras más grande es la puntuación  $z$ , más intenso es el clustering de valores altos (punto caliente). Para las puntuaciones  $z$  negativas que son estadísticamente significativas, mientras más pequeña es la puntuación  $z$ , más intenso es el clustering de valores bajos (punto frío).

### **3.4.3. Creación de mapas de hotspot de delitos**

La herramienta de trazado de mapas de hotspot se utiliza para crear un mapa que muestre la concentración geográfica de los hechos delictivos.

El análisis de hotspot es una herramienta sólida para estudiar los patrones de delitos mediante la visualización de los valores de densidad desde una capa de puntos subyacente.

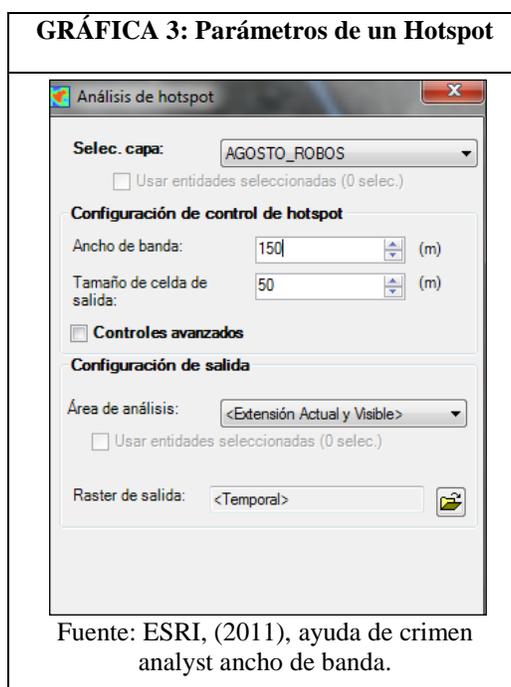
Los hotspots (o mapas de densidad) se han convertido en la herramienta elegida por muchos analistas de delitos que utilizan el GIS para analizar y visualizar las concentraciones geográficas de los hechos delictivos. La técnica que usa la mayoría de los analistas es conocida como estimación de kernel (o alisamiento del kernel). Es un método estadístico espacial que genera un mapa de valores de densidad a partir de una capa de puntos subyacentes.

El objetivo de la estimación de kernel consiste en estimar de qué forma se modifica la densidad de los hechos espacialmente, sobre la base de patrones de puntos dados. Crea un modelo de superficie continua de valores de densidad que, en cualquier lugar, refleja la concentración de puntos en la zona que rodea esa ubicación. Una de las principales ventajas de la

estimación de kernel es que puede transformar rápidamente un patrón complejo de puntos en una imagen comprensible y alisada. Los usuarios pueden identificar rápidamente los hotspots a partir de análisis visuales o usando otros métodos estadísticos que prueban la relevancia. La estimación de kernel no se limita a demarcaciones arbitrarias, como ocurre con el trazado de mapas temáticos, y puede atravesar las rondas policíacas u otras zonas administrativas que fomentan la asociación.

### 3.4.3.1. Parámetros para la creación de los hotspot

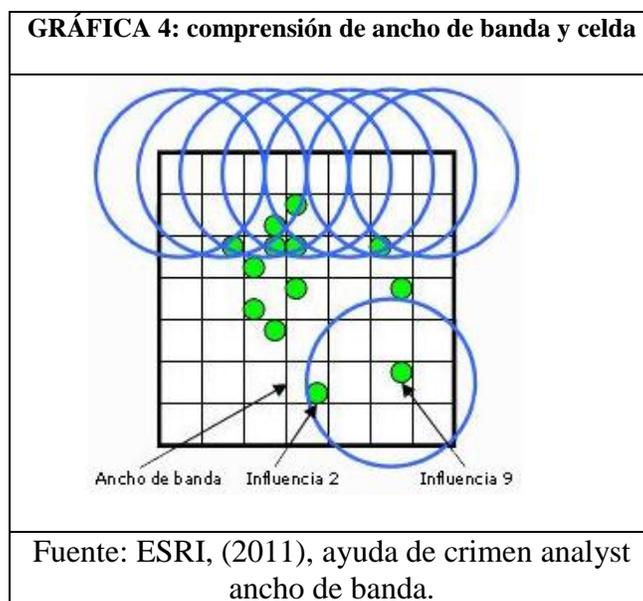
Existen varios parámetros que se utilizan para la generación de un hotspot. A continuación podemos observar la pantalla principal para ingresar los datos correspondientes.



### 3.4.3.2. Comprensión del ancho de banda y celda

El ancho de banda es la distancia existente desde el centro de cada celda del grid en la que desea buscar delitos.

En el proceso se observa cada celda de la grid, se cuenta todos los delitos ocurridos dentro de esta distancia de ancho de banda. Los puntos más cercanos al centro de la celda tienen un valor de influencia mayor que los alejados. Estos valores se acumulan para brindar el valor de densidad de la celda.



Si bien se puede pensar en un ancho de banda de nivel simple como un radio de búsqueda simple, el tamaño del radio de búsqueda afecta drásticamente el resultado del mapa de hotspots. Un ancho de banda grande produce un mapa más generalizado, que no logra identificar áreas de hotspots específicas. Por otra parte, un ancho de banda pequeño identifica la variación local en el

patrón de puntos y puede omitir los hotspots en sí. Es el principal punto débil de la estimación de kernel: la utilización de valores arbitrarios para seleccionar el ancho de banda. No hay reglas fijas para definir la distancia del ancho de banda, lo cual dificulta la selección de un valor adecuado.<sup>12</sup>

El valor predeterminado que se da en la interfaz se basa en el alcance visible actual del mapa (es decir, se relaciona con la escala actual del mapa). Puede resultar adecuado para algunos conjuntos de datos, pero puede arrojar resultados insuficientes para otros (como los conjuntos de datos de los delitos que ocurren en una ruta larga de autobús). Un método estadísticamente más riguroso de seleccionar el ancho de banda tendría en cuenta las dispersiones reales de los delitos por toda el área de estudio. Se podría lograr calculando las distancias promedio entre los puntos y usándolas como ancho de banda.

La distancia del ancho de banda para la elaboración de los hotspot se la escogió en base al alcance de las cámaras de videovigilancia, en un estado normal es decir sin realizar ningún tipo de zoom, una cámara puede visualizar en promedio 150 metros. Se utilizó este criterio debido a que existe una gran cantidad robos que se concentran a la distancia promedio que puede visualizar una cámara de video vigilancia.

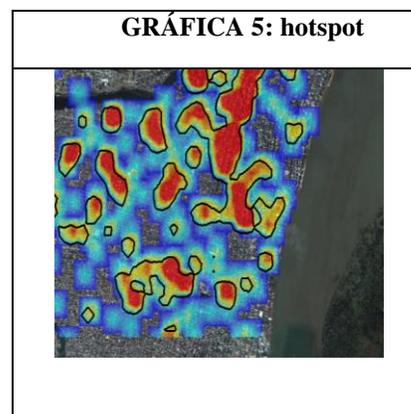
---

<sup>12</sup> ESRI, (2011), ayuda de crimen analyst ancho de banda

<b>Tabla 1: alcance en metros de cámara</b>	
<b>Cámaras</b>	<b>Alcance de visualización (metros)</b>
1	180
2	200
3	150
4	145
5	125
6	135
7	160
8	150
9	140
10	150
11	165
12	155
13	130
14	155
15	150
16	120
17	200
18	140
19	125
20	170
21	120
22	170
23	135
24	150
25	150
26	140
27	140
28	160
29	170
30	120
<b>Promedio</b>	<b>150</b>

**Fuente:** Cámaras de video vigilancia centro de seguridad ciudadana

<b>Tabla 2: estadísticas descriptivas</b>	
Media	150
Moda	150
Mínimo	120
Máximo	200
Cuenta	30

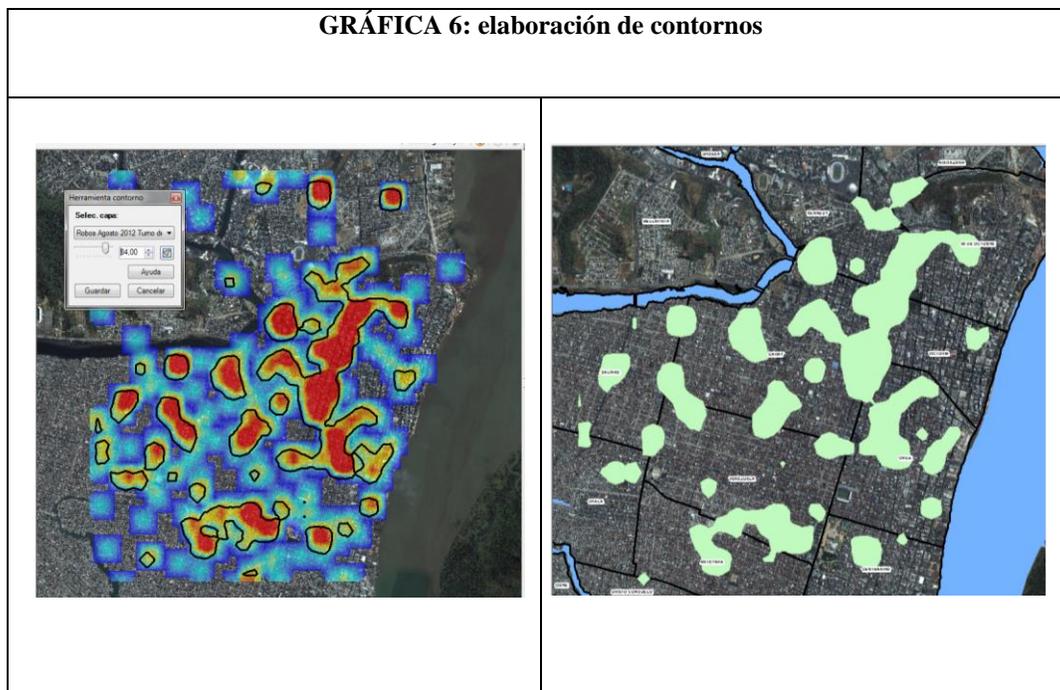


### 3.4.4. Contornos de hotspot

La herramienta Contorno<sup>13</sup> es una herramienta de respaldo que debe utilizarse en conjunto con la herramienta análisis de hotspot. Le permite al usuario resaltar demarcaciones o valores particulares de hotspot y transformarlo en una entidad de polígono para el análisis posterior.

