



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN GEOGRAFÍA Y GEOMÁTICA  
"ING. JORGE L. TAMAYO", A.C.**

**PROPUESTA DE METODOLOGÍA INFORMÁTICA PARA LA DETECCIÓN DE  
ZONAS CON ALTO IMPACTO Y PUNTOS DE CONTROL, DE LOS DELITOS DE  
ROBO CALIFICADO COMETIDOS EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES  
PARA EL PERÍODO 2011-2017.**

**ESPECIALIDAD EN GEOMÁTICA GENERACIÓN 2017**

**PRESENTADO A: DRA. JULIETA FUENTES CARRERA**

**PRESENTADO POR:**

JONATHAN RIVERA ZAMBRANO

VÍCTOR HUGO GALVÁN NORIEGA

ULISES JOHAMIN SOTO SÁNCHEZ

FECHA DE ENTREGA: 11/12/2017

## CONTENIDO

MARCO DE REFERENCIA .....	5
JUSTIFICACIÓN .....	6
METODOLOGÍA.....	6
Análisis Socioeconómico.....	7
RESULTADOS.....	30
SELECCIÓN DE PUNTOS IDEALES PARA INSTALACIÓN DE CÁMARAS ....	40
PROPUESTA METODOLOGICA .....	43
CONCLUSIONES.....	45
SOBRE LAS CARÁCTERISTICAS DE LA CÁMARA Y LA NORMA TÉCNICA ESTANDARIZADA .....	49

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Variables. ....	9
Ilustración 2: Capas en ArcMap. ....	14
Ilustración 3: Base de datos. Fuente: Elaboración propia en ArcMap .....	14
Ilustración 4: Kernel de densidad de las calles de la Ciudad de Aguascalientes, .	19
Ilustración 5: Modelo 3D.....	20
Ilustración 6: Función kernel de densidad .....	23
Ilustración 7: Función del kernel de densidad .....	24
Ilustración 8: Comparación segmentos seleccionados.....	25
Ilustración 9: Calculo de densidad para kernel c.....	26
Ilustración 10: Caso 1.....	27
Ilustración 11: Caso 2.....	28
Ilustración 12: Robo total a transeúnte.....	33
Ilustración 13: QLC de robo a transeúnte.....	33
Ilustración 14: Robo total a negocio. ....	34
Ilustración 15: QLC de robo a negocio. ....	34
Ilustración 16: Robo total a casa. ....	35
Ilustración 17: QLCc de robo a casa-habitación.....	35
Ilustración 18: Robo de automóvil. ....	36
Ilustración 19: QLC de robo a automóvil. ....	36
Ilustración 20: Nodos elegibles.....	40
Ilustración 21: Propuestas .....	41
Ilustración 22: Location Allocation .....	41

## INTRODUCCIÓN

El crimen es una de las problemáticas que más aquejan a la sociedad mexicana y una de las manifestaciones más críticas es el robo. Se manifiesta de muy diversas modalidades que afectan tanto a los individuos como a sus bienes materiales. Para la aplicación de este trabajo se busca vincular las variables socioeconómicas con las modalidades del robo.

En los estudios enfocados en el crimen se hacen necesaria la búsqueda de la relación entre las variables socioeconómicas y los patrones delictivos. En Europa y América existen diversas universidades y centros de investigación que han realizado estudios sobre las causas del robo. Es necesario asentar que algunos de ellos por su contextualización no pueden ser aplicados directamente al caso mexicano debido a que las variables y los mismos patrones delictivos cambian debido al contexto regional. La delincuencia dentro de los espacios públicos tiene un patrón espaciotemporal, por tanto, la identificación de estos patrones con el uso de herramientas de análisis de datos espaciales conlleva a generar conocimiento que ayude de una manera estratégica a reducir los índices de criminalidad (Vilalta, 2017).

El presente estudio se centra en la delimitación del municipio de Aguascalientes, específicamente en la zona urbana del municipio. Según la Encuesta Nacional de la Percepción de la Seguridad del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se presentó un aumento de la incidencia delictiva en el municipio para el 2010, la tasa de incidencia delictiva por cada cien mil habitantes registró 50.1 por ciento. Para los años 2014 y 2015 el índice presentaba una disminución del 39 y 35 por ciento respectivamente (INEGI, 2016). Por lo que este fenómeno es de interés tanto para el gobierno estatal como para el local, debido a que afecta directamente a la población local.

El objetivo se centra en desarrollar una metodología informática que permita la identificación eficiente, de zonas con alto impacto delictivo, así como puntos de control para la intervención efectiva a futuro, en los delitos de robo calificado cometidos en la Ciudad de Aguascalientes, tomando como periodo de estudio los años comprendidos entre 2011 al 2017.

El objetivo del análisis poblacional es el de realizar un diagnóstico a las variables socioeconómicas de la localidad de Aguascalientes, como la base que ayude a representar los patrones delictivos en el caso de estudio. Se considera que las condiciones socioeconómicas pueden ayudar a estudiar y predecir los patrones de robo.

Para el análisis de la información social se consideran variables tales como la dimensión poblacional, el ritmo de crecimiento, la estructura por edad y sexo de la población, la densidad de la misma, así como la actividad económica y la conformación de los sectores económicos. Sin embargo, estas variables son muy generales para el nivel de análisis requerido, por lo que será necesario encontrar indicadores adecuados para el análisis social.

Para el presente estudio se realizan análisis de tipo cuantitativo sobre las diferentes variables e índices que permitan calcular a partir de las características de la población local y determinar si existe correlación entre las particularidades de la población y el robo en sus diferentes modalidades (Sánchez, 2014). Se parte del supuesto de que las características del entorno afectan en particular la cantidad de robos en la Ciudad de Aguascalientes.

## **MARCO DE REFERENCIA**

Existe un gran interés teórico sobre el estudio de la criminalidad, para propósitos de este documento se consideran estudios recientes desde la perspectiva de la geografía del crimen. Uno de los aspectos más relevantes sobre el análisis de la criminalidad es la reciente tendencia de analizar los patrones criminales desde una micro escala (micro geografía). La delincuencia tiende a presentar patrones de tipo temporal y espacial (Jaitman y Ajzenman, 2016).

Cadena (2016) menciona que algunas variables espaciales que influyen en los actos delictivos son: el tipo de lugar (supermercados, locales comerciales, lugares vigilados por guardas de seguridad privada, farmacias, metro, centros nocturnos y tiendas de conveniencia), vías de comunicación, vehículos de automotor. De acuerdo con el estudio que realizó para Santiago de Chile, encontró que un tipo de crimen se encuentra en función del lugar, por ejemplo, los homicidios se encuentran correlacionados negativamente con los locales comerciales, mientras que los atractivos que registran de manera significativa los robos con violencia son: vehículos de transporte público, tiendas de conveniencia, vía pública, metro farmacia y parques de entretenimiento.

Algunas de las variables propuestas por Prieto (2014) son densidad de población, región central, transporte público y privación social. La intensidad de criminalidad en cada región, densidad de la población de la región, distancias al transporte público, existencia de paraderos de transporte público, distancia al centro de la ciudad e índice de privación social (Prieto: 2014, 14-15).

Para el caso de México se identificaron dos estudios aplicados en particular para la Ciudad de México. El primero referido al modelado econométrico de la criminalidad que se basa en las estadísticas delictivas emitidas por la Secretaría de Seguridad Pública de la Ciudad de México, con lo que se hace un modelo (Prieto, 2014). El segundo estudio se enfoca de manera similar en el análisis de las variables sociales que determinan en particular el robo en cuatro delegaciones político-administrativas de la Ciudad de México (Sánchez, 2014).

## **JUSTIFICACIÓN**

El crimen y la violencia son de gran preocupación en América Latina, siendo una de las regiones más violentas del mundo por tasa delictiva (Jaitman y Ajzenman, 2016). En el caso de México la inseguridad afecta a todos los ciudadanos en mayor o menor medida. Aguascalientes es la segunda entidad más segura de México (Gobierno del Estado de Aguascalientes, 2016: 90). Sin embargo *“la preocupación por la inseguridad se ha vuelto en cierto nivel equiparable a aquella por la economía, trascendiendo clases sociales y niveles educativos”* (GEM 2016:91). Aguascalientes ocupa el lugar número 24 del país con un total de 22 mil 574 denuncias presentadas ante agencias del ministerio público por cada 100 mil habitantes. Situación que lo ubica por debajo de la media nacional de 47 mil 228 casos según datos de la Procuraduría General de la República (PGR) y del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (IMPLAN, 2015). De acuerdo con la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad 2016, en el estado de Aguascalientes: 137 mil 301 personas fueron testigos de algún delito (IMPLAN, 2015).

Se propone realizar un análisis del robo calificado, de manera tal que se brinde una herramienta con resultados de corto plazo que permita identificar zonas de alta influencia delictiva por robo calificado. Para la aplicación de medidas de mitigación de los índices de delitos por robo, utilizando para ello un enfoque holista, que mantenga una relación entre las metodologías que brinda tanto la geomática como las técnicas del análisis espacial. Del mismo modo, se pretende que los resultados de esta investigación involucren a diversos actores, tanto de orden gubernamental como particulares, que se encuentren directamente involucrados en la toma de decisiones, relacionados con factores espaciales, tales como el robo calificado.

## **METODOLOGÍA**

El presente documento se desprende de un proceso de reflexión sobre la incidencia delictiva en Aguascalientes, el objeto de estudio son las modalidades del robo en una localidad específica. Para analizar el anterior planteamiento es necesario dividir el análisis cuantitativo en dos niveles de investigación. Por un lado, se propone la elaboración de un diagnóstico de aquellas variables que pueden influir de forma positiva en el robo en el contexto mexicano en el nivel urbano y por el otro un análisis que permita diagnosticar por medio de estudio de redes la identificación de las calles con mayor incidencia.

Es necesario considerar como primer punto, la delimitación del área de estudio. Por lo que se recurrió a diferentes documentos y fuentes. Después de realizar un profundo análisis se estimó prudente delimitar a la ciudad de Aguascalientes. Mediante una revisión a la literatura se identificaron métodos aplicados tanto al análisis espacial de variables sociales y de representación cartográfica de datos, en particular sobre el robo.

A partir de lo anterior fue necesario plantearse el análisis de los datos en su distribución espacial, como de la repartición de tipo de robo a partir de las calles de la ciudad. La metodología del apartado de análisis de variables sociales establece los siguientes pasos:

- Investigación documental de estudios sobre el robo en el entorno urbano.
- Detectar por medio de la literatura consultado índices explicativos.
- Realizar una búsqueda dentro de fuentes oficiales de bases de información.
- Aplicar por medio de los indicadores descriptivos un mapeo de variables descriptivas.
- Identificar modelos que permitan describir el fenómeno del robo y sus principales variedades.
- Análisis geoespacial para realizar un diagnóstico social de las variables determinantes del robo y las condiciones sociales (de la Fuente, Mejías y O Huinghtons, 2011).

En los siguientes apartados se señalan los métodos empleados para elaborar tanto el diagnóstico social como la selección de la herramienta para el análisis de redes, mediante el que se realiza la selección de puntos candidatos. Los dos niveles de diagnóstico se completan para presentar la localización de los puntos de control (Ver Ilustración1).

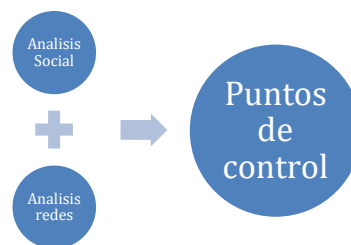


Ilustración 1: Análisis

### **Análisis Socioeconómico**

Para el análisis espacial de las variables sociales en el entorno urbano fue necesario identificar metodologías adecuadas para el caso de estudio, principalmente aquellas enfocadas en la búsqueda de la relación entre condiciones sociales con las variables de criminalidad. Entre las medidas más ampliamente aceptadas en la literatura se identificó el coeficiente de localización para explorar la distribución espacial de los patrones del robo en la Ciudad de Aguascalientes.

Se empleó la técnica de mínimos cuadrados ordinarios ya que permite correlacionar variables. Para el apartado del análisis socioeconómico se plantea seguir la metodología propuesta por (Sánchez, 2014 y 2015). El análisis de las variables dependientes se da a partir de las diversas modalidades de robo registradas en Aguascalientes por la Fiscalía del Estado. Se observa que las modalidades del robo afectan a tres tipos básicos de objetivos: personas, viviendas y vehículos.

La base de datos cuenta con 65,116 registros para todo el territorio de la Ciudad de Aguascalientes de los cuales cinco casos se pierden debido a una inadecuada geolocalización. En particular las modalidades que son registradas en la base de datos de la fiscalía son las siguientes: robo a casa habitación, objetos recuperados, a negocio, otros robos, de autopartes, de automóvil, a transeúnte, a transporte individual, a transporte público y a transportista. Entre los campos se cuenta con: código identificador, dirección, fecha, hora, coordenadas x, coordenadas y, tipo de robo, modalidad, clave de delito, municipio, recodificación y delito.

Para el análisis espacial fue necesario emplear aquellos eventos que se localizan dentro de la delimitación de las AGEB urbanas correspondientes a la localidad. Para el área de estudio se tomaron un total de 40,788 incidentes de todos los tipos. Los datos fueron tratados en ArcMap y se agregaron y reclasificaron a nivel AGEB. El total de las AGEB consideradas fueron 268 para la Ciudad de Aguascalientes del Censo de Población y Vivienda 2010. La base de datos se creó a partir de las variables poblacionales, económicas y territoriales. Se calcularon indicadores que permitan resumir las condiciones socio-territoriales de privación o de conductas que pueden incentivar el robo. El primer paso es la transformación de las variables en tasas de delitos estandarizados, lo que permite hacer una medida restrictiva de los indicadores (Sánchez, 2014). En particular se observa para el análisis de indicadores poblacionales, que los datos provienen del Censo de Población y Vivienda 2010. Los datos de criminalidad están en una periodización de 2011-2017.

Se calcularon las diez tasas delictivas correspondientes a cada una de las modalidades del robo en Aguascalientes por AGEB, sin embargo, para efectos explicativos se consideran las cuatro modalidades con mayor incidencia. Para la estimación del modelo econométrico, se incorporan las variables sociales y se tomaron dos tasas delictivas para ser explicadas. Las tasas delictivas se calculan mediante el cociente de los delitos cometidos en la AGEB entre la sumatoria de la población total por AGEB urbana, a su vez multiplicado por mil para obtener la tasa. Debido a que la AGEB concentra alrededor de dos mil quinientas personas, cuando prácticamente las tasas delictivas se dan en relación con las cien mil personas (Sánchez, 2014: 92).

$$TD_j = \frac{D_{ij}}{PT_j} * 1000$$

Ecuación 1: Tasa delictiva

Por otro lado, se realizó un análisis de la distribución normal de las variables. En ésta se puede observar los estimadores estadísticos más importantes de la base de datos considerando las tasas delictivas (Ver tabla 1).