La herramienta Contorno ofrece la capacidad de identificar qué incidentes se comprenden dentro de un valor de hotspot, de forma rápida y fácil, para el análisis posterior. Luego se puede optar por guardar el contorno como nueva clase de entidad de polígono.

El criterio para realizar el contorno de cada grid, se basa en escoger las zonas de color rojo y amarillo, debido a que en estas zonas se presenta el mayor número de robos.

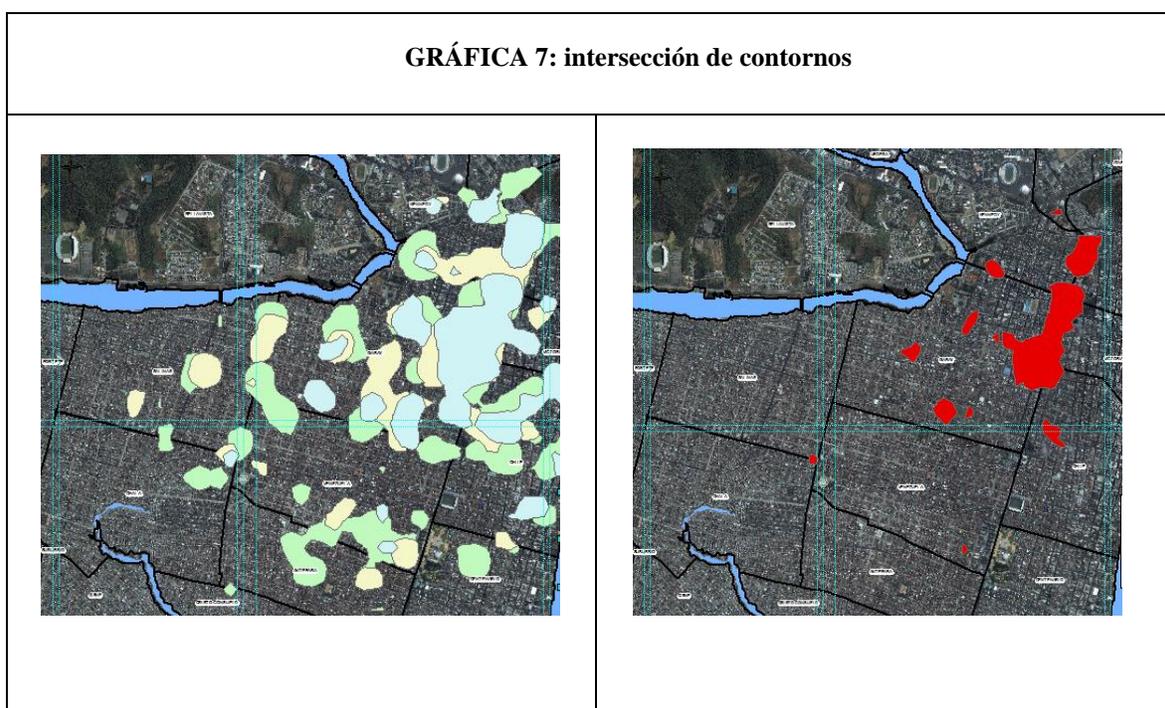


<sup>13</sup> ESRI, (2011), ayuda de crimen analyst, contornos de hotspot

### 3.4.4.1. Intersección de contornos

Se intercepta los polígonos generados del contorno de los hotspot, realizando estas intersecciones se obtendrá las zonas con mayor peligro generadas en los tres meses de estudio.

La intersección se la realiza con una herramienta de Arcgis llamada intersección, se escoge los tres polígonos generados de los hotspot y se realiza la intersección.



### 3.5. Fuentes y recolección de datos

La fuente de la base de datos, es el Centro de atención de llamadas ECU 911, que se encarga de recibir las llamadas de auxilio de los ciudadanos.

Los datos de las coordenadas se las obtendrán del sistema que recibe los datos, el cual se encarga de monitorear a estos circuitos. Cada llamada es georreferenciada por el sistema, entonces se tendrá todas las coordenadas de los robos cometidos en la zona de estudio.

## **4. RESULTADOS**

Los datos recolectados de tres meses de operación de los diferentes robos suscitados en el centro y parte del sur de Guayaquil, se les realiza los siguientes procesos para poder concluir sobre la problemática.

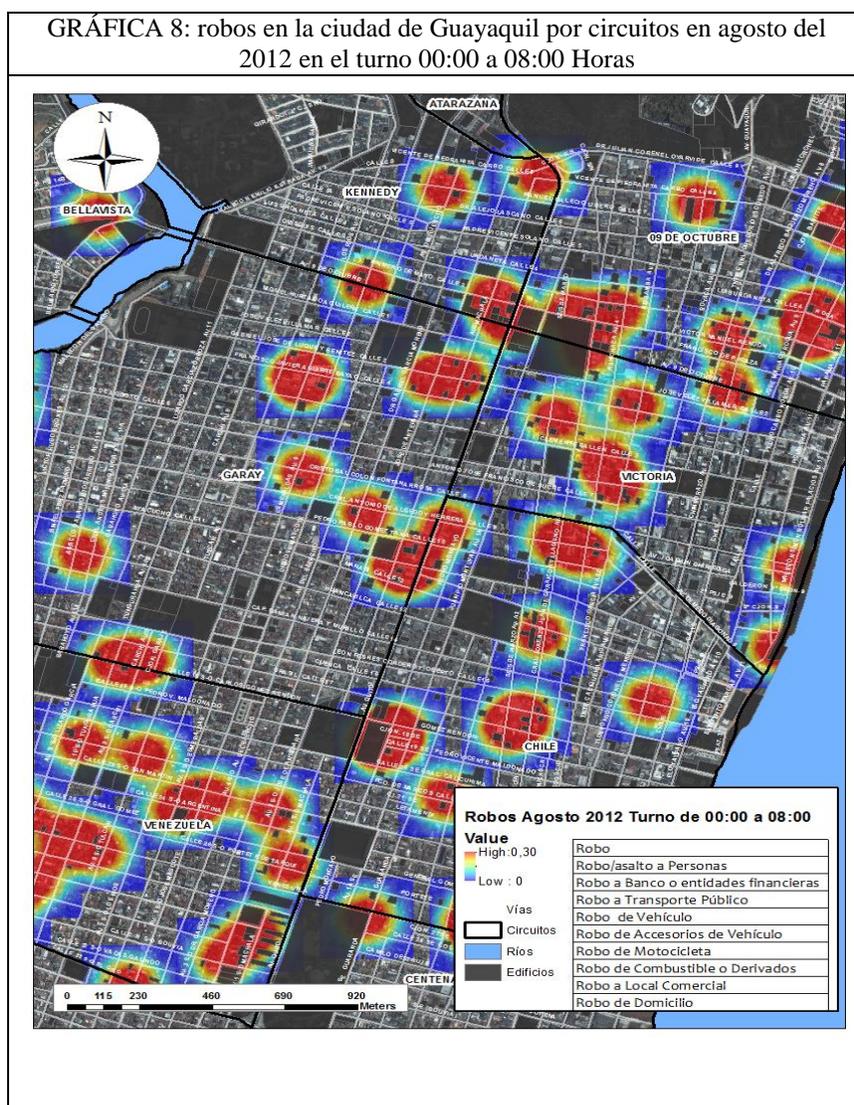
### **4.1. Depuración y preparación de la base de datos**

La base de datos con los diferentes campos se la depura en Excel, se clasifican los diferentes robos que han ocurrido en los tres meses, se valida las coordenadas geográficas.

## 4.2. Creación de mapas de hotspot de delitos

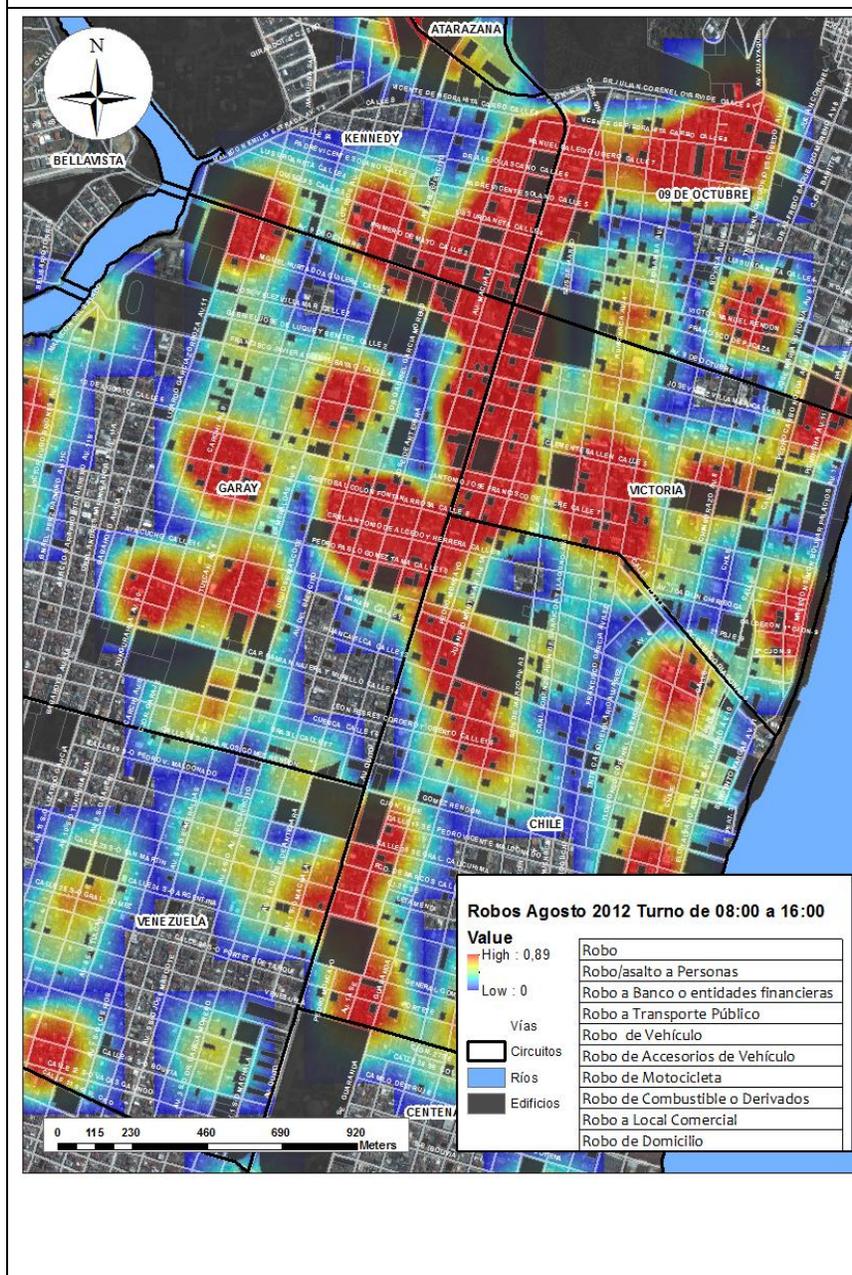
Por medio del software Arcgis 10 con el componente de Crimen Analyst, se realizó los mapas de los meses de agosto, septiembre y octubre del 2012, en los turnos de 00:00 a 08:00 horas, de 18:00 a 16:00 horas y 16:00 a 24:00 Horas.

En el turno de 00:00 A 08:00, el índice de Getis-ord es de 0.30, esto indica que no es muy intensa la asociación de los robos en este turno. (Ver gráfica 7).



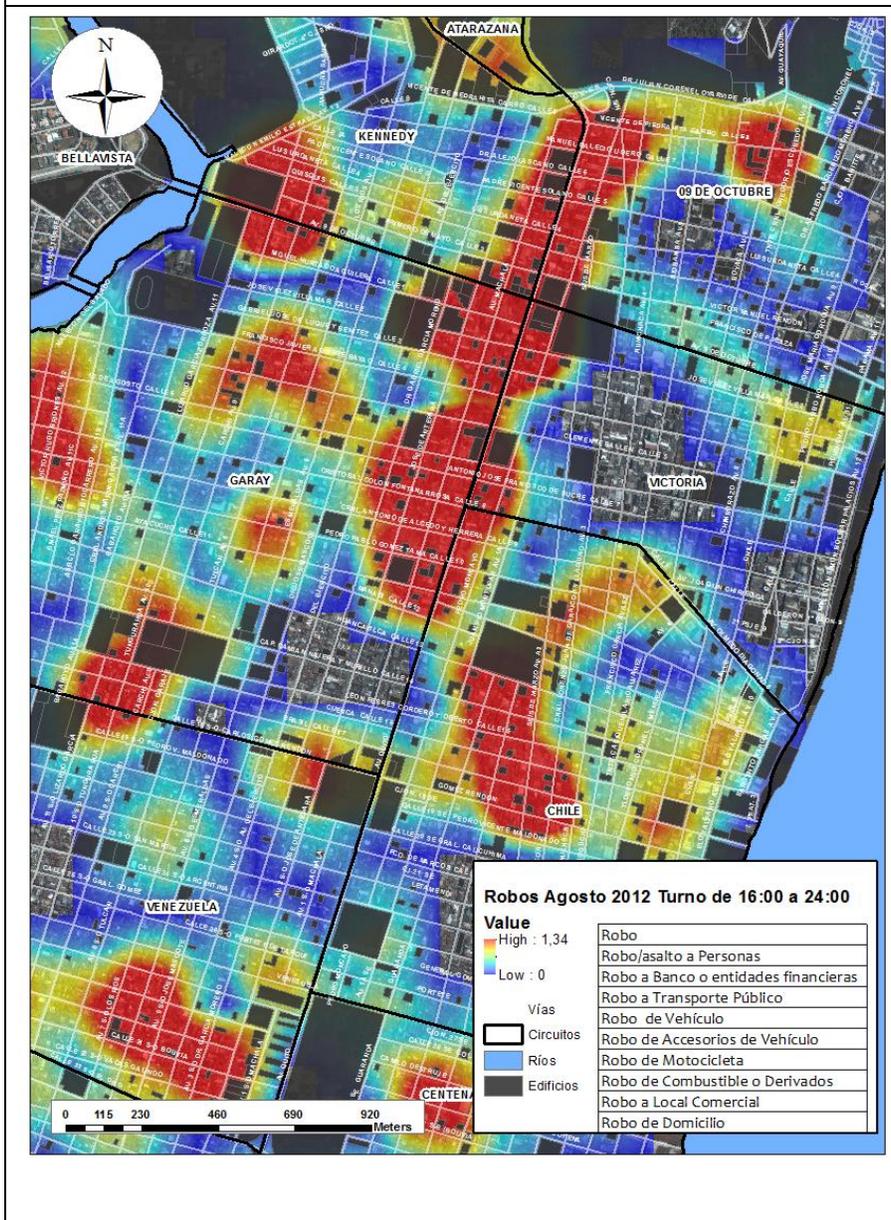
En el turno de 08:00 A 16:00, el índice de Getis-ord es de 0.89, esto indica que ha existido un incremento con respecto al turno anterior, lo que explica una mayor concentración de los robos.

GRÁFICA 9: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto del 2012 en el turno 08:00 a 16:00 horas