Tabla 1: Estadísticos descriptivos

TIPOS DE ROBO

	CASA	OTROS	PARTES	NEGOCI O	TRANSEU NTE	TRANS- IND	TRANS- PUB	TRANSPOR TISTA	VEHICULO
<b>Media</b>	32.3	59.1	52.0	30.2	31.8	0.6	47.0	7.8	10.1
<b>Error típico</b>	11.9	54.7	36.5	11.7	11.4	0.1	33.6	7.3	7.3
<b>Mediana</b>	15.4	1.6	6.2	5.9	7.2	0.0	3.1	0.0	1.1
<b>SD</b>	196.7	906.1	604.2	194.4	188.0	1.7	556.9	121.0	120.8
<b>Curtosis</b>	264.9	273.8	272.2	203.5	230.1	95.4	247.7	272.3	272.6
<b>Co Así</b>	16.2	16.5	16.5	13.7	14.7	8.4	15.5	16.5	16.5

Fuente: elaboración propia con información de la Fiscalía General de Aguascalientes.

Cálculo de Variables

Para las variables independientes se usaron las tasas calculadas anteriormente, se codifican por nombre de variable (Ver Ilustración2), su descripción y nombre que se le asignó en la base de datos (Ver tabla 2). Se elaboraron con la metodología propuesta por Sánchez (2014).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	CVEGEO	POBTOT	AREA	AREA_KM	DENSIDAD	P_18YMAS	P18A24A	GRAPROES	PEA	POCUPADA	PDESOCUP
2	0100100010229	410.0000000000	119.37747411800	1.19377474118	3.43448379210	249	15	10.48	174	167	7
3	0100100010233	1536.0000000000	84.46508829360	0.84465088294	18.18502805160	989	64	10.41	669	627	42
4	0100100010286	3469.0000000000	49.96747603100	0.49967476031	69.42515963480	2694	243	12.53	1584	1510	74
5	0100100010290	1884.0000000000	30.07325977110	0.30073259771	62.64701646380	1424	173	12.14	825	796	29
6	0100100010303	2397.0000000000	27.28627448240	0.27286274482	87.84636398590	1734	140	10.55	1050	995	55
7	0100100010322	2360.0000000000	22.82395465800	0.22823954658	103.40013531200	1749	160	10.31	1081	1004	77
8	0100100010337	1418.0000000000	15.66287349830	0.15662873498	90.53255778090	1004	87	9.04	634	599	35
9	0100100010341	1911.0000000000	18.30414344710	0.18304143447	104.40259089500	1416	100	9.74	888	866	22
10	0100100010356	1319.0000000000	15.70048674820	0.15700486748	84.01013428140	952	86	10.25	562	509	53
11	0100100010360	1855.0000000000	15.54796471950	0.15547964720	119.30822030200	1351	85	8.95	806	738	68
12	0100100010375	905.0000000000	24.77888223850	0.24778882239	36.52303567570	656	44	9.99	422	397	25
13	010010001038A	3477.0000000000	33.84425629460	0.33844256295	102.73530520900	2400	138	8.87	1372	1315	57
14	0100100010407	494.0000000000	11.17891662130	0.11178916621	44.19032869950	368	40	13.13	233	218	15
15	0100100010411	825.0000000000	12.65129482290	0.12651294823	65.21071649570	556	24	7.85	360	334	26
16	0100100010426	2443.0000000000	17.02783558830	0.17027835588	143.47096478200	1613	73	7.96	1024	946	78
17	0100100010430	1835.0000000000	16.56421879470	0.16564218795	110.78095639400	1253	48	8.29	823	782	41
18	0100100010445	2041.0000000000	14.15919507990	0.14159195080	144.14661204100	1393	54	7.79	833	756	77
19	010010001045A	2719.0000000000	17.73700158280	0.17737001583	153.29535757800	1912	84	8.18	1241	1103	138
20	0100100010464	279.0000000000	9.26503186025	0.09265031860	30.11322618300	209	16	11.39	129	123	6
21	0100100010483	3346.0000000000	40.71660039990	0.40716600400	82.17778417490	2407	142	9.06	1521	1407	114
22	0100100010498	2746.0000000000	23.22241909270	0.23222419093	118.24780136100	1996	118	9.16	1191	1143	48
23	0100100010500	2879.0000000000	26.05996500210	0.26059965002	110.47597338600	2066	147	9.4	1285	1195	90
24	0100100010515	2585.0000000000	42.26622291070	0.42266222911	61.15994810940	2002	148	11.34	1186	1127	59
25	010010001052A	2203.0000000000	22.72198609630	0.22721986096	96.95455276940	1666	144	10.66	986	931	55
26	0100100010534	2603.0000000000	29.87021460380	0.29870214604	87.14366583990	1871	125	9.51	1057	957	100
27	0100100010549	2735.0000000000	36.86830564330	0.36868305643	74.18295883900	2055	156	11.05	1237	1146	91

Ilustración 2: Variables.

**Tabla 2: Variables Independientes**

<b>Siglas</b>	<b>Nombre de la variable</b>	<b>Descripción</b>
IM	Índice de marginación	Se refiere a un indicador que mide la desigualdad tanto económica como social.
DEPOP	Densidad poblacional	Población total entre el área total de la AGEB
TDES	Tasa de desempleo	Se refiere a la cantidad total de desempleados de la AGEB.
GESC	Grado de escolaridad	Años de escolaridad.
DF	Desintegración familiar	Porcentaje de hogares con jefatura femenina.
PJOV	Población joven	Porcentaje de población joven referido al grupo de edad de 18 a 24 años entre la población total de la AGEB.
USUE	Centralidad económica	Se refiere a la cantidad de empleos generados.
IEDU	Infraestructura educativa	Se refiere a la cantidad de escuelas total de la AGEB.
MOV	Movilidad	Número de centros comerciales en la AGEB.

Fuente: elaboración propia.

El índice de marginación urbana es una medida estimada por el Consejo Nacional para la Evaluación de la Política Social (CONEVAL). Este índice permite identificar aquellas AGEB que cuentan con un mayor indicador de privación o carencias, el índice va de -1 a 1(Sánchez, 2014:95).

Densidad Poblacional. Se refiere a la distribución espacial de la población en un territorio determinado, la población total de la AGEB dividiéndola entre el área total de la AGEB en hectáreas. Esta medida permite identificar aquellas áreas donde existe una mayor o menor densidad poblacional (Sánchez, 2014:95).

$$DPOB_j = \frac{PT_j}{A_j}$$

Ecuación 2: Densidad de Población

Tasa de desempleo. Indicador que permite encontrar aquellas AGEB en las que la población económicamente activa (PEA) no se encuentra ocupada de forma remunerada. En términos generales se podría considerar que una alta tasa de desempleo puede llegar a incitar a la delincuencia (Brantingham y Brantingham, 1993; en Sánchez, 2014). Se calcula considerando la población desocupada de la AGEB dividiéndola entre la PEA, siendo el cociente multiplicado por cien para obtener un porcentaje (Sánchez, 2014:97).

$$TDES_j = \frac{PDESO_j}{PEA_j} * 100$$

Ecuación 3: Tasa de desempleo

Grado de Escolaridad. Permite estimar el grado medio de escolaridad de la AGEB. Se obtiene dividiendo la población de 18 años y más, con educación post-básica, entre la población total de la AGEB (Sánchez, 2014:98).

$$GESC_j = \frac{P18yM_{PBj}}{PT_j} * 100$$

Ecuación 4: Grado de escolaridad:

Desintegración Familiar. Este índice considera que las familias se encuentran separadas, los jóvenes no cuentan con un adecuado modelo familiar. Se calcula dividiendo el total de hogares con jefatura femenina entre el total de hogares de la AGEB, multiplicándose por cien (Sánchez, 2014:98).

$$DF_j = \frac{HJF_j}{HT_j} * 100$$

Ecuación 5: Desintegración social

Población Joven. De acuerdo con la metodología de Sánchez, (2014) se emplea el porcentaje de jóvenes. El indicador se calcula tomando en cuenta la variable del censo que considera la población de 18 a 24 años (Pob18a24) dividiéndolo entre la población total de la AGEB y multiplicándose por cien para obtener un porcentaje. (Sánchez, 2014:99).

$$PJOV_j = \frac{Pob18a24_j}{PT_j} * 100$$

Ecuación 6: Población joven

Centralidad económica. Este indicador se genera a partir de la teoría de la economía regional y permite estimar el peso económico de una región. El indicador se basa en el método identificado por Alegría y Castro en Ganster (2002). Resultando del cociente del número de trabajadores de la AGEB entre la población de la AGEB, lo anterior dividido entre la totalidad de los trabajadores totales de la ciudad entre la población total de la misma. Cabe señalar que para estimar este indicador fue necesario recurrir al Directorio Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del año

$$GC_j = \frac{(E_j/P_j)}{(E_j/P)}$$

Ecuación 7: Centralidad económica

2015 para estimar la cantidad promedio de empleos generados por las unidades económicas de la AGEB (Sánchez, 2014:100).

La infraestructura educativa total por AGEB se tomó en cuenta debido a que los jóvenes representan un sector susceptible a delinquir. De acuerdo con Sánchez (2014) existen estudios sobre la incidencia delictiva que señalan que las escuelas son predictoras del robo a transeúnte y a robo de vehículo. El indicador se calculó mediante la sumatoria de toda la infraestructura educativa desde educación básica hasta nivel profesional y fueron agregadas por AGEB. Como siguiente paso se estimó necesario crear un análisis exploratorio del patrón del robo en la Ciudad de Aguascalientes, por lo tanto, se considera el índice de cociente de localización, debido a que permite obtener una medida alternativa de la delincuencia ya que propiamente no es una tasa ni tampoco un porcentaje, se refiere a una dimensión de una medida relativa (Brantingham y Brantingham, 1997: 271).

$$QLC_{ij} = \frac{\frac{D_{in}}{D_n}}{\frac{D_{iN}}{DN}}$$

Ecuación 8: Índice QLC

Para el análisis espacial de la correlación entre las variables se decidió considerar los modelos calculados por Sánchez (2014 y 2015) para los tipos de robo de automóvil, a transeúnte y robo total a nivel de AGEB, basado en los estudios de Brantingham. En su texto de 2014 el autor señala que para la selección del mejor grupo de variables explicativas un método estadístico que permite seleccionar y evaluar la correlación es el modelo de mínimos cuadrados mediante el procedimiento *Akaike Information Criterion (AIC)*. Permite elegir las variables que den una mejor explicación a la variable dependiente. Para su cálculo y análisis se sugiere la elaboración de un programa en lenguaje de programación R. A continuación, se muestran los modelos estimados que valoran la relación entre la tasa delictiva en los años 2011 a 2016 y las variables poblacionales (Ver Tabla 3). Se proponen modelos para el robo de vehículos, robo a transeúnte y robo total.

**Tabla 3: Modelos empleados**

Dependientes		Independientes		
LNRV	DPOB	USUE	PJOV	GESC
LNTT	DPOB	USUE	PJOV	HJF
LNTD	DPOB	GC	PJOV	DF

Fuente: Basado en Sánchez (2014).

Para la formación del modelo econométrico se decidió realizar una ecuación de tipo lineal para el modelo de mínimos cuadrados compuestos, con la siguiente fórmula.

$$Y = \alpha + \beta X + E$$

Ecuación 9: Modelo lineal:

Como parte del análisis se realizó una tabla de correlación entre las variables independientes para identificar condiciones de multicolinealidad, la matriz se presenta en el apartado de resultados. Para la delimitación del área de estudio se partió de la cartografía urbana de la localidad de Aguascalientes para el año 2015. Lo siguiente fue seleccionar el nivel de desagregación, debido a que el INEGI permite obtener información poblacional a nivel de estado, municipio, localidad, AGEB urbana o rural y manzana. Haciendo una recapitulación de los análisis sobre criminalidad y en particular a aquellos referidos al robo se identificó el uso frecuente de las unidades censales (Ackerman, Brantingham, Sánchez y Ferguson). Para la parte de la cartografía digital se emplearon los polígonos digitalizados de: Censo de Población, 2010; DENUE, 2015; Sistema Municipal de Información Estadística y Geográfica del Instituto Municipal de Planeación del Municipio de Aguascalientes, 2017 (Ver tabla 4). El tratamiento de los datos geospaciales se dio en una proyección UTM-13N.

**Tabla 4: Shapefile**

Shape	Descripción	Fuente
Límite Urbano	Resultado de la operación de seleccionar la localidad de Aguascalientes de los polígonos urbanos.	INEGI, 2007
AGEB	Conjunto de las 268 AGEB urbanas que se encuentran dentro del perímetro identificado para la localidad de Aguascalientes.	INEGI, 2009
Municipios	Polígonos correspondientes a los municipios del estado de Aguascalientes.	INEGI, 2009
AGEB datos	AGEB urbanas a las que se agregó la información proveniente de la base de datos.	INEGI, 2009
Manzanas	Polígono de las manzanas urbanas pertenecientes a la localidad de Aguascalientes, con los datos del Censo 2010.	INEGI, 2009

Fuente: Elaboración propia.

El tratamiento de los datos estadísticos y su selección, así como la verificación de los mismos se hizo en la hoja de cálculo Excel 2016. Para el tratamiento de los datos geográficos se empleó el sistema de información geográfica (SIG) ArcMap 10.4. Los *shapefile* una vez seleccionados fueron cargados en el SIG, después reproyectados para su estandarización, debido a la diferencia entre los años presentan una proyección distinta entre ellos.

Los *shapefile* del censo, de la DENUE y del IMPLAN se ajustaron al límite de la localidad urbana correspondiente a la capital del municipio de Aguascalientes. Para el caso de las AGEB urbanas fue necesario seleccionar del conjunto de polígonos urbanos publicados por INEGI aquellas correspondientes al marco geoestadístico nacional del censo de población (Ver Ilustración 3 y 4) . Se eliminaron aquellas AGEB que no contaban con datos estadísticos para disminuir probables distorsiones. Para el modelo cartográfico se utilizará el DENUE para la localización de los diferentes tipos de lugares como: negocios, lugares públicos, escuelas, hospitales, entre otros.

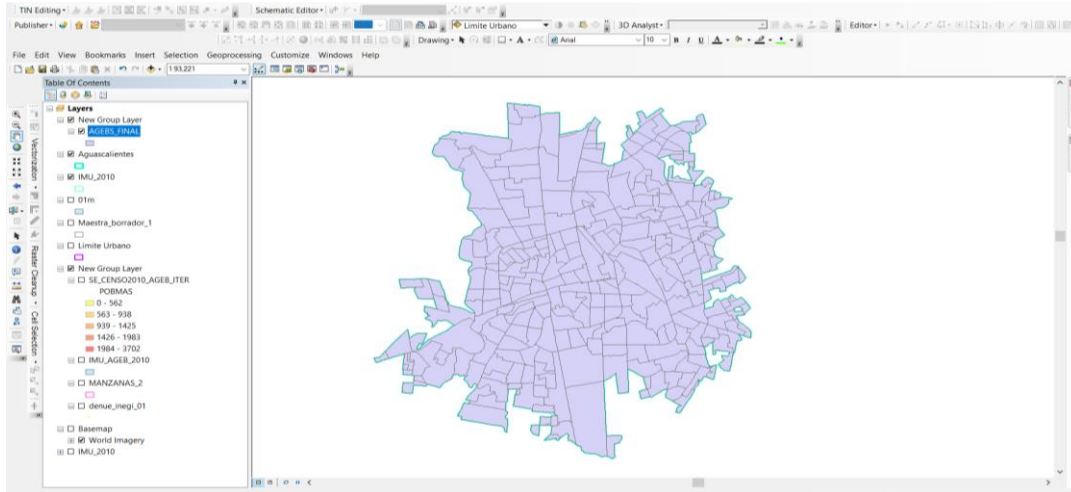


Ilustración 3: Capas en ArcMap.