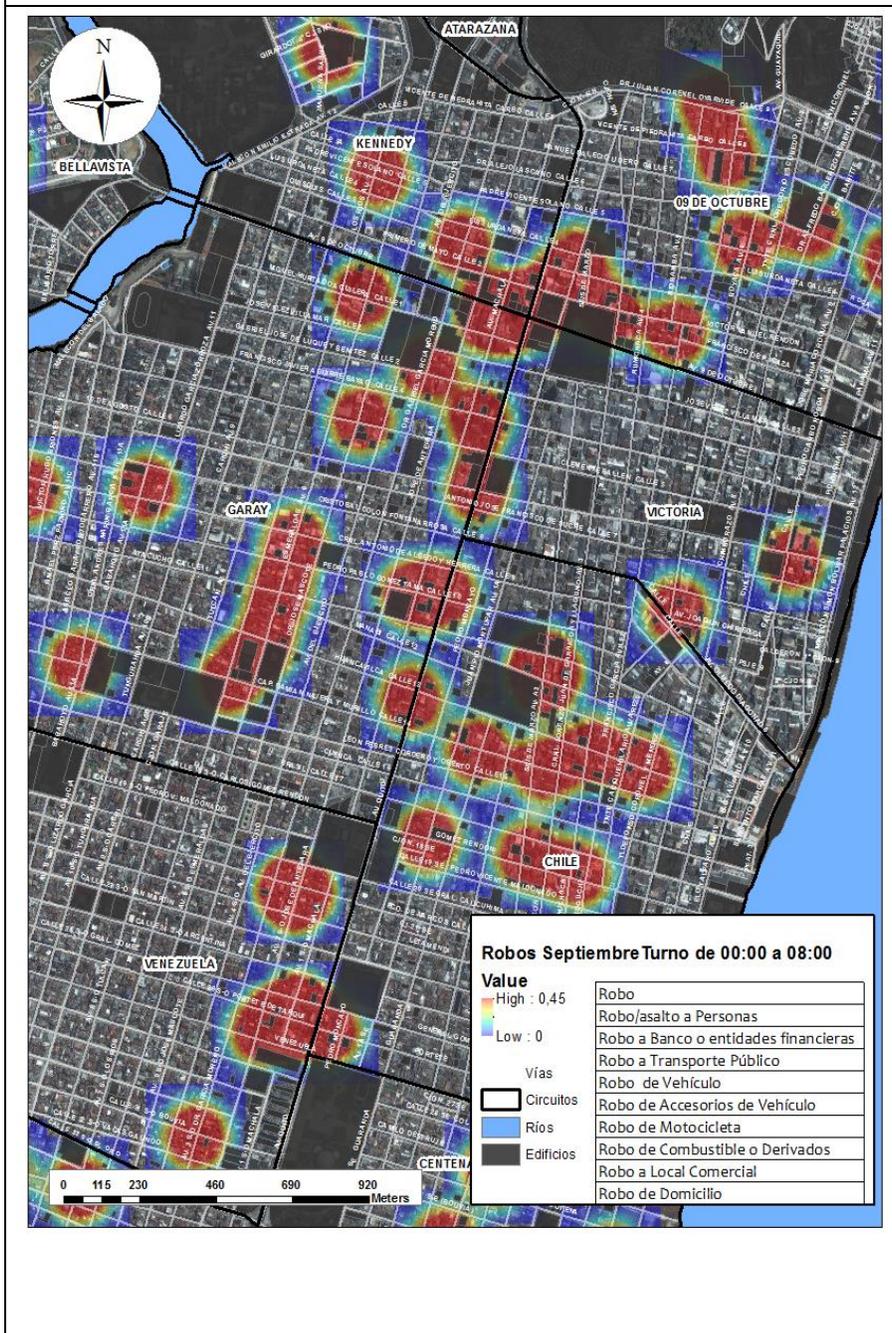
En el turno de 16:00 A 24:00, el índice de Getis-ord es de 1.34, lo cual indica una mayor concentración de los robos (Ver gráfica 9).

GRÁFICA 10: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto del 2012 en el turno 16:00 a 24:00 horas



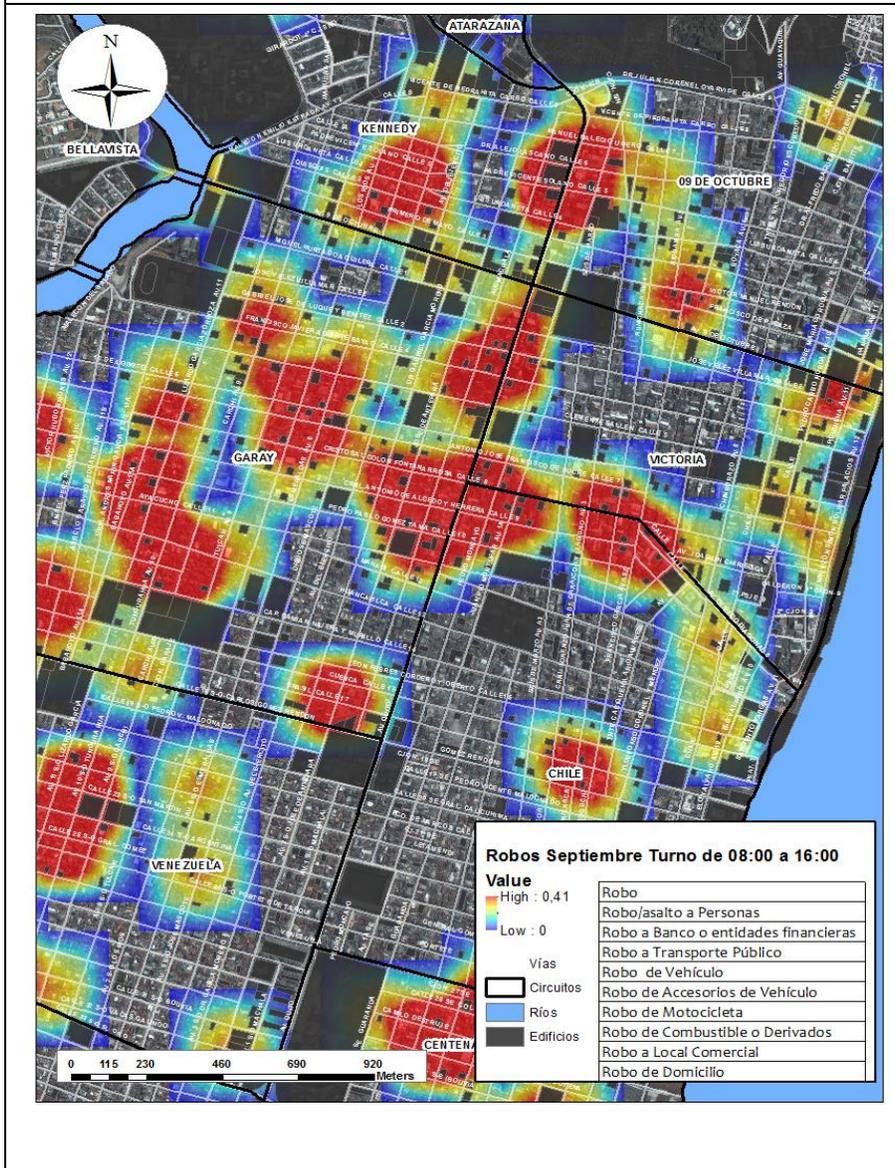
En el turno de 00:00 A 08:00, el índice de Getis-ord es de 0.45, lo cual indica una concentración leve de los robos en este horario.

GRÁFICA 11: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en septiembre del 2012 en el turno 00:00 a 08:00 horas



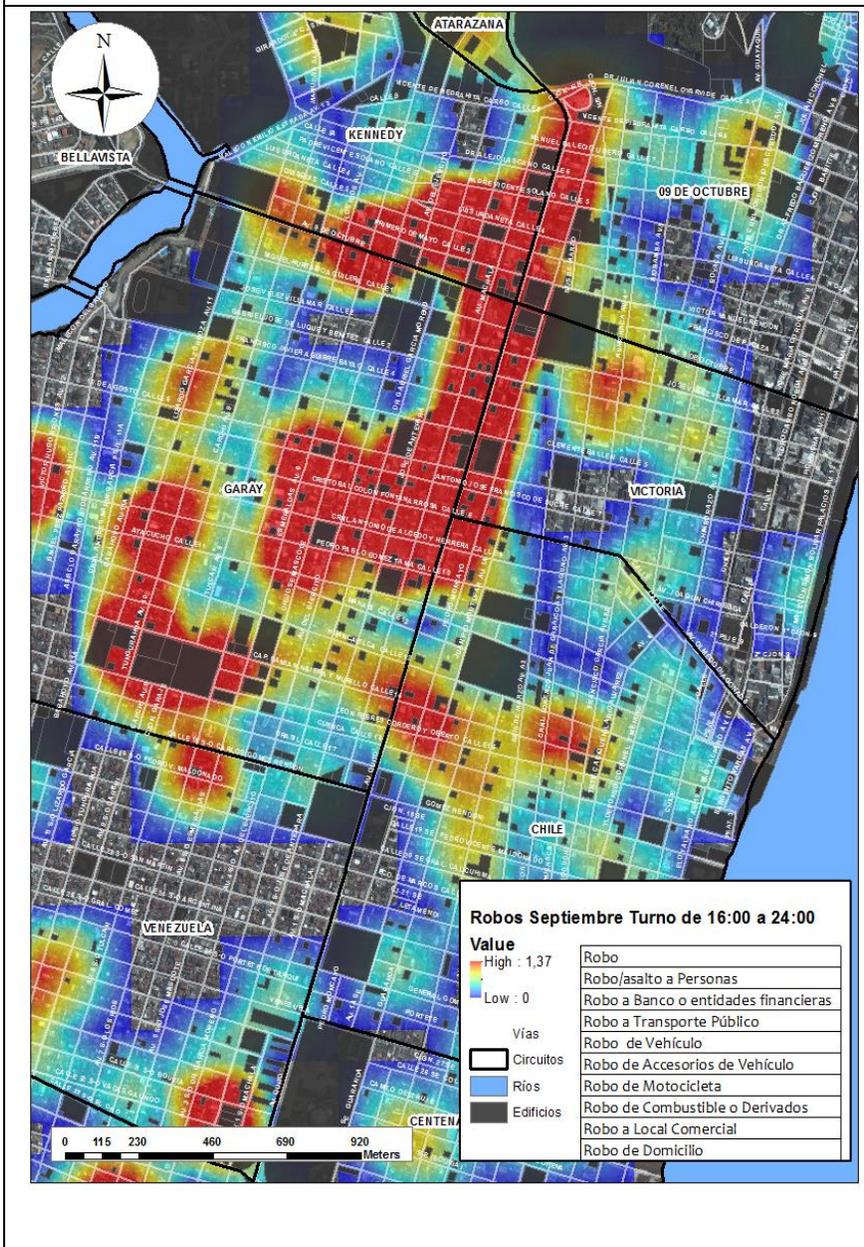
En el turno de 08:00 A 16:00, el índice de Getis-ord es de 0.41, lo cual indica una concentración leve de los robos en este horario.

GRÁFICA 12: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en septiembre del 2012 en el turno 08:00 a 16:00 horas



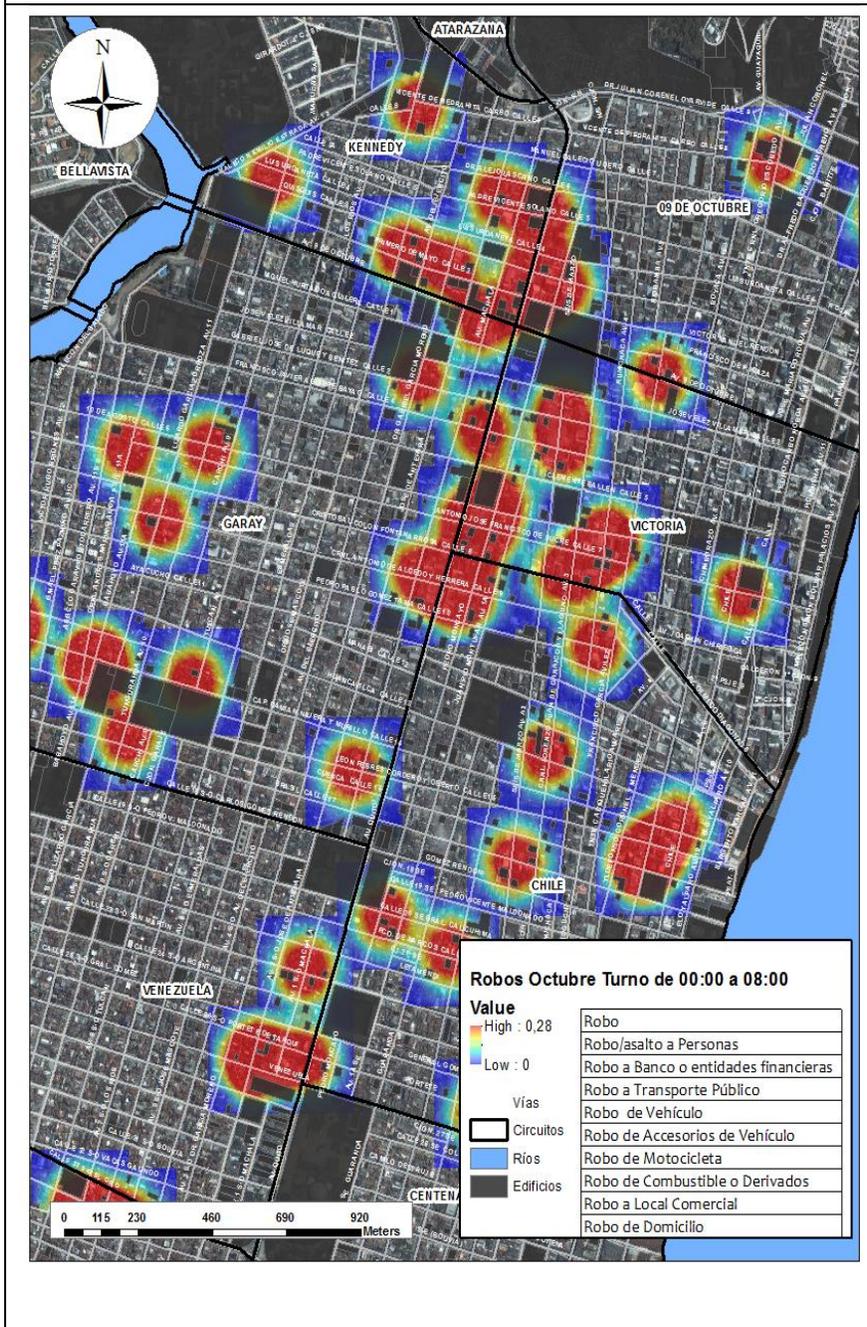
En el turno de 16:00 A 24:00, el índice de Getis-ord es de 1.37, lo cual indica una mayor concentración de los robos.

GRÁFICA 13: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en septiembre del 2012 en el turno 16:00 a 24:00 horas



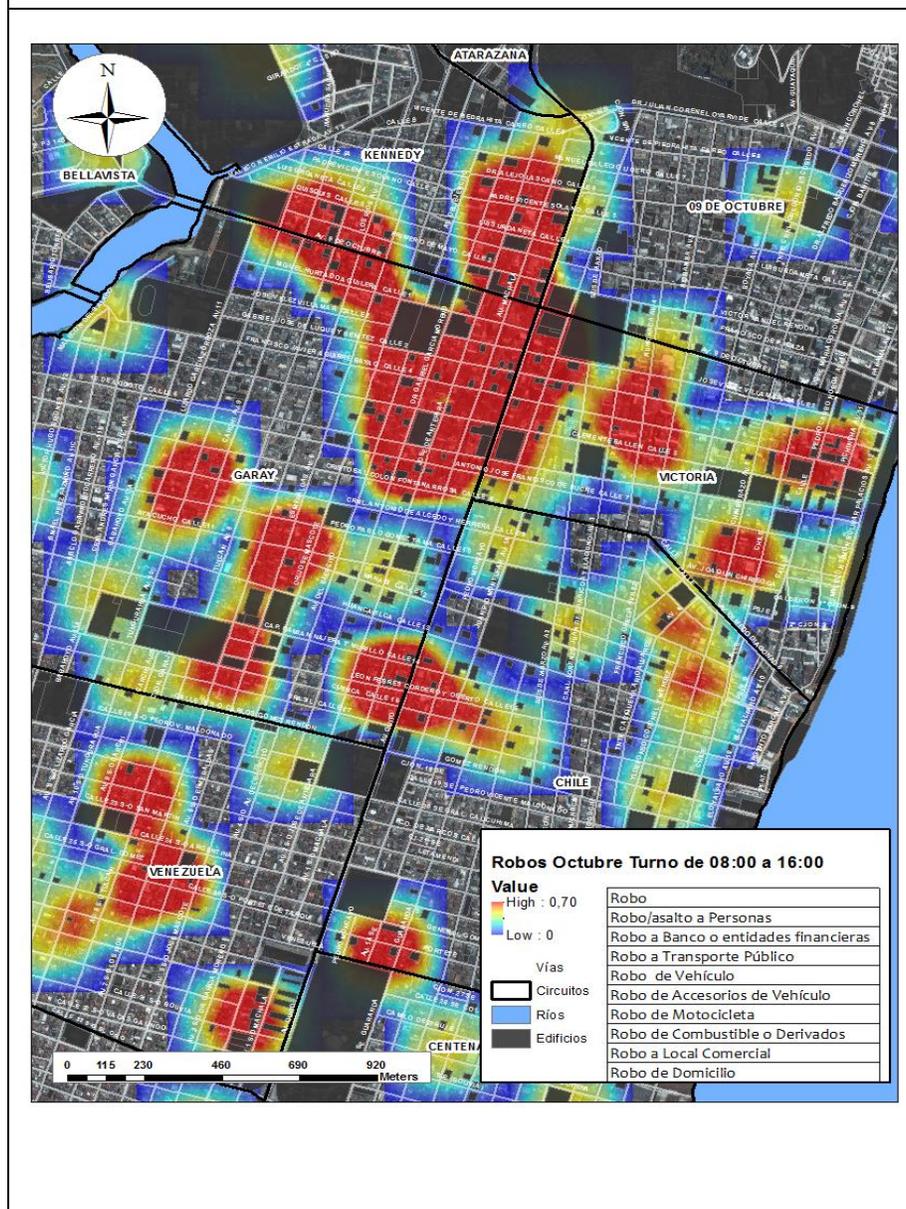
En el turno de 00:00 A 08:00, el índice de Getis-ord es de 0.28, lo cual indica una concentración leve de los robos en este turno.