FID	Shape	FID_1	FID_1_1	FID_1_1_1	CODIGO	CVEGEO	GEOGRAFICO	FECHAEST	GEOMETRIA	MUN	LOC	AGEB	POBTOT	REL_H_M	TOTHOG	VIVTOT	TVIVHAB	TVI
0	Polygon	0			0 LA_6052	0100100013204	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3204	1831	92.33	499	703	500	
1	Polygon	1			1 LA_6052	0100100013721	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3721	2820	94.48	751	1036	751	
2	Polygon	2			2 LA_6052	0100100010657	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	0657	2126	82.8	656	821	673	
3	Polygon	3			3 LA_6052	0100100011528	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	1528	187	85.15	37	40	38	
4	Polygon	4			4 LA_6052	0100100011674	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	1674	1238	100.32	290	332	293	
5	Polygon	5			5 LA_6052	0100100012846	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2846	1951	98.47	410	473	412	
6	Polygon	6			6 LA_6052	0100100014109	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	4109	548	90.94	148	302	149	
7	Polygon	7			7 LA_6052	0100100014081	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	4081	101	90.57	33	97	33	
8	Polygon	8			8 LA_6052	0100100014096	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	4096	59	126.92	18	47	18	
9	Polygon	9			9 LA_6052	0100100012066	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2066	6522	90.65	1572	1802	1575	
10	Polygon	10			10 LA_6052	0100100012032	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2032	2709	95.45	685	824	689	
11	Polygon	11			11 LA_6052	0100100013990	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3990	2572	92.08	655	898	656	
12	Polygon	12			12 LA_6052	0100100010844	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	0844	1749	91.78	520	598	522	
13	Polygon	13			13 LA_6052	0100100010784	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	0784	755	92.11	236	332	236	
14	Polygon	14			14 LA_6052	0100100012047	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2047	1125	82.33	325	391	325	
15	Polygon	15			15 LA_6052	0100100010695	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	0695	1012	73.58	327	459	327	
16	Polygon	16			16 LA_6052	0100100013454	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3454	564	96.52	155	238	158	
17	Polygon	17			17 LA_6052	0100100014024	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	4024	117	95	28	43	29	
18	Polygon	18			18 LA_6052	0100100013986	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3986	986	95.25	312	529	312	
19	Polygon	19			19 LA_6052	0100100013399	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3399	4737	96.15	1113	1343	1113	
20	Polygon	20			20 LA_6052	0100100013011	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3011	5642	94.75	1299	1580	1299	
21	Polygon	21			21 LA_6052	0100100010572	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	0572	2494	82.04	752	1021	756	
22	Polygon	22			22 LA_6052	0100100010430	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	0430	1835	88.01	484	564	485	
23	Polygon	23			23 LA_6052	0100100010553	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	0553	1499	80.17	435	485	435	
24	Polygon	24			24 LA_6052	0100100012009	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2009	3412	91.79	857	983	863	
25	Polygon	25			25 LA_6052	0100100012390	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2390	1398	88.41	365	451	377	
26	Polygon	26			26 LA_6052	0100100013045	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3045	3761	96.6	971	1284	976	
27	Polygon	27			27 LA_6052	0100100013543	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3543	20	150	4	7	4	
28	Polygon	28			28 LA_6052	0100100012812	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2812	5087	98.63	1156	1353	1156	
29	Polygon	29			29 LA_6052	0100100012600	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2600	4918	92.11	1279	1637	1279	
30	Polygon	30			30 LA_6052	0100100013238	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	3238	1315	101.07	288	339	290	
31	Polygon	31			31 LA_6052	010010001305A	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	305A	3100	97.58	804	1059	806	
32	Polygon	32			32 LA_6052	0100100012352	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2352	3777	97.44	809	958	809	
33	Polygon	33			33 LA_6052	0100100012102	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	2102	1232	88.96	377	452	378	
34	Polygon	34			34 LA_6052	0100100011744	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	1744	5407	90.19	1350	1574	1360	
35	Polygon	35			35 LA_6052	0100100010868	OREA GEOESTA	12/2007	1REA	001	0001	10868	1401	89.61	474	551	476	

Ilustración 4: Base de datos. Fuente: Elaboración propia en ArcMap

El tratamiento de los datos se dio a partir de la creación de una base de información que concentra los datos del censo de 2010 a nivel de manzana; del índice de marginación urbana calculado por AGEB por el CONEVAL; la localización como sumatoria de diversas variables identificadas por el IMPLAN del municipio de Aguascalientes; y de los indicadores económicos del DENU, en particular una estimación de empleos a partir del tamaño de las empresas ubicadas en la localidad. Para reunir las variables se sistematizaron en una base de datos los indicadores de: población, economía, marginación, delito (robo), localización de concentradores de población (centros comerciales) y finalmente centralidad económica.

Se realizó un análisis exploratorio por medio del cociente de localización (LQC) que es ampliamente usado en geografía del crimen para identificar patrones espaciales de comportamientos delictivos, básicamente es una medida que proporciona una visión adimensional sobre la delincuencia la cual no es una tasa ni un porcentaje sino una medida relativa (Brantingham,1997 en Sánchez, 2014).

En el apartado de resultados se observa este indicador para los tipos de robo más significativos. Entre los cálculos realizados también se creó una serie de *shapefile* que permitirá representar las variables dependientes contra las independientes. En particular se creó un *shapefile* que contiene información suficiente para ser usado en el programa GeoDa. Se analiza una serie de modelos de variables para evaluar la significancia de cada variable en su aspecto local (Ver tabla 5).

**Tabla 5: Variables Dependientes**

<b>Siglas</b>	<b>Nombre de la variable</b>
ROCAHA	Robo a casa habitación
TOBREC	Objetos recuperados
TOTROB	Otro tipo de robos
ROAUPAR	Robo de autopartes
TOTRONE	Robo a negocio
ROTRAU	Robo a transeúnte
ROTRIND	Robo a transporte individual
ROTPUB	Robo a transporte público
TROTRAP	Robo a autotransporte
TROAUTO	Robo de vehículo

Fuente: elaboración propia.

## Modelo de Pesos Geográficos (GWR)

Con las medidas anteriormente calculadas para toda la ciudad de Aguascalientes, es posible la elaboración de diferentes cálculos sobre la suposición de que la criminalidad está influida por la presencia de una serie de variables sociales. Es importante señalar que ningún modelo puede representar toda la realidad, considerando lo anterior se estima necesario usar modelos ya empleados y que tengan resultados en el contexto mexicano.

Entre las metodologías existentes se da un conjunto de técnicas en particular se observa el método de Monte Carlo, que permite a partir de un modelo de GWR diferenciar entre los datos estacionarios o no estacionarios a lo largo del tiempo (Malczewski, 2005).

Para el cálculo de los modelos de Pesos Geográficos se usa el programa GRW4 y ArcMap para objeto de visualización del modelo. Considerando los parámetros que fueron usados para el centroide de las AGEBS, calculados por medio de la función geometry de ArcMap. Los resultados obtenidos dependen tanto del ancho de banda como del núcleo que se escoge al momento de planear los modelos, en particular para los modelos los cuales son los mismos que se usaron en el programa GeoDa (Malczewski,2005).

Los parámetros para la selección del modelo se realizarón mediante una calibración mediante la estimación de las relaciones entre los riesgos de robo y las características sociales. Los parámetros se estimaron por medio de un método de mínimos cuadrados, debido a que la regresión cuadrática global no distingue a nivel local las diferencias globales.

En el software GWR4 (2011) (Ver Ilustración 5)se calculó los puntos de centroides o puntos de regresión, el modelo fue Gaussiano, las variables dependientes la modalidad de robo, el tipo de Kernel fue Fixed Gaussiano para distancia, el ancho de banda fue Golden. Y el criterio de método de la selección AIC.

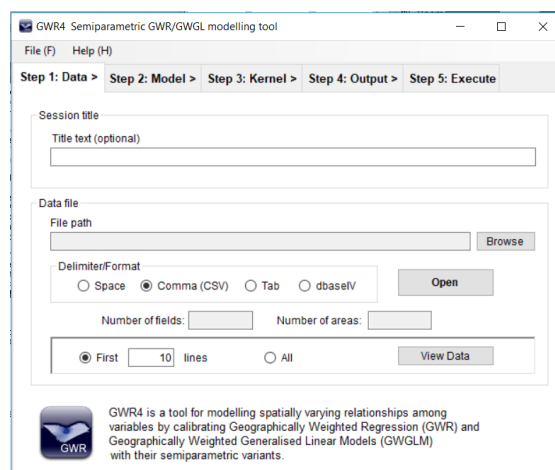


Ilustración 5: WGR4



## **Análisis de redes**

A partir de un conjunto de datos proporcionado por la secretaría de seguridad pública, del Estado de Aguascalientes, se realizó un análisis exploratorio de los datos vectoriales para identificar las concentraciones de puntos de delincuencia, respecto a tipo de robo y fecha en que estos ocurren en las calles de la ciudad, una vez revisado.

Se delimitó el área de estudio a la Zona Metropolitana de la Ciudad de Aguascalientes que corresponde con el municipio de Aguascalientes, ya que ésta es la zona en la que existen mayor número de delitos ocurridos, es así como se generó una capa vectorial de incidencia delictiva, seleccionando y recortando los puntos georreferenciados que estuviesen dentro del polígono de la Ciudad de Aguascalientes, el cual fue tomado el Marco Geoestadístico de INEGI de 2017 (INEGI, 2017). Si bien se filtró en un principio por tres tipos de robo, para que el proceso fuese manejable por una computadora estándar, se puede mencionar que el proceso tuvo un buen resultado en términos de manejo de información siendo posible incluir todas las categorías de tipo de robo siendo a casa habitación, negocios, transeúnte, transportista, autopartes, vehículo, en transporte público, en transporte individual, objetos recuperados y otros. Es así como se mantuvo la información de la tabla de atributos con la que cuenta cada delito cuenta. La red vial que se utilizó se extrajo de Open Street Map (2017), como ya se mencionó el shape se recortó a la Ciudad de Aguascalientes.

Una vez obtenida la red de calles, se edita su topología para mejorar la conectividad de la red. Utilizando el software de ArcCatalog, con la opción "Topology", se determinó buscar determinados tipos de fallas, para luego solucionarlos, a continuación, se presenta las reglas que se estipularon para encontrar errores entre las líneas de la red:

- No debe cruzarse: una línea de una capa no debe superponer líneas de la misma capa, cualquier línea que se superpone es un error, no se realiza ninguna corrección
- No debe colgar: una línea de una capa debe tocar líneas de la misma capa en ambos extremos, cualquier punto final donde la línea no toca otra línea es un error, aquí se aplicó como excepción puesto que al relacionarse con líneas que no tenían nodos se destacaba que eran calles finales, y al ser una red vial que se recortó con el polígono de la Ciudad, en su mayoría los errores se marcaban en dicho recorte.
- No debe superponerse así misma: una característica de línea de una capa no debe cruzarse o solaparse, cualquier línea donde la característica se solapa es un error, no se presenta ningún error por ende no se realizan correcciones.
- No debe interceptarse así misma: una característica de línea de una capa no debe cortarse a sí misma, cualquier línea donde la característica se superpone sola o cualquier punto donde la característica se intercepta es un

error, no se presenta ninguna observación por lo tanto no hay modificaciones en este aparte.

- Debe ser una línea sin divisiones: una característica de línea de una capa no debe tener más de una parte, cualquier característica de línea con más de una parte es un error, se identificaron 184 errores, debido a que las líneas que se encuentran conectadas con polilíneas no poseen ninguna separación, la herramienta entrega la posibilidad de independizar cada línea con la opción denominada “explosionar”, separando las polilíneas en líneas segmentadas.
- No debe interceptar o tocar el interior: una línea que tenga intersección con otras líneas deberá genera nodos o divisiones donde se tocan, sino es así se considera un error, en esta opción se encontró la mayor cantidad de errores y que en procesos anteriores eran los que habían generado problemas al momento de calcular un kernel de densidad por lo cual se recomienda esta regla sea analizada con detenimiento, se presentaron 17,645 errores, siendo resueltos con la opción “dividir”.

### **Selección de herramientas para kernel de densidad**

Posteriormente se realizó una búsqueda de herramientas de análisis de redes tanto en software libre como propietario, en QGIS versión 2.18 y ArcMap 10.2. En QGIS se identificó una herramienta de análisis de redes llamada “v.kernel.vector” desarrollada por Okabe y otros autores (2009), la cual, a partir de una capa de puntos (delitos) y una capa de una red (calles) genera un archivo vectorial de densidad delictiva. Asigna un valor a cada calle de acuerdo con la incidencia delictiva que ocurre en cada una, valores altos significan una alta incidencia de robos y valores bajos una baja incidencia de delitos. La herramienta aún se encuentra en desarrollo presenta errores en sus algoritmos ya que los archivos de salida que se obtienen dan valores de “0” por lo que resulta improbable determinar las calles más relevantes respecto a otras. En cuanto a la incidencia delictiva, se optó por descartarla. De igual manera se estudió la alternativa de generar un kernel en Qgis (denominada mapa de calor), entrega un formato ráster. El objetivo era transformar el ráster a vector y los valores que se habían puesto serían asignados a la red de calles. A continuación, se presentan la configuración que se estaba utilizando:

- Tamaño de la celda no mayor a 1/5 de la escala de la imagen por lo que, 1:50.000 escala 10 metros.
- Radio de búsqueda de 1 km de 564,19 metros
- Unidad de Área kilómetro cuadrado -Enviroments -Processing extent: same as layer suelos o la capa de estudio
- $A = \pi * r^2$        $r = \sqrt{A/\pi}$
- Área de 1 km, radio = 0.56km
- Área de 0.333 km radio = 0.33 km
- Se calcula la densidad de kernel en ArcMap con las especificaciones anteriormente nombradas principalmente escala de 10 y radio de 564.19

(1km) metros, pero también se lo hizo a menor escala a 325.57 metros (0.3 km)

- Se pasa el kernel de densidad de raster a polígono, donde se pueden acotar las zonas de las diferentes concentraciones de robos.
- Se pretende cruzar las zonas con mayor incidencia o kernel, con el fin de dar valores jerárquicos a la red o calles, esto para luego hacerlos cálculos de la aplicación “asignación de localización” de Arcgis con valores de jerarquía y tener mayor relación entre cámara zona de delitos.