GRÁFICA 14: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en octubre del 2012 en el turno 00:00 a 08:00 horas



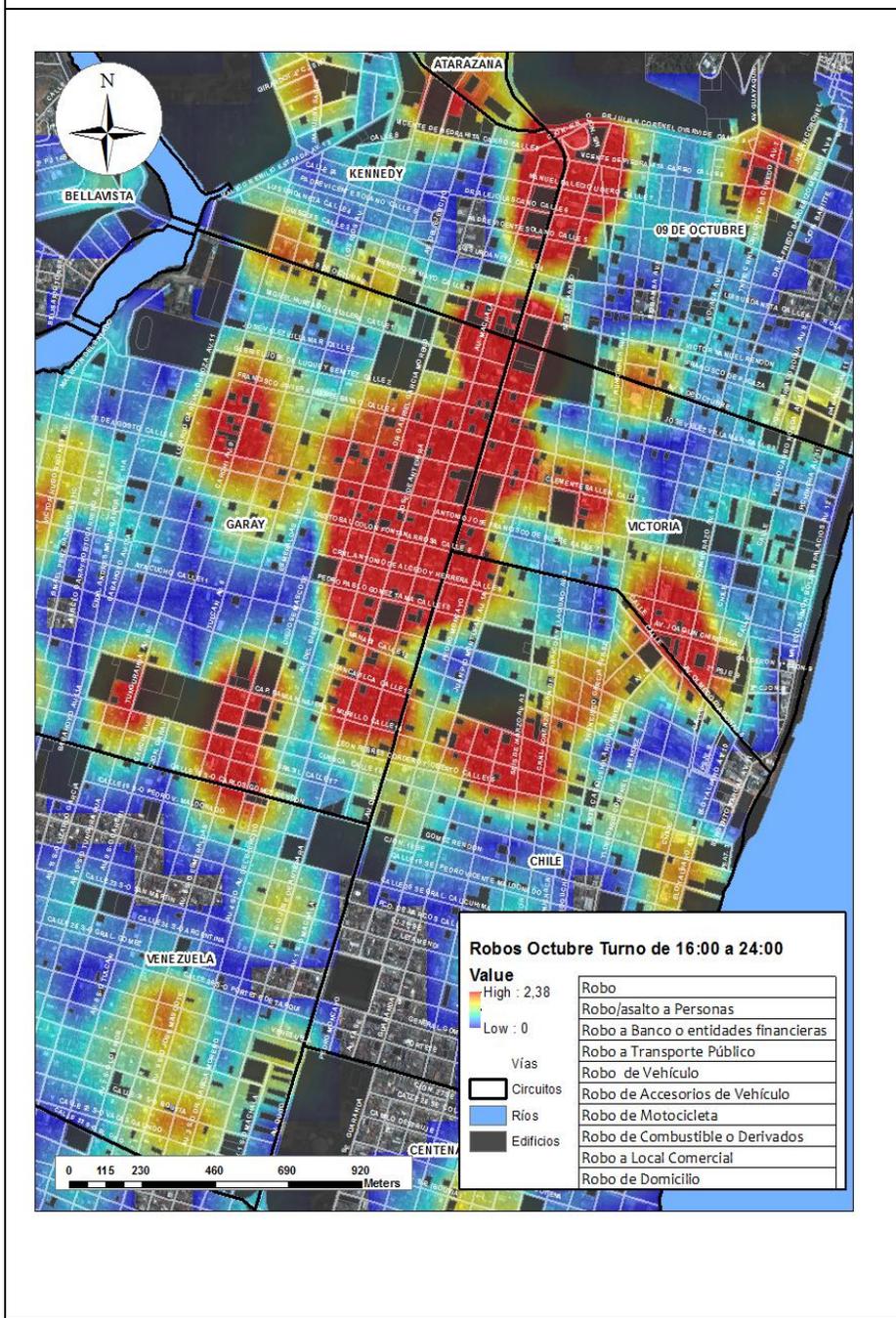
En el turno de 08:00 A 16:00, el índice de Getis-ord es de 0.70, esto indica que ha existido un incremento con respecto al turno anterior, lo cual demuestra una mayor concentración de los robos.

GRÁFICA 15: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en octubre del 2012 en el turno 08:00 a 16:00 horas



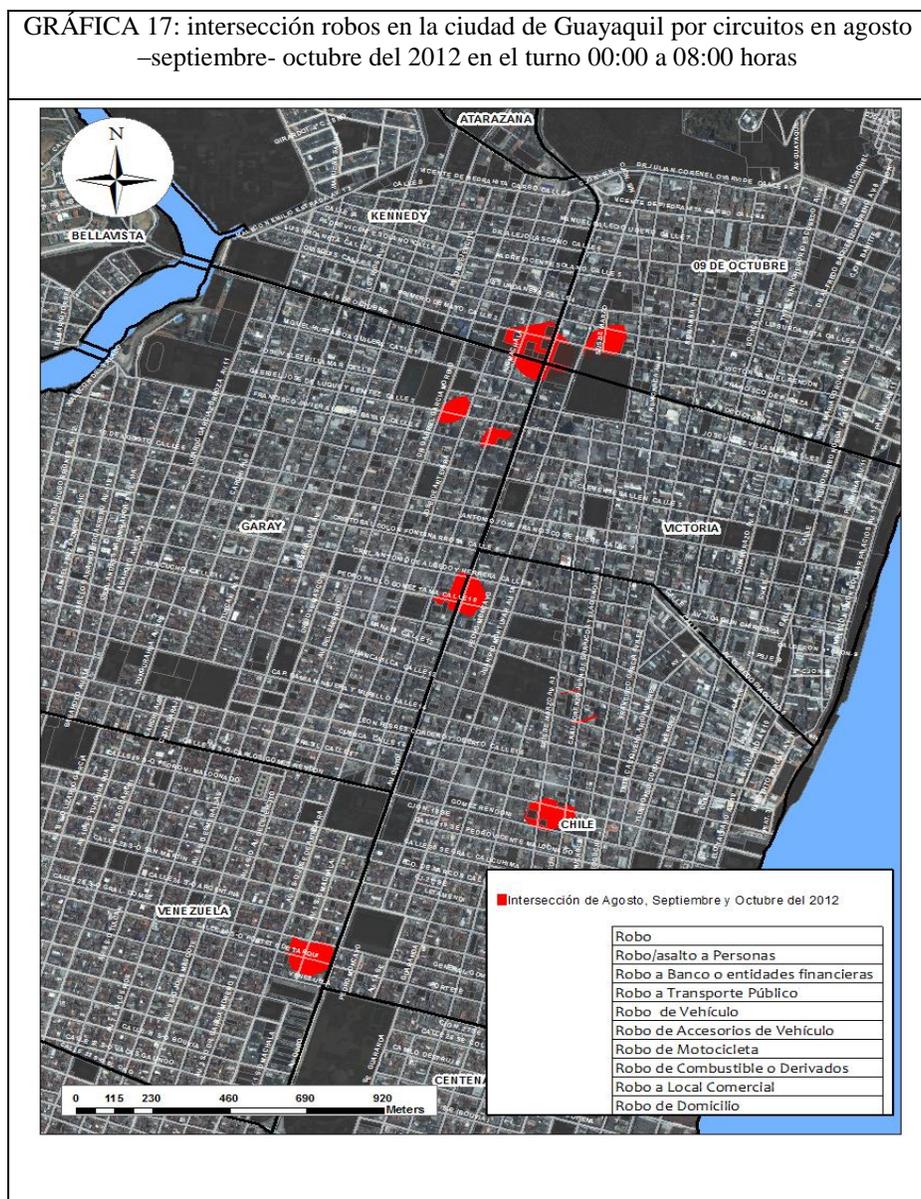
En el turno de 16:00 A 24:00, el índice de Getis-ord es de 2.38, lo cual indica una mayor concentración de los robos.

GRÁFICA 16: robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en octubre del 2012 en el turno 16:00 a 24:00 horas



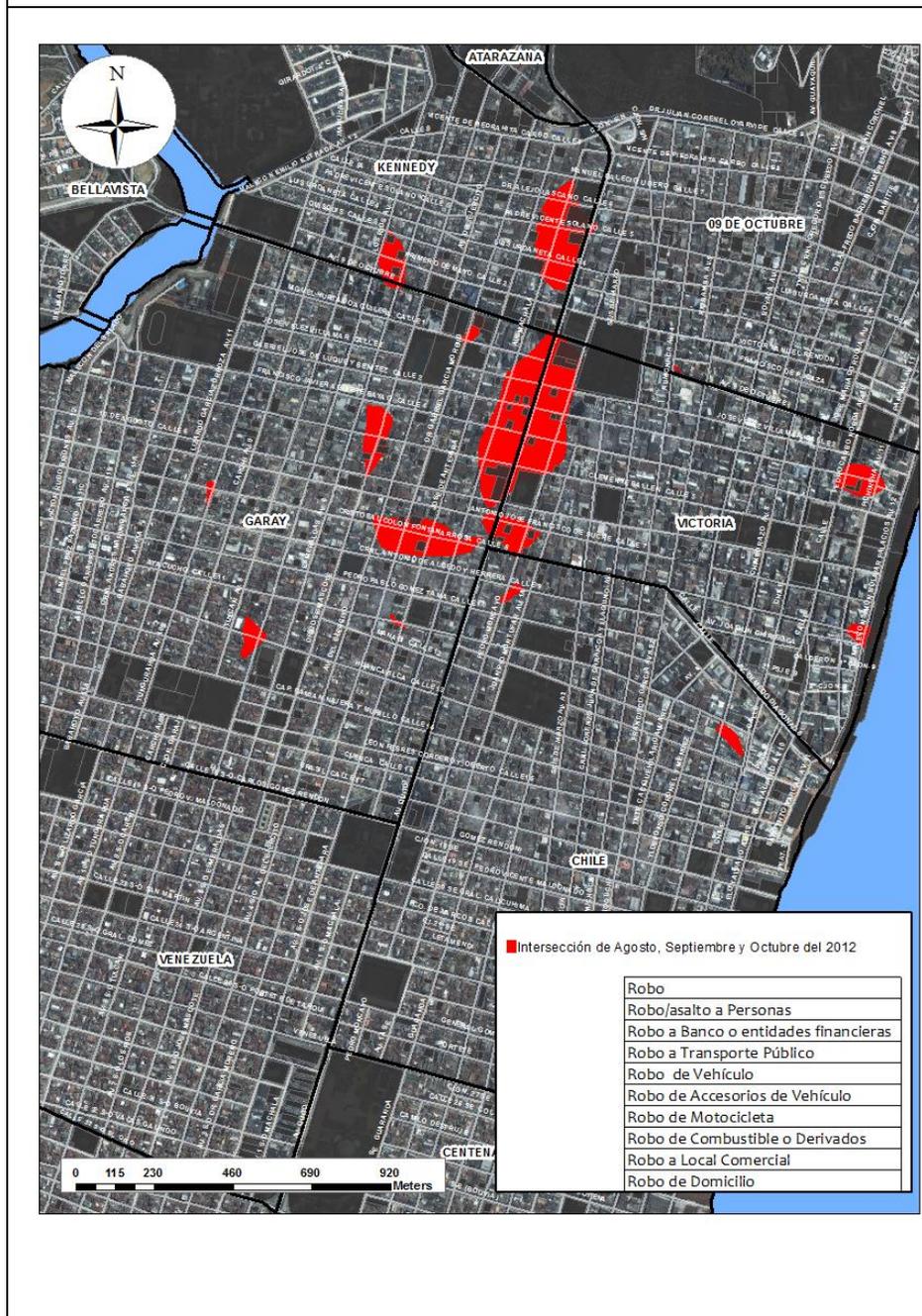
### 4.3. Intersección de mapas de hotspot de delitos