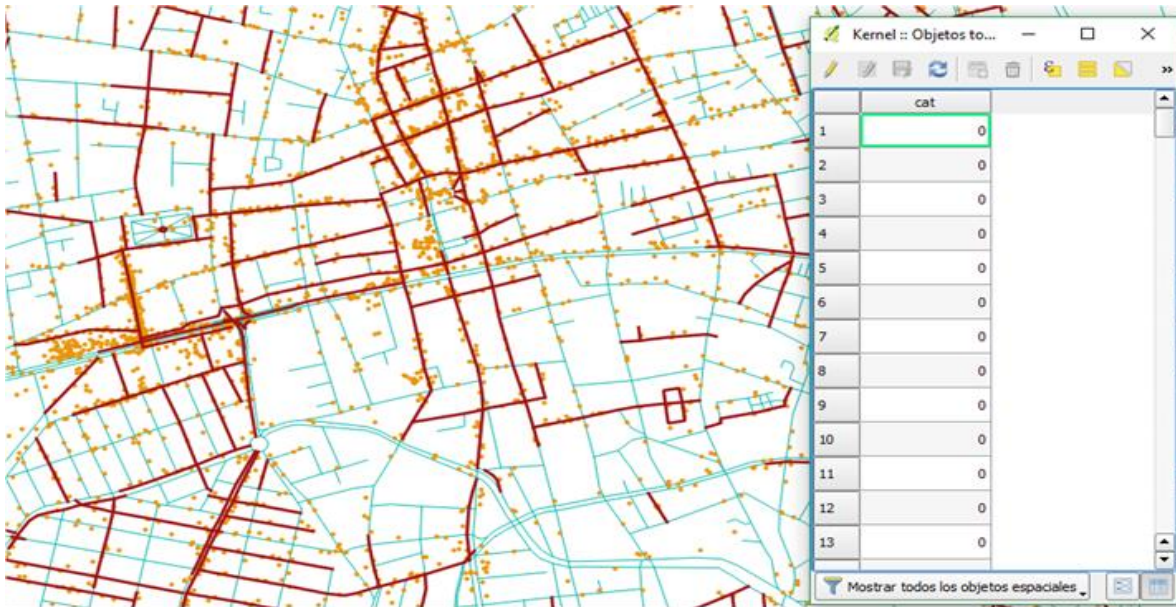


Ilustración 6: Kernel de densidad de las calles de la Ciudad de Aguascalientes, red de calles (azul), ocurrencia delictiva (naranja), kernel (rojo), tabla de atributos del kernel de densidad muestra valores de 0.

## SANET

Por otra parte, utilizando el software ArcMap 10.2 se identificó una herramienta para análisis de redes llamada Spatial Analysis Along Networks (SANET) desarrollada por Okabe y Sugihara (2012), el archivo de instalación es necesario descargarlo del sitio web (<http://sanet.csis.u-tokyo.ac.jp>). La herramienta desarrollada para ArcGIS puede realizar de igual manera un kernel de densidad en redes a partir de dos capas vectoriales (puntos y líneas) por lo que se utilizaron los mismos datos. Por tanto, una vez cargados los archivos la herramienta, automáticamente detecta las capas (calles y delitos), se indica el método de estimación: “división igual continua a nodos” o “división igual discontinua a nodos”. Se define el tamaño de distancia máxima de los puntos a la calle y la distancia de los segmentos de las calles ya que esto determinara el valor dado a la calle.

El tiempo de ejecución del algoritmo dependerá del tamaño de muestra y los valores asignados del bandwidth y cellwidth puede demorarse minutos, horas e incluso días. Una vez termine la ejecución se genera el archivo de salida el cual muestra la red de calles con distintos valores definidos por el número de delitos que en esa calle

ocurren, para la visualización en 3D del archivo e identificar las zonas calientes de la ciudad se utilizó el Software ArcScene donde para hacer la visualización en propiedades > Base Heights escoges custom y el factor; por ejemplo 10, enseguida en Extrusión y se aplica extrusión para la expresión: “using it as a value that Features are extended to”.

### Funcionamiento herramienta SANET

La herramienta entre diferentes funciones de trabajo con las que cumple se encuentra la que se utiliza para el presente proyecto, denominada “Kernel density estimation”.

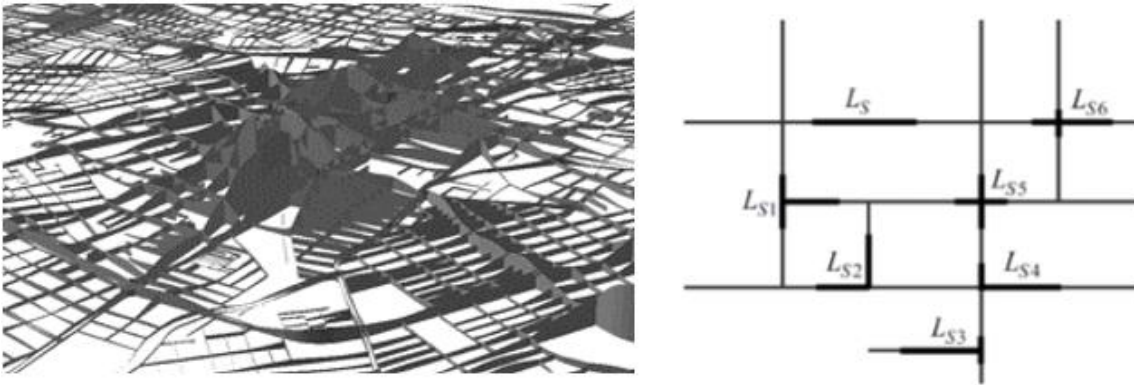


Ilustración 7: Modelo 3D generado en ArcScene para la visualización de zonas con alto grado de delincuencia.

Los autores Okabe, A. y K. Sugihara (2012) describen las diferentes maneras del funcionamiento de la aplicación, entre las partes más destacadas se encuentra que: El cálculo de una probabilidad de densidad mediante un proceso de punto binomial, “el proceso de punto homogéneo, la probabilidad de que un punto sea ubicado en  $L_s$  es igual a que sea sobre  $L$  Si para  $i = 1, \dots, 6$  (los segmentos de línea gruesos) porque  $ILSI = ILSi$  manteniéndose para  $i = 1, \dots, 6$ .” Esto se expresa mediante la ecuación:

$$\Pr[n(L_s) = k] = {}_n C_k \left( \frac{|L_s|}{|\tilde{L}|} \right)^k \left( 1 - \left( \frac{|L_s|}{|\tilde{L}|} \right) \right)^{n-k}$$

Ecuación 10: Okabe, A. y K. Sugihara (2012).

La referencia con el proceso de punto binomial debido a la suposición de un mismo número de eventos o puntos con el mismo número de elementos de  $k$  (siendo el producto entre el número de combinaciones de  $k$  elementos elegidos de  $n$  elementos, con el cociente de la longitud del conjunto de líneas de la red y la longitud de la red elevado a  $k$  por menos uno del cociente de la longitud del conjunto de líneas de la red y la longitud de la red elevado a  $n-k$ ). El proceso de la anterior ecuación es denominado *proceso de punto binomial homogéneo*. Un proceso de

punto binomial con la probabilidad de función no dada es referenciado como un *proceso de punto binomial no homogéneo*.

El tamaño de celda que es la medida que se utiliza para desarrollar la anterior ecuación la cual tiene por objetivo aplicar una hipótesis que manejan los autores y bajo la cual tratan de encontrar la distribución de los puntos sobre la red. Es así como ellos lo explican:

“En el análisis espacial estadístico, una de las hipótesis más fundamentales es que los puntos se generan de acuerdo con el proceso de punto binomial homogéneo, y esta hipótesis se conoce como la hipótesis de CSR. Cuando se rechaza la hipótesis de CSR, a continuación, se examina un proceso de punto binomial no homogéneo, que se especifica mediante una función de densidad de probabilidad no uniforme. Por ejemplo, cuando queremos probar la hipótesis de que los accidentes automovilísticos ocurren en proporción al volumen del tráfico (Sección 1.2.2 en el Capítulo 1), derivamos la función de densidad de probabilidad de una función de densidad de tráfico (una función de campo) sobre una red vial”. Okabe, A. and K. Sugihara (2012) p. 41

Es aquí oportuno mencionar que una de las características más relevantes de la configuración que ofrece la herramienta es determinar el tamaño del ancho de celda, sin embargo, aunque se encuentra en la opción de estimación de kernel de densidad, “el método de recuento de celdas de red no pretende estimar la densidad de puntos, sino más bien probar la hipótesis de aleatoriedad espacial completa (CSR) [...] respecto a la distribución de densidades de celdas de red.” (Okabe, A. and K. Sugihara. 2012 p.175) Se hace necesario probar que un estimador de *kernel* de densidad es imparcial, a lo cual el autor propone determinar mediante la medición de la densidad de probabilidad de manera uniforme definida por la ecuación:

Se hace necesario probar que un estimador de kernel de densidad es imparcial, a lo cual el autor propone determinar mediante la medición de la densidad de probabilidad de manera uniforme definida por la ecuación:

$$f(x) = \frac{1}{|\tilde{L}|} \text{ for } x \in \tilde{L},$$

Ecuación 11: Densidad de probabilidad

“Donde  $|\tilde{L}|$  significa la longitud de esta función de probabilidad de densidad se denomina la distribución uniforme.” (Okabe, A. and K. Sugihara 2012, p. 41)

La primera razón que entrega para la utilización de una función que estime la probabilidad de manera uniforme es porque implica la aplicación de la hipótesis CSR, que la aplica en la primera fase del análisis espacial, adicionalmente menciona el texto de Okabe, A. and K. Sugihara (2012) que todas las funciones que se establecen para determinar la probabilidad en una red se pueden cambiar a funciones de densidad uniforme, con la hipótesis ya establecida como *Complete*

*Spatial Randomness (CSR)*. A continuación, se muestra el diseño de una red y los elementos bajo los cuales la herramienta SANET calcula la densidad de kernel (Ver Ilustración 6).

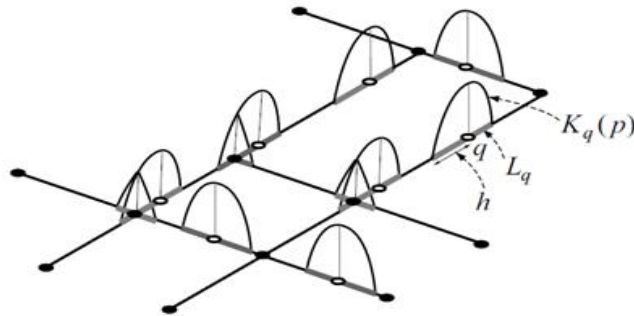


Ilustración 6: Funciones del Kernel de densidad sobre una red establecida en un plano (el kernel empleado se indica por los segmentos grises de líneas gruesas)" Tomada de Okabe, A. and K. Sugihara (2012: 178).

$$K_q(p) \begin{cases} \geq 0 & \text{for } p \in L_q, \\ = 0 & \text{for } p \in \tilde{L} \setminus L_q, \end{cases}$$

$$\int_{p \in L_q} K_q(p) dp = 1,$$

Ilustración 7: Restricciones función  $K_q(p)$ , tomada de Okabe, A. and K. Sugihara (2012: 178)

En una red no dirigida con un punto aleatorio  $q$  se construye una subred  $L_q$ , es así como se estima que la distancia más corta entre cualquier punto en la subred es menor o igual que  $h$ , el cual representa el ancho del buffer de búsqueda. Todo esto se representa en la función  $K_q(p)$ . La función que construye el mapa de kernel de densidad se elabora mediante la siguiente función.

Donde  $\tilde{L} / L_q$  es el complemento de  $L_q$  con respecto a  $\tilde{L}$ ,  $dp$  es el operador de integración que indica simbólicamente un segmento de línea infinitesimal alrededor de  $p$  en la red  $\tilde{L}$ , y la integral sobre  $p \in L_q$  es la integración de  $K_q(p) dp$  a lo largo de la línea segmentos de  $L_q$  (es decir una integral unidimensional). Refiriéndose a  $K_q(p)$  como una función de densidad de kernel de red en  $q$  o función de red KD, en resumen,  $q$  como el centro del kernel de  $K_q(p)$ ,  $L_q$  como el kernel de  $K_q(p)$  y  $h$  como ancho de banda (Okabe, A. and K. Sugihara 2012:178).



### Proceso de kernel de densidad por división igual discontinua

$$K_q(p) = \begin{cases} \frac{k(d_S(q,p))}{(n_{i1}-1)(n_{i2}-1) \cdots (n_{ik-1}-1)} & \text{for } d_S(q, v_{ik-1}) \leq d_S(q,p) < d_S(q, v_{ik}), \\ 0 & \text{for } d_S(q,p) \geq h, \end{cases} \quad k = 1, \dots, m, \quad (9.8)$$

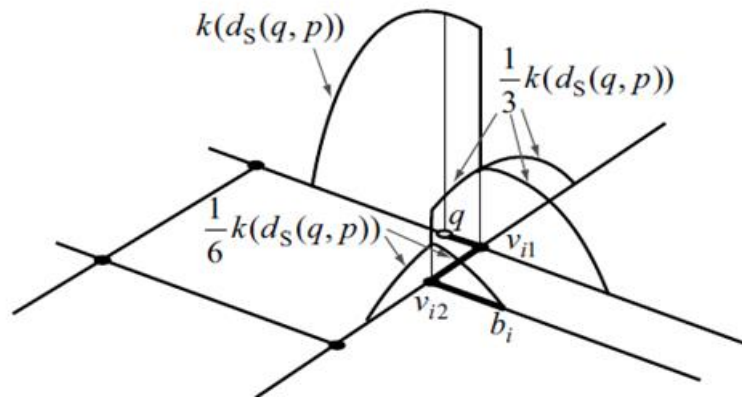


Ilustración 8: Función kernel de densidad por división igual discontinua centrado a q donde  $k(ds(q,p))$  es una base de la función de kernel de densidad (el camino más corto de q a  $b_i$ ,  $s(q, b_i)$ , es indicado por el segmento de negro). Tomada de Okabe, A. and K. Sugihara

Dentro del cálculo de kernel de densidad se presentan dos maneras de su estimación, la presente es denominada discontinua, aquí se muestra la ecuación y gráfica que genera:

- $K_q(p)$  hace referencia a la función que se realiza por el kernel de densidad.
- $ds$  es la distancia del camino más corto desde q (siendo q el punto sobre el cual se mide el ancho de banda) a p (siendo p un punto aleatorio que se estimará en la función  $K_q(p)$ )
- $v$  conjunto de nodos que se encuentran en el camino de q y p.
- $n$  hace referencia al grado del nodo, dicho grado expresa el número de conexiones que posee el nodo yendo de grado 1, 2 e igual o mayor a 3.

## Proceso de kernel de densidad por división igual continua

A continuación, se presenta la función de la forma de calcular un kernel de densidad de manera continua, se cuenta con la misma descripción de los símbolos que se creó para la función de kernel discontinua (Ver Ilustración 9).

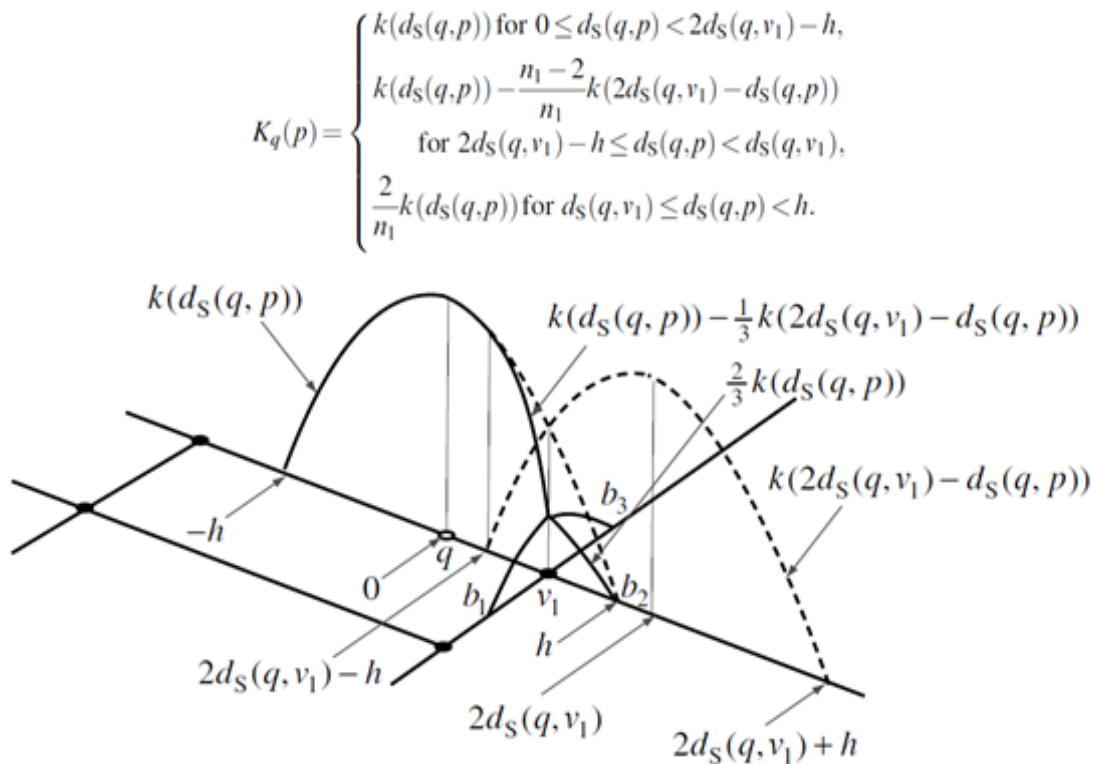


Ilustración 9: Función del kernel de densidad por división igual discontinua centrado en  $q$ , donde  $k(d_S(q,p))$  es una base de la función del kernel de densidad." Tomada de Okabe, A. and K. Sugihara (2012).

Se puede destacar en este caso que se presentan tres condiciones en la función y son estas las representadas en la ilustración. El kernel de densidad se desarrolla sin la búsqueda del camino más corto, se desarrolla sin interrupciones para el cálculo de la medida de  $h$  (ancho de banda o bandwidth).

Adicionalmente se menciona en el texto de Okabe, A. y K. Sugihara (2012), que

“las ventajas de esta función KD son que es continuo y un estimador imparcial, pero una de las pocas desventajas es su exigente tiempo de cálculo” el concepto de imparcial se podrá mostrar con los ejemplos que se desarrollaron para la elección del mejor modelo de función para el presente proyecto”.



## Prueba SANET; Elección del método y configuración para la medición del Kernel de densidad.

A continuación, se puede observar como en las mismas condiciones de densidad de puntos y de red de calles, la herramienta SANET estima de manera diferente la densidad de puntos. Debido al tipo de configuración se puede realizar de manera continua o discontinua, la configuración es bandwidth 300 y cellwidth 30 (Ver Ilustración 10). Se destacan las siguientes observaciones:

- El número de divisiones de las calles son las mismas, así como el mínimo y el máximo posible de densidad de delitos por segmento, que es de 0 y 350.71145.
- La estimación de delitos por segmento es diferente, en la configuración “kernel de densidad por división igual discontinua” hay una tendencia a clasificar más segmentos con una mayor densidad de delitos, lo que genera más hotspot en la red de calles, tomando como punto de partida que se elige las calles con densidad de puntos mayor a una desviación estándar para el caso 1 de kernel discontinuo se estima que el promedio de delitos con dicha desviación es de 57.72349 por lo tanto se eligen los segmentos que posean igual o mayor a ese valor y para el caso 2.
- Con el kernel continuo se presenta que, con 1 desviación estándar por encima de la media, la cantidad de delitos es de 55.46308 siendo así que se eligen los que sean igual o superior a ese valor. Para el caso 1 con kernel discontinuo se presenta un número total de 682 segmentos a diferencia de la configuración de “kernel de densidad por división igual continua” que tiene para el mismo ejemplo de delitos un total de 567 segmentos. A continuación, se puede distinguir que para el caso 1 se tendría un mayor número de calles elegidas que para el caso 2, seguido de la imagen se presentará un análisis de dicha diferencia.



Ilustración 10: Comparación segmentos seleccionados por encima de una desviación estándar, kernel continuo a la izquierda y kernel discontinuo a la derecha.

La diferencia entre el número de segmentos mayor del caso 1 al caso 2 se destaca que se genera mediante un cálculo particular para cada caso. Mediante la siguiente imagen, se podrá identificar que el método discontinuo para los mismos puntos genera una estimación mayor, es decir, para la misma calle toman en cuenta un mayor número de delitos que claramente ya se encuentran calculados. A diferencia del método continuo donde se hace el cálculo de los delitos que tiene a su cercanía. El cálculo por ende de kernel discontinuo, genera un sesgo que genera un conteo de puntos que ya se han contabilizado (Ver Ilustración 11).

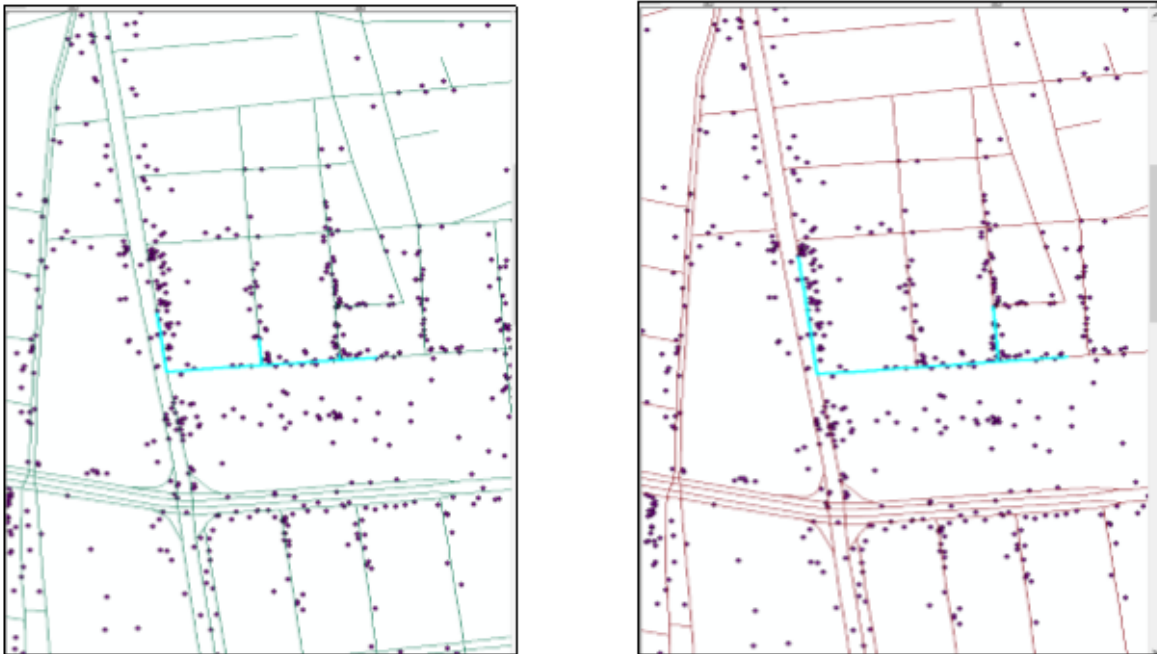


Ilustración 11: Calculo de densidad para kernel continuo a la izquierda y discontinuo a la derecha

Frente a esta caracterización de los tipos continuo y discontinuo, se toma que el mejor tipo de configuración de kernel de la aplicación SANET para el presente estudio es kernel de densidad por división igual continua.

### **Selección de ancho de banda y celda para SANET**

El autor de la herramienta sugiere dos maneras para escatimar la densidad de puntos: En primer lugar, menciona que a partir del ancho de banda se calcule la décima parte del ancho de celda, es decir, si en bandwidth se toma 350 para cellwidth se dará 35. La siguiente sugerencia es el número para cada categoría se considera que para un mejor cálculo de densidad de puntos se debería tomar un bandwidth de 200 y un cellwidth de 20. A continuación, se realizará la comparación de tres tipos de casos, donde se modifica los anchos de banda y de celda, con el fin de elegir el que mejor exactitud ofrezca en términos de cálculo. Se mantiene el tipo continuo y se eligen los promedios de delitos que se encuentren por encima de una desviación estándar

- Caso 1: bandwidth de 100 y un cellwidth de 10.
- Caso 2: bandwidth de 200 y un cellwidth de 20.
- Caso 3: bandwidth de 300 y un cellwidth de 30.

### Desviación estándar de la columna Average (promedio de puntos por segmento de calle)

Caso 1: Desviación estándar 14.59589, media 7.238868, una desviación estándar por encima de la media 21.834759. De 18,800 segmentos realizados por la herramienta SANET para el recorte de la red de calles de la Ciudad de Aguascalientes. Se filtró la tabla de atributos, a partir de la columna de promedio, eligiendo los segmentos que estuviesen por encima de una desviación estándar para lo cual se presenta un total de 1,053 segmento. (Ver Ilustración 12).

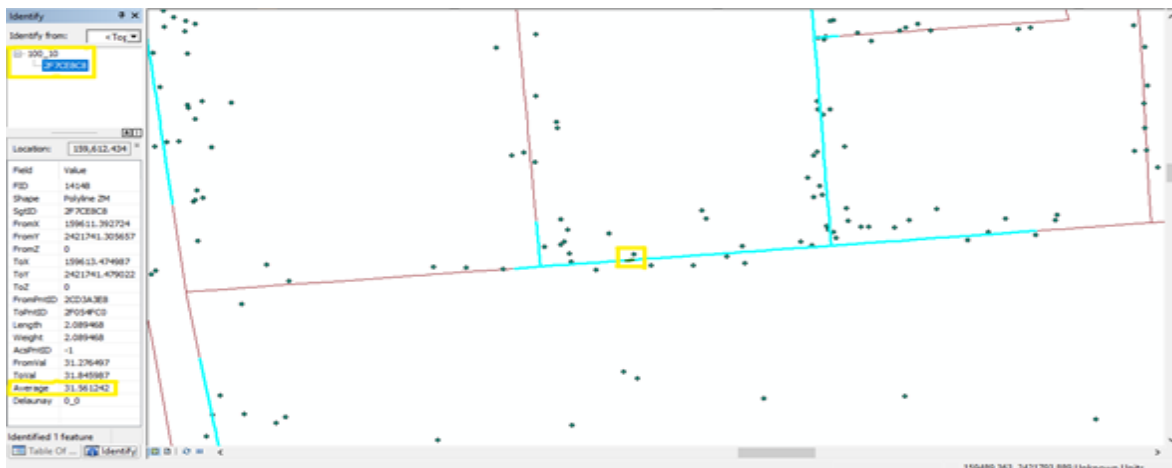


Ilustración 12: Caso 1, promedio de 31 delitos para el segmento subrayado en la red.

Caso 2: Desviación estándar 25.275685, media 14.668066, una desviación estándar por encima de la media 39.943751. En cuanto a la segunda opción de segmentos filtrados por encima de una desviación estándar se encuentra un total de 697 segmentos.

Caso 3: Desviación estándar 33.962521, media 21.500559, una desviación estándar por encima de la media 55.46308. Para este último caso se obtiene con las mismas características de desviación estándar 567 segmentos en total.

Como se podrá observar la densidad de puntos es variable según la configuración de ancho de banda (bandwidth) o ancho de celda (cellwidth) claramente el incremento es proporcional, se tomaron tres configuraciones una por encima de la recomendada por el autor y la otra por debajo. La sugerida es de 200 bandwidth y 20 cellwidth. Visualmente se confirma que al incrementar el ancho de banda se incrementa el número de delitos promedio, sin embargo, eso nos deja una conclusión y es que para el caso de un ancho de banda de 300 y un ancho de celda de 30 denominado en la imagen “300\_30”, a mayor ancho de banda (bandwidth), mayor cantidad de puntos percibidos por un segmento de la red, en el caso 1,

denominado como “100\_10” a ser menor el ancho de banda será mucho menor la detección de puntos cerca de la red, incluso llega a ser aproximadamente en las mismas condiciones la mitad. Por lo tanto, una configuración muy alta en ancho de banda y de celda generará un conteo más amplio en la red lo que implica que se contabilicen puntos que ya detectó otra red. A diferencia de si se establece un ancho de banda muy pequeño donde no se podrá detectar los puntos que se encuentran alejados de la red, que claramente afectará el resultado. Se considera apropiado tomar la sugerencia del autor de mantener un punto intermedio, con un ancho de banda de 200 y un ancho de celda de 20 donde no tome puntos muy alejados de su lugar ni que tampoco se pueda detectar los que se encuentran fuera de la red o calle (Ver Ilustración 13).

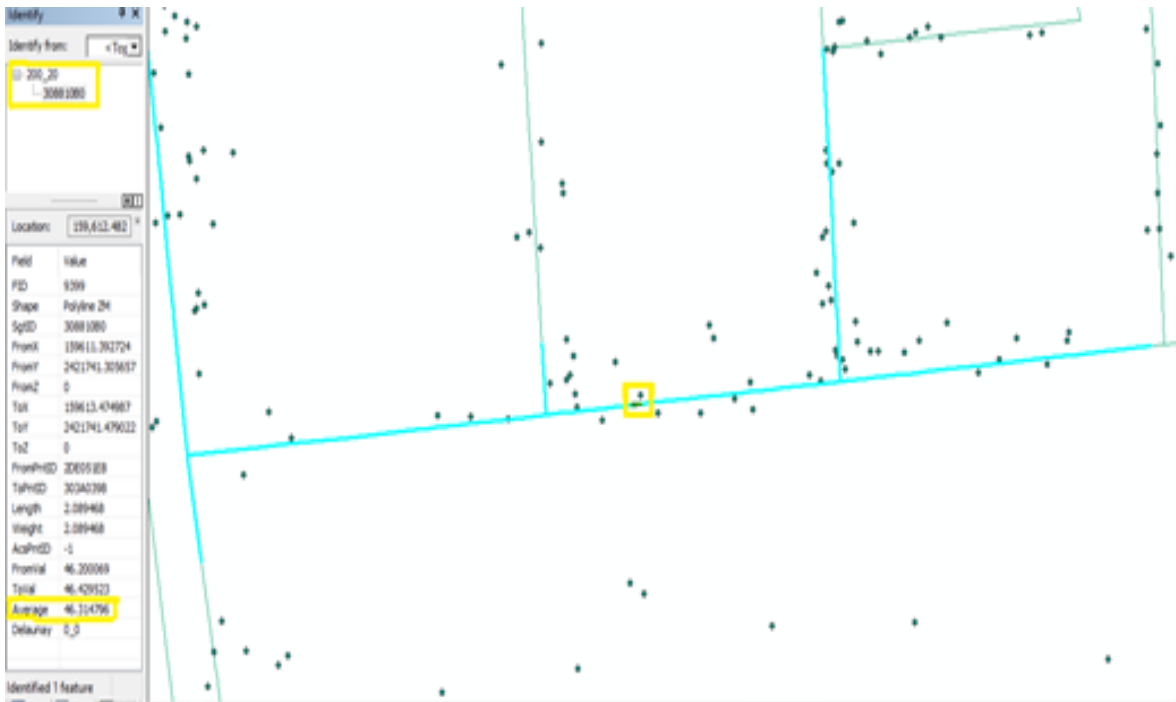


Ilustración 13: Caso 2, promedio de 46 delitos para el segmento subrayado en la red.