Al de obtener los hotspot de los meses, turnos respectivos y la elaboración de los contornos en formato shape, se realiza la intersección entre los diferentes meses, a continuación observaremos en la gráfica 17, la intersección en el turno de 0 a 8 Horas.

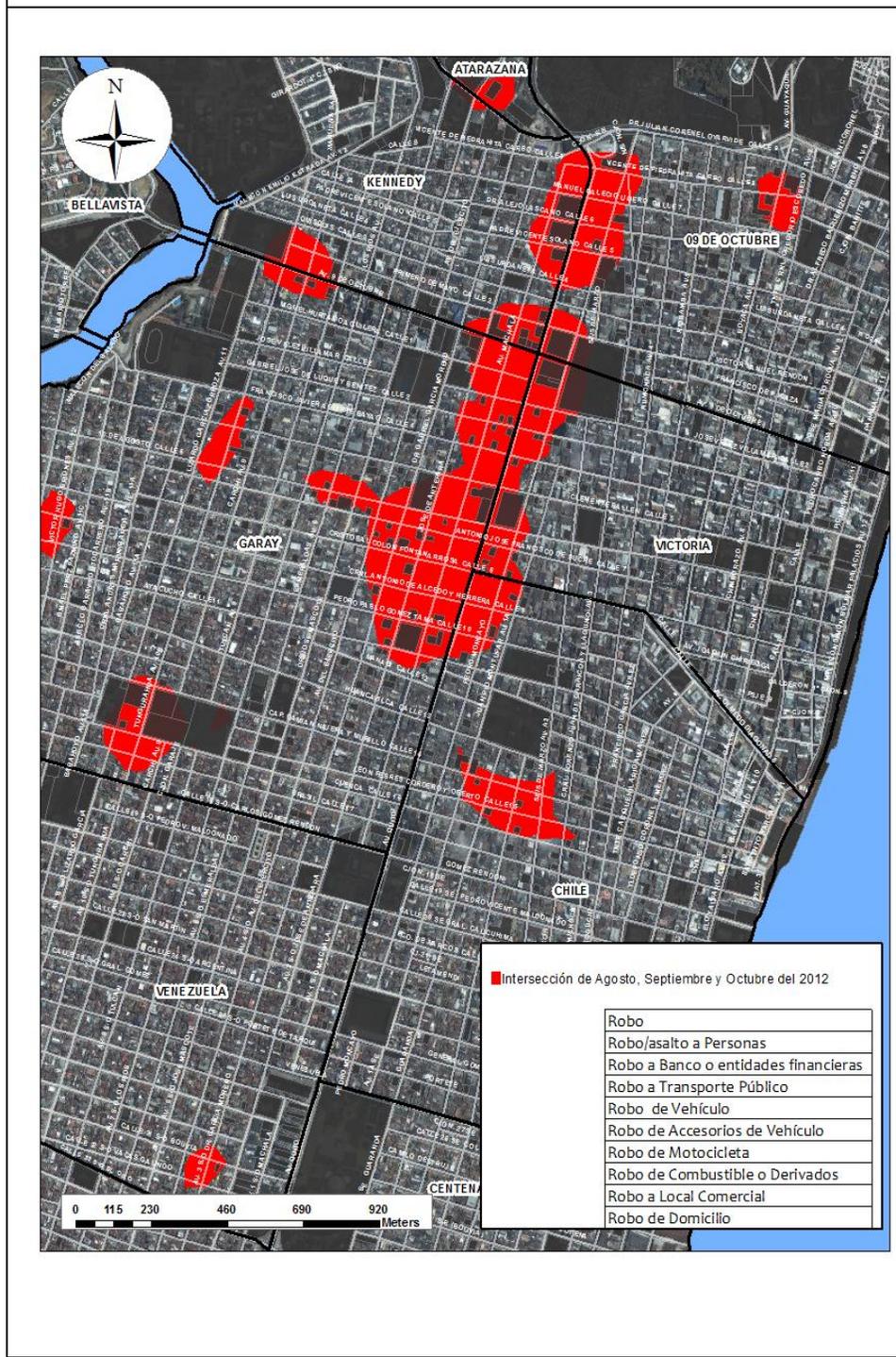


Podemos observar en la gráfica 18, la intersección de los robos en el turno de 8 a 16 horas, fácilmente se observa una expansión de la zona roja en este turno.

GRÁFICA 18: intersección robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto –septiembre- octubre del 2012 en el turno 08:00 a 16:00 horas



GRÁFICA 19: intersección robos en la ciudad de Guayaquil por circuitos en agosto – septiembre- octubre del 2012 en el turno 16:00 a 24:00 horas



Se puede observar las intersecciones que se han formado, luego de intersectar los meses de agosto, septiembre y octubre del 2013.

#### 4.4. Importancia del estudio

El desarrollo de este proyecto, es principalmente para las entidades encargadas de la seguridad, para esto las entidades de seguridad requieren obtener herramientas para la toma de decisiones.

Generando este tipo de información se podrá optimizar los recursos de las entidades encargadas de los operativos para disminuir los robos en los circuitos, control de armas, etc.

Esta herramienta geográfica es estratégica para la prevención el delito.

## 5. ANALISIS DE RESULTADO

### 5.1. Discusión de resultados

Podemos observar los resultados entre los diferentes turnos.

<b>Tabla 3: promedio de robos mensualmente</b>		
<b>Turno</b>	<b>Robos</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>(A)</b> 00:00 a 08:00	232	18%
<b>(B)</b> 08:00 a 16:00	360	27%
<b>(C)</b> 16:00 a 24:00	732	55%
<b>Total general</b>	<b>1324</b>	<b>100%</b>

En el turno de **00:00 a 08:00 Horas:** se puede observar muchas rojas de menor intensidad y con mayor dispersión, esto nos indica que existen menor frecuencia de robos en este turno.

Este comportamiento puede darse por las siguientes observaciones:

- Horas en la que la ciudadanía se encuentra en su hogar.
- Menor movimiento de personas en este horario.
- Patrones delictivos de los delincuentes. (Preferencia para robar en un determinado horario).
- En algunos casos las discotecas cierran de 00:00 a 02:00 am, esto puede influir en algunos casos para que las personas se dirijan a sus hogares, y quede un intervalo de tiempo no productivo para los delincuentes.

El circuito 9 de octubre, llega a cubrir gran parte del centro de la ciudad de Guayaquil, en este circuito y en este horario existe pocas manchas rojas, pero de todos los circuitos es el que mayor incidencia de robos tiene en este horario.

El circuito Garay, es uno de los circuitos en donde existe una alta frecuencia de robos de manera general de los delitos, realizando el análisis en este horario nos podemos dar cuenta, que existen leves manchas rojas en este circuito, se evidencia que los delincuentes en este circuito no tienen como patrón robar en este horario.

En los circuitos de Chile, Venezuela, Victoria, se observa pequeñas y dispersas manchas rojas, estas manchas nos indican que existe un leve movimiento delictivo en este circuito, pero

podemos citar que en estos tres meses de análisis siempre existió movimiento delictivo en las manchas rojas, pequeñas pero existieron robos.

Turno de **08:00 a 16:00 Horas:** se observa un incremento en relación al horario anterior, las manchas rojas comienzan a formarse en el centro de la ciudad, esto nos indica que existe una mayor frecuencia de robos en esta zona.

Se puede dar esta situación por las siguientes observaciones:

- Horas en la que la ciudadanía se encuentra fuera de su hogar.
- Mayor movimiento de personas en este horario.
- Patrones delictivos de los delincuentes. (Preferencia para robar en un determinado horario).
- Existe una alta actividad económica en este horario.