Asignación de Localización (Location-allocation): Herramienta para filtrar y seleccionar la ubicación de cámaras.

Se realizó la desviación estándar para la columna promedio donde se extrajeron aquellos segmentos cuya desviación estándar estuviera por arriba de 1, resultando de un nuevo archivo vectorial con los datos de mayor incidencia delictiva. Para la obtención de los nodos de las intersecciones de la red vial se utilizó ArcCatalog donde se creó un geodatabase y dentro de este un geodataset donde se agregó la capa red vial donde se generó un network dataset para crear la capa de nodos con las siguientes especificaciones:

Sources:  
Edge Sources:  
calles\_recorte

Connectivity:  
Group 1:  
Edge Connectivity:  
calles\_recorte (Any Vertex)

Elevation Model: None

Attributes:  
Oneway:  
Usage Type: Restriction  
Data Type: Boolean  
Units Type: Unknown  
Use by Default: True  
Parameters:  
Restriction Usage (Double) = Prohibited  
Source Attribute Evaluators:  
calles\_recorte (From-To): Field  
Language: VBScript  
Prelogic:  
restricted = False  
Select Case UCase([oneway])  
Case "N", "TF", "T": restricted = True  
End Select  
Expression: restricted  
calles\_recorte (To-From): Field  
Language: VBScript  
Prelogic:  
restricted = False  
Select Case UCase([oneway])  
Case "N", "FT", "F": restricted = True

End Select  
Expression: restricted  
Default Attribute Evaluators:  
Default Edges: Constant = Ignore Restriction  
Default Junctions: Constant = Ignore  
Restriction  
Length:  
Usage Type: Cost  
Data Type: Double  
Units Type: Meters  
Use by Default: True  
Source Attribute Evaluators:  
calles\_recorte (From-To): Field  
Language: VBScript  
Expression: [Shape]  
calles\_recorte (To-From): Field  
Language: VBScript  
Expression: [Shape]  
Default Attribute Evaluators:  
Default Edges: Constant = 0  
Default Junctions: Constant = 0

Directions:  
Directions Ready: Yes  
General Directions:  
Display Length Units: Meters  
Length Attribute: Length  
Source Directions:  
calles\_recorte:  
Street Name Fields:  
Primary:  
Name: name

Una vez obtenidos estos dos archivos se hizo un recorte a la capa de nodos a partir de la capa de los segmentos de las calles con alta incidencia delictiva. Presentando así la estimación de los lugares (nodos) con mayor concentración de delincuencia, de entre toda la red de calles de la Ciudad de Aguascalientes. Posteriormente será el insumo para la utilización de la siguiente herramienta, donde los nodos recortados servirán como candidatos para ser elegidos para la localización de las cámaras. De acuerdo con el número necesario de cámaras, la impedancia en longitud de visualización y la mayor cobertura permitida de puntos de delincuencia serán los lugares ideales para la instalación de cámaras de vigilancia o los puntos de monitoreo inteligente (SEGOB, 2016).

Las características de software y hardware de las computadoras con las que se trabajó y que generaron todo el procedimiento son las siguientes.: Procesador Intel (R) Xeon (R) CPU ES-2620 0 @ 2.000 GHz 2.00 GHz; Memoria RAM de 8 GB y Sistema operativo de 64 bits, con un procesador x64.

## RESULTADOS

### Variables socioeconómicas

En el análisis espacial los indicadores QLC permiten observar el comportamiento de los patrones delictivos, es propuesto por Brantingham (1997). En los mapas se observa cómo los robos a casa habitación se dan en las colonias de la periferia urbana, los robos de automóvil en el centro de la ciudad mientras que los de transeúnte en el centro y al norte. Se presenta el cruce de información de las variables con respecto a su correlación. Se observa que las que destacan en este sentido son: Índice de Marginación con grado de escolaridad. Se advierte el resultado de la construcción de una matriz de correlación entre las variables (Ver tabla 5), se tienen indicadores que describen condiciones de desplazamiento social, variables tales como la marginación urbana permiten tener una apreciación sobre las condiciones generales de desarrollo a nivel de AGEB urbana. Se comparan las variables propuestas por Sánchez y calculadas para la Ciudad de Aguascalientes, en paréntesis los valores de significancia (Ver Tabla 6).

**Tabla 6: Matriz de correlación**

	IMU	DPOB	TDES	GESC	DF	PJOV	GC	IEDU
<b>DPOB</b>	-0.04 (0.18)	1.00						
<b>TDES</b>	0.50 (0)	-0.11 (-0.18)	1.00					
<b>GESC</b>	-0.85 (-1.65)	0.06 (-0.18)	-0.45 (0)	1.00				
<b>DF</b>	0.14 (-0.18)	0.10 (-0.19)	0.27 (0)	0.29 (0)	1.00			
<b>PJOV</b>	-0.45 (0)	0.00 (-0.09)	0.05 (0)	0.61 (0)	0.69 (0)	1.00		
<b>GC</b>	0.08 (-0.01)	-0.01 (-0.18)	-0.15 (0)	-0.07 (0)	-0.14 (-0.04)	-0.30 (0)	1.00	
<b>IEDU</b>	-0.16 (0)	-0.07 (-0.18)	0.03 (0)	0.24 (0)	0.37 (0)	0.33 (0)	-0.01 (-0.8)	1.00
<b>CEN_COM</b>		-0.02 (-0.13)	-0.09 (0)	0.22 (0)	0.13 (0)	0.17 (0)	0.05 (-0.03)	0.18 (0)

Fuente: elaboración propia.

El robo de vehículos es una de las clases de robo más recurrente en Aguascalientes, es una de las formas de robo menos estudiadas a pesar del enorme impacto económico que representa para el afectado (Vilalta, 2011). Se realizó un modelo de MCO de acuerdo con las variables propuestas por Sánchez (2015, 117). El resultado señala una  $R^2$  de 0.48 y una  $R^2$  ajustada de 0.48 (Ver tabla 7).

**Tabla 7: Modelo MCO para robo de vehículo**

Variable	Coefficiente	SD	Valor T	Probabilidad
VEHÍCULO	2.14	0.40	-5.35	0.00
Densidad de Población	0.00	0.00	-4.71	0.00
Grado de Centralidad	0.03	0.00	12.04	0.00
Población Joven	0.05	0.01	6.57	0.00
Grado de Escolaridad	0.00	0.00	0.08	0.94
R <sup>2</sup>	0.49			
R <sup>2</sup> ajustada	0.48	I de Moran	0.24	
AIC	662.75			
Residuos	166.77			
Sigma	0.63	Valor	Pro	
Koenker: Bassett Test		20.43	0.00	
Jarque-Bera		14.31	0.00	
Estadístico F		0.00		

Fuente: elaboración propia en Geoda

Considerando el robo a transeúnte se calculó el modelo MCO explicativo, como se puede observar la R<sup>2</sup> de 0.45 y la R<sup>2</sup> ajustada de 0.44 explican poco más del 40% de los casos para las variables de densidad de población, centralidad económica, tasa de desempleo y ubicación de centros comerciales (Ver tabla 8).

**Tabla 8: Modelo MCO para robo a transeúnte**

Variable	Coefficiente	SD	Valor T	Probabilidad
Transeúnte	4.68	0.12	40.16	0.00
Densidad de Población	-0.01	0.00	-6.70	0.00
Grado de Centralidad	0.02	0.00	8.93	0.00
Tasa de Desempleo	-0.03	0.02	-1.58	0.12
Centros comerciales	0.46	0.11	4.08	0.00
R <sup>2</sup>	0.45			
R <sup>2</sup> ajustada	0.45	I de Moran	0.30	
AIC	621.08			
Residuos	152.71			
Sigma	0.57	Valor	Pro	
Koenker:Bassett Test		5.75	0.22	
Jarque-Bera		1816.40	0.00	
Estadístico F	54.73			

Fuente: elaboración propia en Geoda.

Finalmente, se corrió en el programa GeoDa un modelo MCO para explicar el robo en todas sus modalidades. Se obtuvo una  $R^2$  de 0.63 y una  $R^2$  ajustada de 0.62. Las variables que se emplearon fueron densidad de población, grado de centralidad, porcentaje de población joven y desintegración familiar (Ver tabla 9).

**Tabla 9: Modelo MCO para robo total**

Variable	Coefficiente	SD	Valor T	Probabilidad
Robo total	-1.38	-0.41	3.35	0.00
Densidad de Población	-0.01	0.00	-6.90	0.00
Grado de Centralidad	0.03	0.00	12.10	0.00
Población Joven	0.04	0.01	5.78	0.00
Desintegración Familiar	4.99	0.84	5.96	0.00
$R^2$	0.62			
$R^2$ ajustada	0.62			
AIC	625.94	I de Moran	0.12	
Residuos	155.49			
Sigma	0.58	Valor	Prob	
Koenker: Bassett Test		10.16	0.04	
Jarque-Bera		219.32	0.00	
Estadístico F	108.89	108.89		

Fuente: elaboración propia en Geoda

Un aspecto importante que resaltar es el que cada una de las modalidades del robo presenta un diferente patrón espacial de acuerdo con la siguiente serie de ilustraciones. Se calculó el indicador de localización de crimen propuesto por Brantingham el cual fue descrito en el apartado anterior. Cabe resaltar que como todo estadístico tiene sus limitantes al ser interpretado debido a que puede sobre representar en casos extremos la presencia de la delincuencia. Se hace notar que los datos presentados muestran la totalidad de los años comprendidos entre 2011 y 2016 como totales por AGEB, para el año 2017 no se contaba con la suma total anual por lo que no fue considerado.

*Robo a casa habitación:* Se observa que en el total de robos a casa habitación los incidentes se dieron en la periferia de la ciudad y el coeficiente de localización muestra que éste se da en las orillas de la ciudad. *Robo de vehículo:* Por total se observa que existe una concentración al centro de la ciudad y en la periferia no se observan demasiados incidentes, mientras que el QLC muestra una incidencia relativa al centro de la ciudad. *Robo a transeúnte:* Se observa una centralidad del fenómeno en la AGEB correspondiente al centro histórico. *Robo a negocio:* Se observa un patrón que cruza a la ciudad de norte a sur (Ver Ilustraciones 14-21).



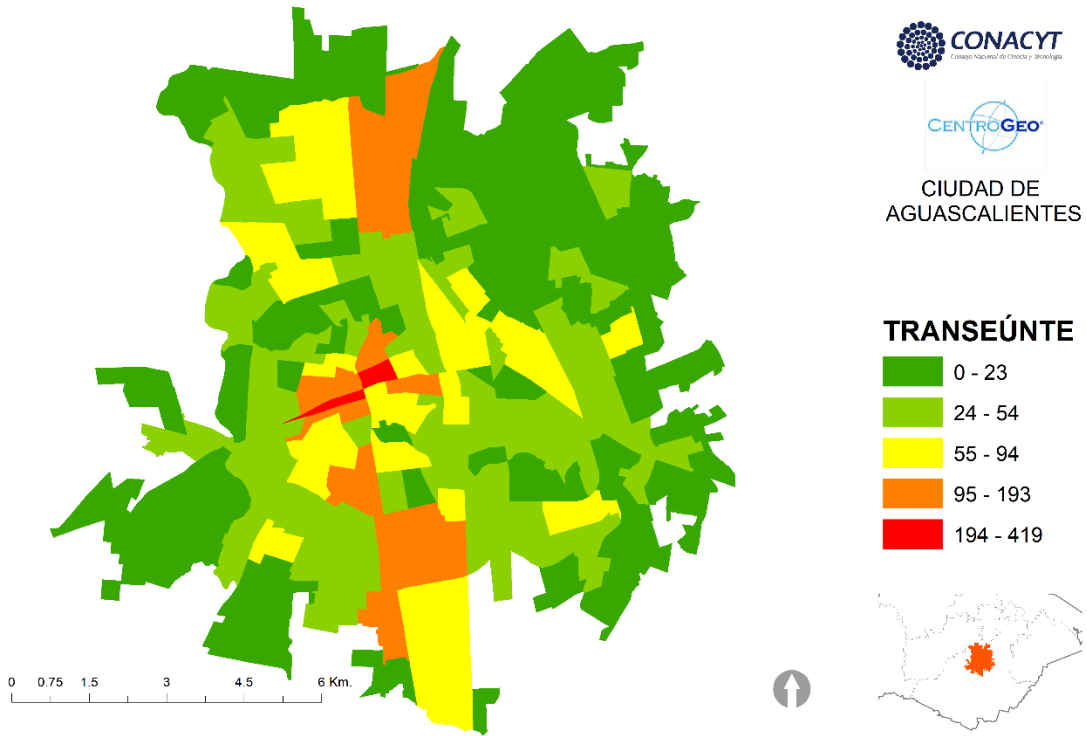


Ilustración 14: Robo total a transeúnte.

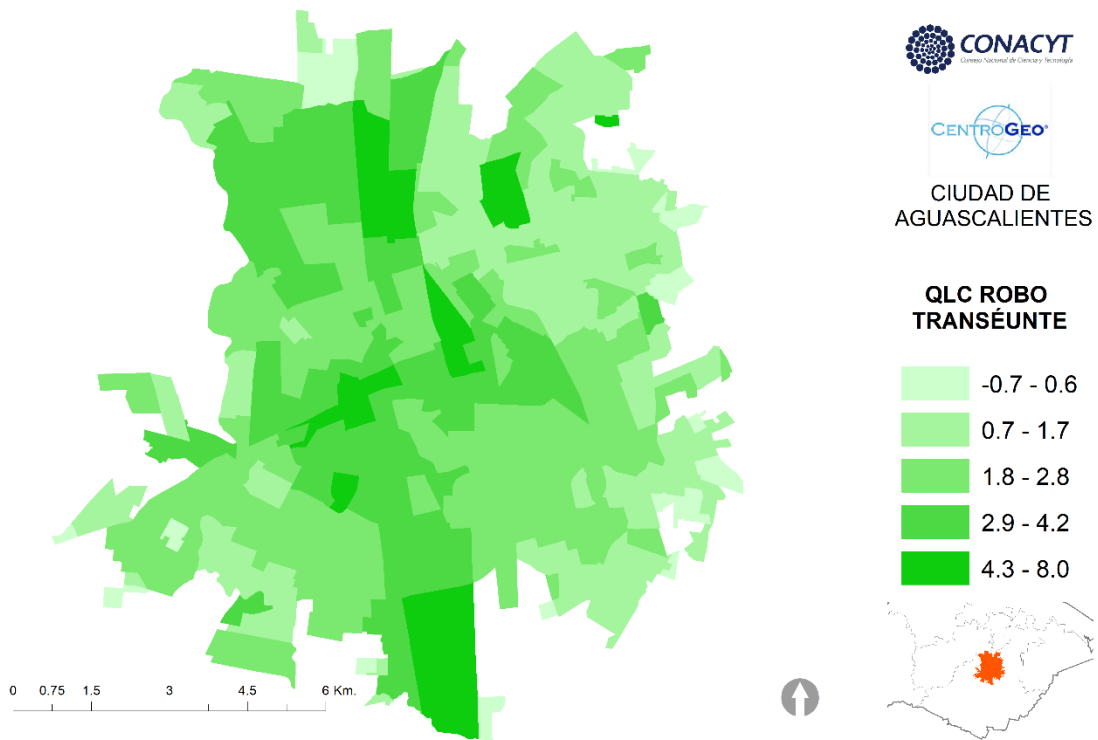


Ilustración 15: QLC de robo a transeúnte.

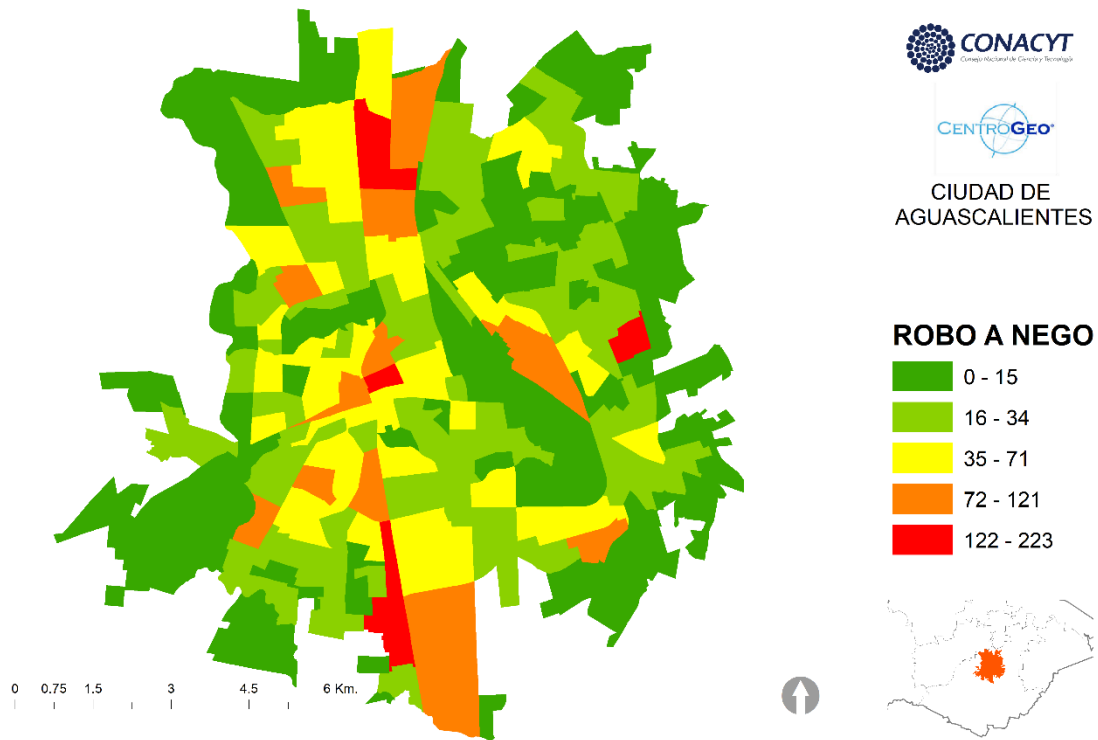


Ilustración 16: Robo total a negocio 2011-2016.

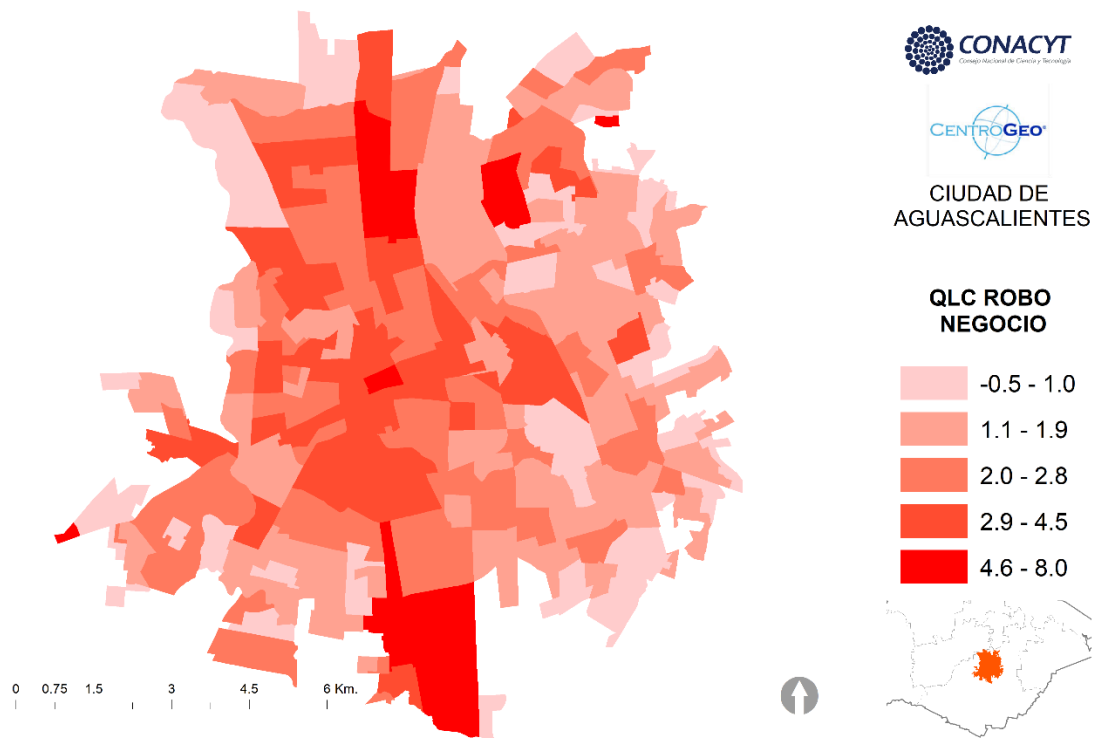


Ilustración 17: QLC de robo a negocio 2011-2016.

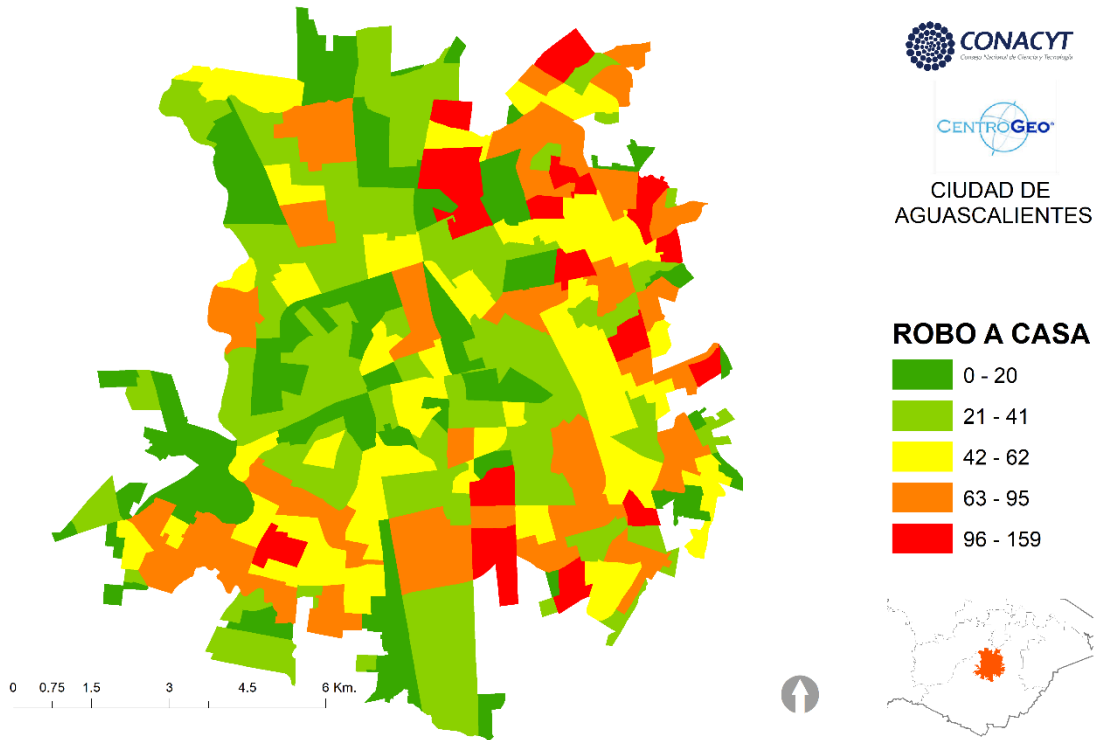


Ilustración 18: Robo total a casa 2011-2016.

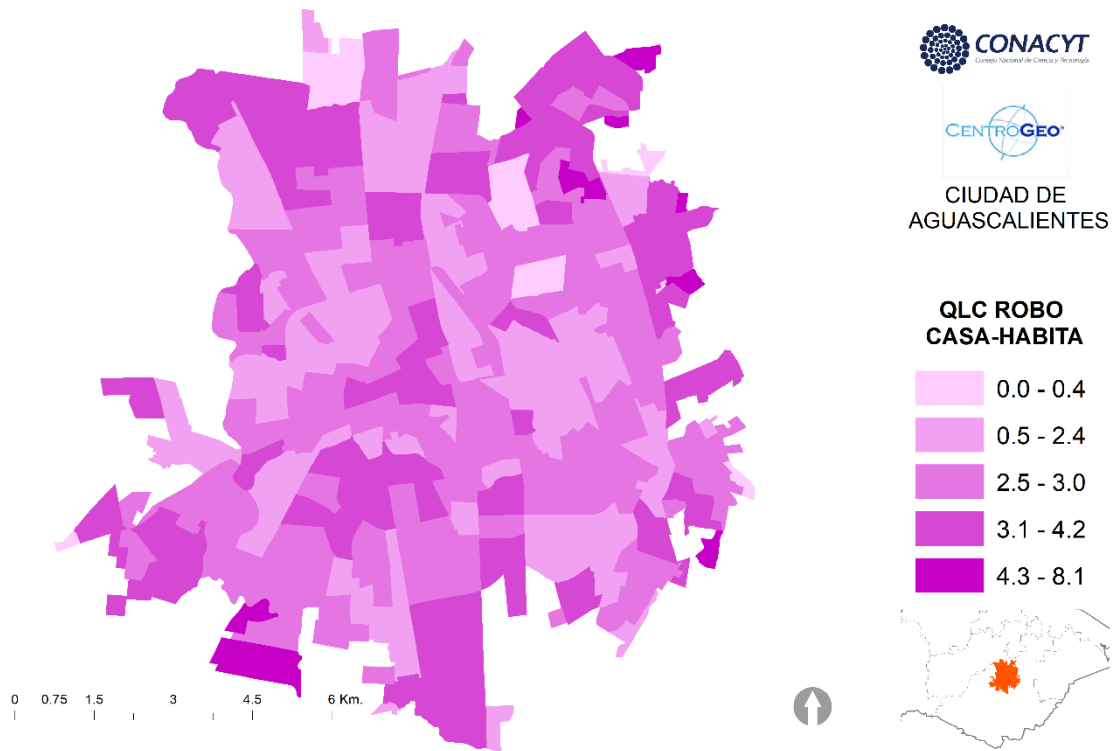


Ilustración 19: QLC de robo a casa-habitación 2011-2016.

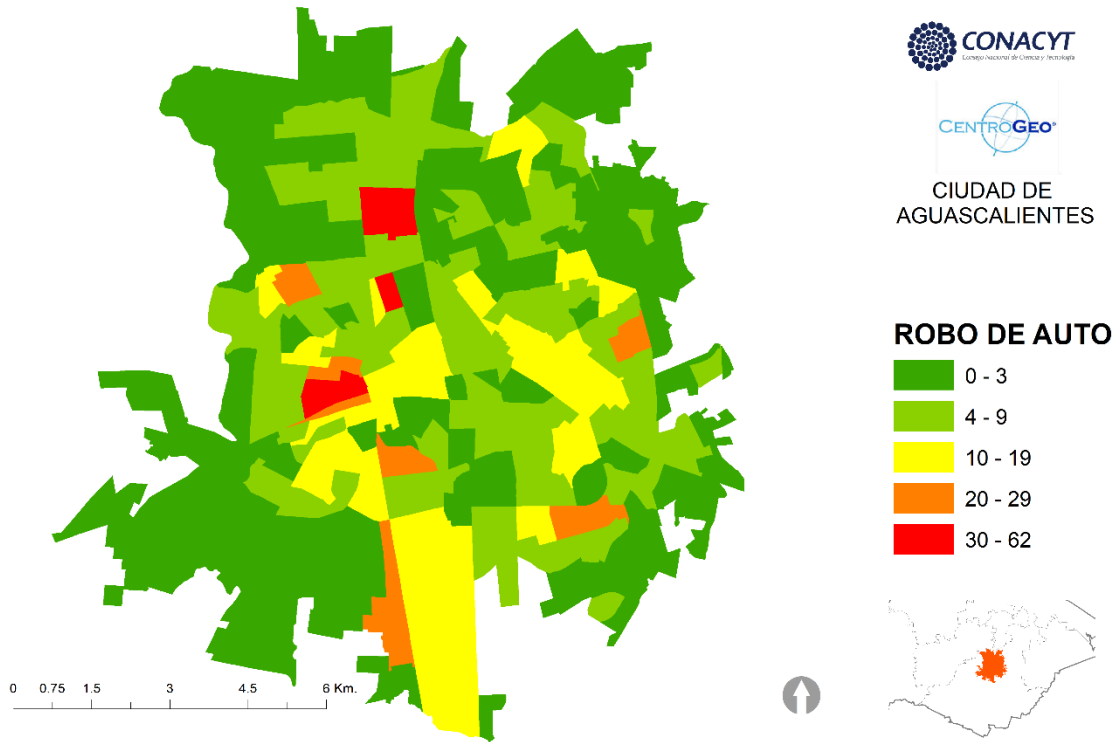


Ilustración 20: Robo de automóvil 2011-2016.