El Circuito 9 de octubre, llega a cubrir gran parte del centro de la ciudad de Guayaquil, en este horario ocurre un alto movimiento de personas por las diferentes actividades económicas, sin embargo en este Circuito no existe la mayor cantidad de manchas rojas, esto se debe, movimiento de las personas y diferentes entidades de seguridad que están alertas en el sector.

En el Circuito Garay, es uno de los circuitos en donde existe una alta frecuencia de robos de forma general, realizando el análisis en este horario nos podemos dar cuenta que se ha incrementado considerablemente con respecto al horario anterior, se evidencia que los delincuentes en este circuito comienzan su jornada delictiva.

En los Circuitos de Chile, Venezuela, Victoria, se observan pequeñas y dispersas manchas rojas, nos indican que existe un leve movimiento delictivo en este Circuito, pero podemos citar, en estos tres meses de análisis siempre existió movimiento delictivo en las manchas rojas que se generaron en estos circuitos, pequeñas pero existieron robos.

En forma general se puede analizar para este horario, que existe un incremento en los diferentes robos, pero la concentración de estos robos se comporta diferente en cada Circuito, se puede llegar a la conclusión visualmente, que la mayor concentración se encuentra en los Circuitos de Garay y 9 de octubre.

Turno de **16:00 a 24:00 Horas:** en este horario se visualiza un incremento superior a los dos horarios anteriores, las manchas rojas comienzan a formarse en la parte del centro de la ciudad, esto nos indica que existen una mayor frecuencia de robos en esta zona.

Se puede dar este comportamiento por las siguientes observaciones:

- Horas en la que la ciudadanía se encuentra fuera de su hogar.
- Mayor movimiento de personas en este horario.
- Patrones delictivos de los delincuentes. (Preferencia para robar en un determinado horario).
- Existen una alta actividad económica en este horario.
- Existen diferentes eventos sociales que forman agrupaciones de personas en diferentes locales.

Entre los Circuitos que tienen una actividad delictiva en este horario, se encuentran 9 de octubre, victoria, garay, chile.

El Circuito 9 de octubre, llega a cubrir gran parte del centro de la ciudad de Guayaquil, en este circuito ocurre un alto movimiento de personas por las diferentes actividades económicas y vida nocturna, por lo general el incremento ocurre en las vías principales de este circuito, como la vía 9 de octubre.

En el Circuito Garay, existe una alta frecuencia de robos de forma general, realizando el análisis en este horario nos podemos dar cuenta que se ha incrementado considerablemente con respecto a los dos horarios antes analizados, se evidencia que los delincuentes prefieren este horario y este circuito para cometer el mayor número de robos.

En los Circuitos de Chile, Venezuela, Victoria, se observa un leve incremento en las manchas pero dispersas, esto nos indican que existe un leve movimiento delictivo en este Circuito, se puede evidenciar que los delincuentes no tienen preferencia en escoger estos Circuitos para cometer sus actos delictivos.

En forma general, este horario es el que tiene la mayor cantidad de robos cometidos, es decir es el horario preferido de los delincuentes, pero la concentración de estos robos se comporta diferente en cada Circuito, se puede llegar a la conclusión visualmente, que la mayor concentración se encuentra en los circuitos de Garay y 9 de octubre.

Según podemos observar en el **Tabla 3**, a medida que va aumentando las horas aumenta el número de robos en los Circuitos, Garay, Victoria, 9 de octubre, Chile, Kennedy, Venezuela, victoria.

El 55% de los robos cometidos son en el turno C, esto nos da una clara idea de lo problemático que es este horario.

Este antecedente puede ser de gran utilidad para la toma de decisiones para la Policía Nacional, debido a que pueden direccionar sus rutas de operativos en las zonas calientes.

Al realizar este tipo de análisis por turnos, nos ayuda a discriminar por intervalos de tiempo y poder realizar un análisis más específico, esto nos dará como resultado a detalle, que ocurre en cada turno y poder direccionar nuestras decisiones con mayor efectividad.

## **5.2. Perspectivas para futuros estudios**

Para los futuros estudios, se recomienda realizar análisis por intervalos de tiempo menores a ocho horas, en conjunto con la Policía Nacional se debe llegar a un acuerdo para establecer este rango de horas.

La Policía Nacional tiene por objetivo optimizar sus recursos para mejorar sus tiempos de respuesta, entonces; se debe realizar un diagnóstico en conjunto con un técnico de sistema de

información geográfica, para obtener las variables de delitos de mayor peligrosidad que se utiliza para realizar los diferentes operativos.

### **5.3. Dificultades encontradas en la metodología**

Una de las dificultades que se tuvo para realizar este estudio, fue escoger las variables de los diferentes tipos de robos, esto se dio, porque no se realizó un diagnóstico en conjunto con la Policía Nacional, la cual nos refleje las variables con las que se realizan los operativos o distribuyen sus recursos.

Para realizar el análisis de las zonas calientes, uno de los parámetros a utilizar es el radio de búsqueda en la cual se basa la técnica de densidad de kernel, para dibujar las diferentes zonas. Este valor también debe ser sugerido por personal especializado de la Policía Nacional, debido a la falta de acercamiento con esta institución, se la obtuvo por otras fuentes primarias.

### **5.4. Crítica constructiva a la metodología utilizada**

Para la obtención de las zonas caliente, la extensión Crimen Analyst es una herramienta potente para modelarlo, en base al tamaño de la celda y el radio, realiza todo el proceso estadístico para generar las diferentes zonas calientes.

En la parte de extraer las zonas con mayor incidencia y realizar un archivo vectorial para interseccionarlos, se encontró la forma de extraer solo las zonas con mayor incidencia e interseccionarlos para generar las manchas rojas.

Para que la metodología sea lo suficientemente robusta para el análisis de los resultados, se trabajó con datos primarios. Los datos del sistema integrado Ecu 911 Samborondón es una base de excelente calidad, debido a que los ciudadanos llaman a este servicio en el momento que está ocurriendo un incidente, esto nos ayuda a tener un gran porcentaje del total de incidentes que realmente ocurren.

Realizar una depuración minuciosa de los datos es de gran importancia, debido a que existen diferentes llamadas para un incidente, la idea es contar con una llamada telefónica sin repetición, para proceder a los diferentes análisis.

## 6. CONCLUSIONES

- A mayor concentración de puntos, existe una alta correlación espacial entre los puntos cercanos, y se genera un punto caliente (hotspot).
- Se puede visualizar que existe un área marcada en las avenidas entre Quito/Machala y Pedro Pablo Gómez/Luis Urdaneta, en donde se intersectan las zonas con mayor intensidad (áreas rojas).
- Mensualmente no se comporta de la misma forma los robos cometidos en el centro de la ciudad de Guayaquil.
- Las áreas formadas se desplazan mensualmente, esto se da porque los infractores no comenten el robo en el mismo lugar.
- Los Circuitos con mayor incidencia de robos es el de Garay y Victoria.
- Obtener los puntos calientes (hotspot), es una herramienta de gran beneficio para nuestra sociedad, con esta metodología se podrán realizar análisis más profundos sobre los robos en diferentes partes de las ciudad e intervalos de hora.

## 7. REFERENCIAS

Spanish. News. Cn,( 2011-12-31), preocupa a ecuatorianos en 2011 delincuencia y desempleo, recuperado de [http://spanish.news.cn/entrevista/2011-12/31/c\\_131336398.htm](http://spanish.news.cn/entrevista/2011-12/31/c_131336398.htm)

Bosque Sendra, J. (1992), sistema de información geográfica, recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_Informaci%C3%B3n\\_Geogr%C3%A1fica](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica)

José Carlos Vilorio,(2010), la criminología concepto , recuperado de <http://www.estudiocriminal.com.ar/media/La%20criminologia%20en%20la%20modernidad%20y%20en%20la%20postmodernidad.pdf>

José Carlos Vilorio,(2010), la criminología en la modernidad y en la postmodernidad, recuperado por <http://www.estudiocriminal.com.ar/media/la%20criminologia%20en%20la%20modernidad%20y%20en%20la%20postmodernidad.pdf>

Wikipedía,( marzo2013), penología, recuperado por <http://es.wikipedia.org/wiki/Penolog%C3%ADa>.

BuenasTareas,(06, 2011), definición de política criminal, recuperado por <http://www.buenastareas.com/ensayos/Definicion-De-Politica-Criminal/2467471.html>

Guillermo Pinheiro Sosa , (2009), delitos contra la propiedad, <http://www.monografias.com/trabajos75/delitos-contra-propiedad/delitos-contra-propiedad.shtml>

López Cano José Luis, (1984), métodos e hipótesis científicas, recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml>

Esri, 1995-2012, interpolación de krigging, recuperado de  
<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000076000000>

López Cano José Luis, (1984), métodos e hipótesis científicas, recuperado de  
<http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml>

Silverman, B. W. , (1986), estimación de densidad para las estadísticas y el análisis de datos,  
recuperado de  
<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#na/009z00000011000000/>

ESRI, (2011), ayuda de crimen analyst, contornos de hotspot