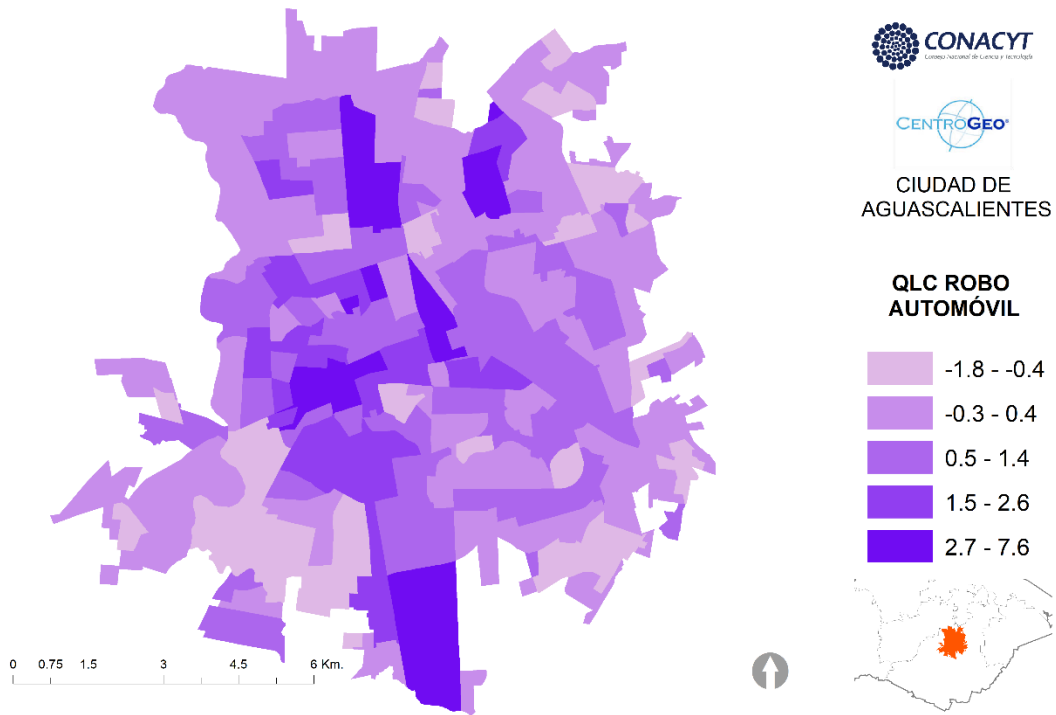


Ilustración 21: QLC de robo de automóvil 2011-2016.

A partir de los modelos econométricos descritos en apartados anteriores se observa el diferente comportamiento de cada uno de ellos, en términos generales, se representan algunos de los modelos más representativos. Robo a transeúnte, robo de automóvil y robo total se obtuvieron 6 modelos. Al ser comparados con los generados a partir del software Geoda y GWR4 se obtienen 2 modelos por cada variable. En el caso de la variable Robo de Automóvil se observa que el primer modelo de MCO tiene una mejor explicación de las variables a explicar, por otra parte, se observa que existe tres áreas en las que el modelo GWR explica mejor la variable. Los valores más altos indican que la variable tiene una mayor influencia en el área de estudio.

**Tabla 10: Modelo MCO y GWR de Robo de Automóvil**

Modelos	Automóvil	
	Modelo: 1 MCO	Modelo 2: GWR
R <sup>2</sup>	0.49	0.442739
R <sup>2</sup> ajustada	0.48	0.432264
AIC	662.75	672.928786
Residuos	166.77	180.875734
Sigma	0.63	0.815466

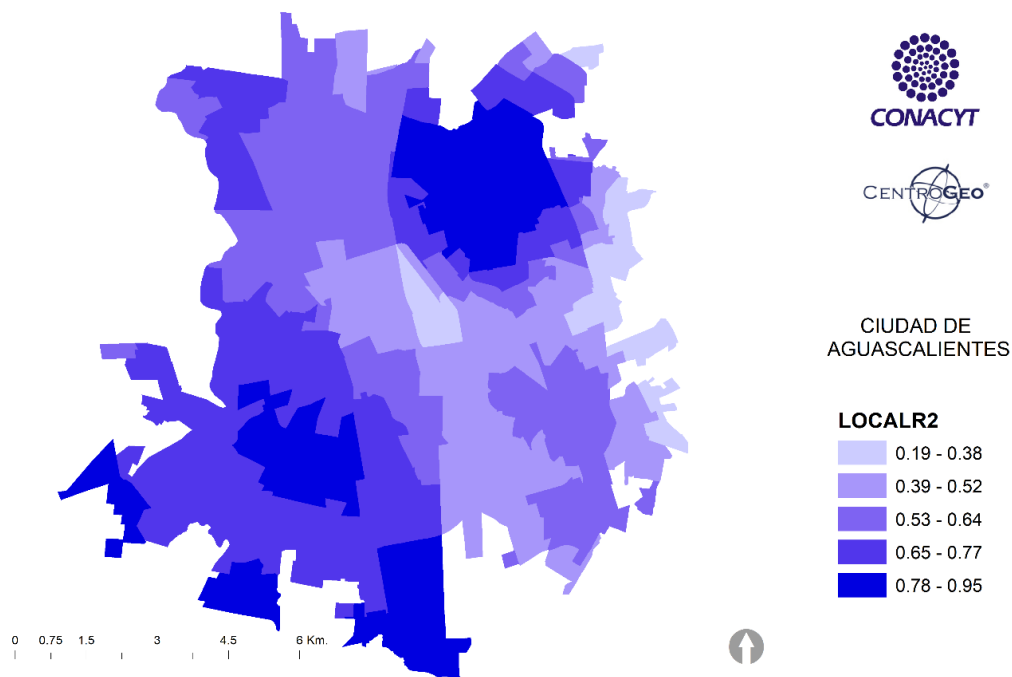
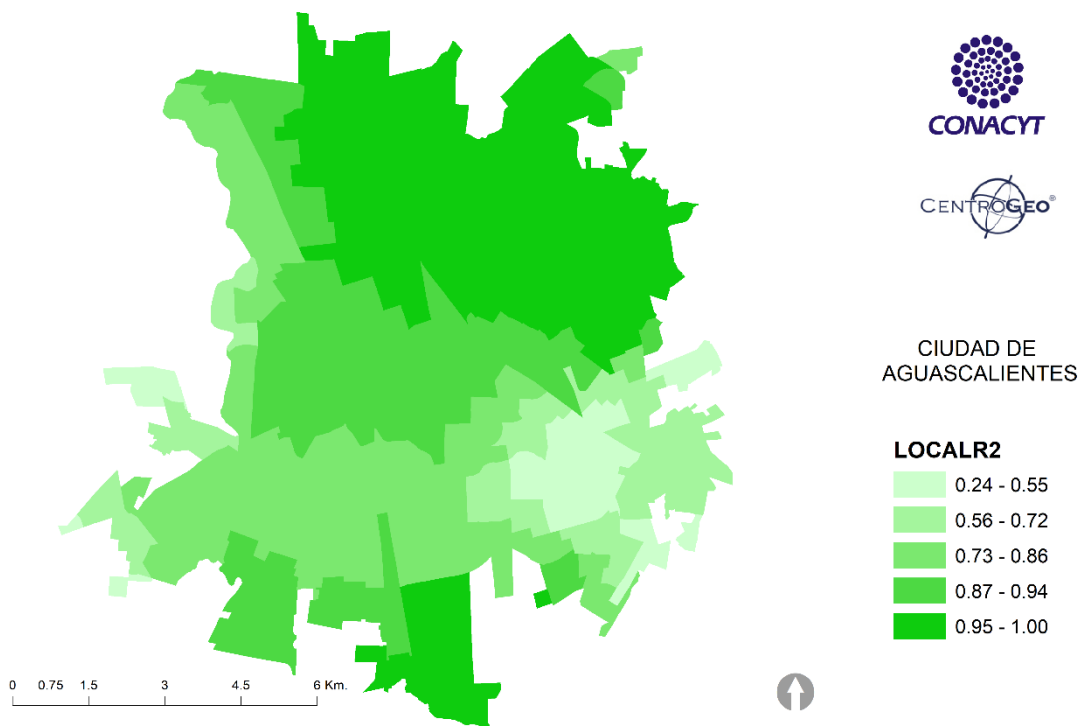


Ilustración 22: Robo de automóvil R Local

Por medio del modelo de Mínimos Cuadrados se observa una R<sup>2</sup> de 0.45 mientras que para el modelo de GWR se observa un valor de 0.94. El mapa del modelo de pesos muestra un comportamiento en el robo a transeúnte que explica de mejor manera la variable en el norte de la ciudad. Se observa que el modelo de peso geográfico explica las variables con un 0.94

**Tabla 11: Modelo MCO y GWR de Robo a Transeúnte**

Modelos	Transeúnte	
	Modelo: 1 MCO	Modelo 2: GWR
R <sup>2</sup>	0.45	0.946104
R <sup>2</sup> ajustada	0.45	0.945091
AIC	621.08	2838.904653
Residuos	152.71	519673.92
Sigma	0.57	18.030205



Total, de Robos 2011-2016 R Local

Para el modelo explicativo de todos los tipos de robo se observa claramente que la concentración de robos se da principalmente en dos conjuntos formados por: el centro de la ciudad y el norte de la ciudad.

- El modelo MCO: la  $R^2$  es de 0.79.
- EL modelo GWR: la  $R^2$  es de 0.68

**Tabla 11: Modelo MCO y GWR de Robo Total**

Modelos	Robot total	
	Modelo: 1 MCO	Modelo 2: GWR
$R^2$	0.62	0.796932
R2 ajustada	0.62	0.684348
AIC	625.94	546.960921
Residuos	155.49	56.724029
Sigma	0.58	0.459206

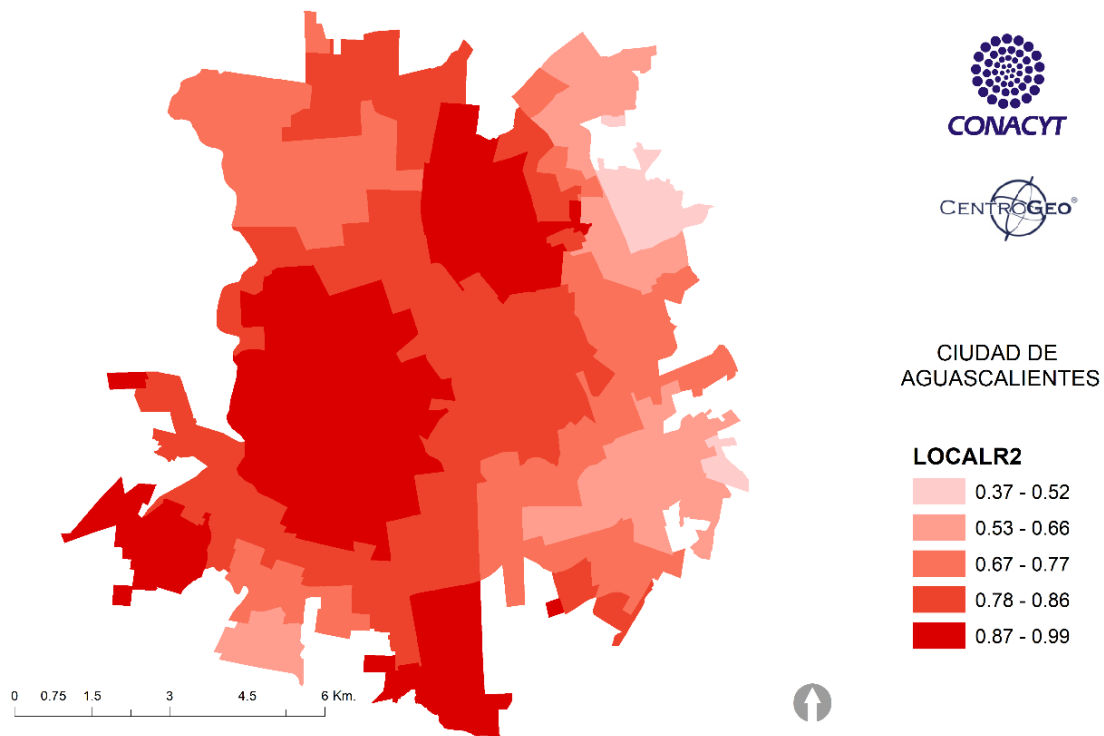


Ilustración 23: Total de Robos 2011-2016 R Local

## SELECCIÓN DE PUNTOS IDEALES PARA INSTALACIÓN DE CÁMARAS

La herramienta *location allocation* cumple la función de filtrar una vez más según las necesidades del proyecto la cantidad de puntos requeridos de un conjunto de puntos elegibles. El conjunto de puntos elegibles es un insumo que se construye desde el pre-procesamiento de la información, pasando por el análisis de redes utilizando el *kernel* de densidad de la herramienta SANET, dicho *kernel* sobre la red de la Ciudad de Aguascalientes se utiliza para elegir los nodos que conectan las calles con mayor densidad de casos de robo, con la red completa de la Ciudad de Aguascalientes convertida a una *network dataset*, así como los puntos de demanda que serían los casos de robo, completan los requisitos para seleccionar de entre los nodos elegibles de SANET la cantidad solicitada y con unas características mínimas de alcance. En primer lugar, se presenta la ubicación de los nodos elegibles que se eligieron por SANET, se ubican de la siguiente manera:

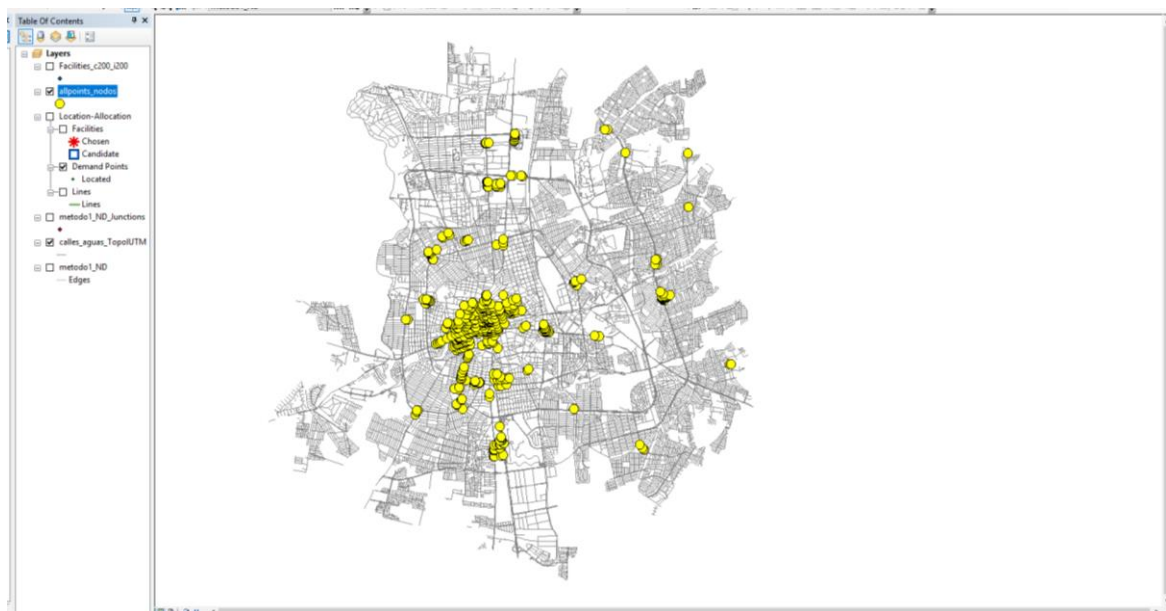


Ilustración 24: Nodos elegibles.

La herramienta de Location Allocation de Arcgis, presenta una funcionalidad de poder elegir de entre diferentes candidatos a *facilities* (en nuestro caso serían las cámaras) las mejores ubicaciones teniendo en cuenta características que se pueden requerir en la configuración, las dos más relevantes son el tipo de problema es decir lo que se necesita que realice la aplicación entre diferentes opciones como minimizar la impedancia, maximizar la cobertura, minimizar la cobertura. Finalmente se utilizó para el proyecto *Maximizar la cobertura*.



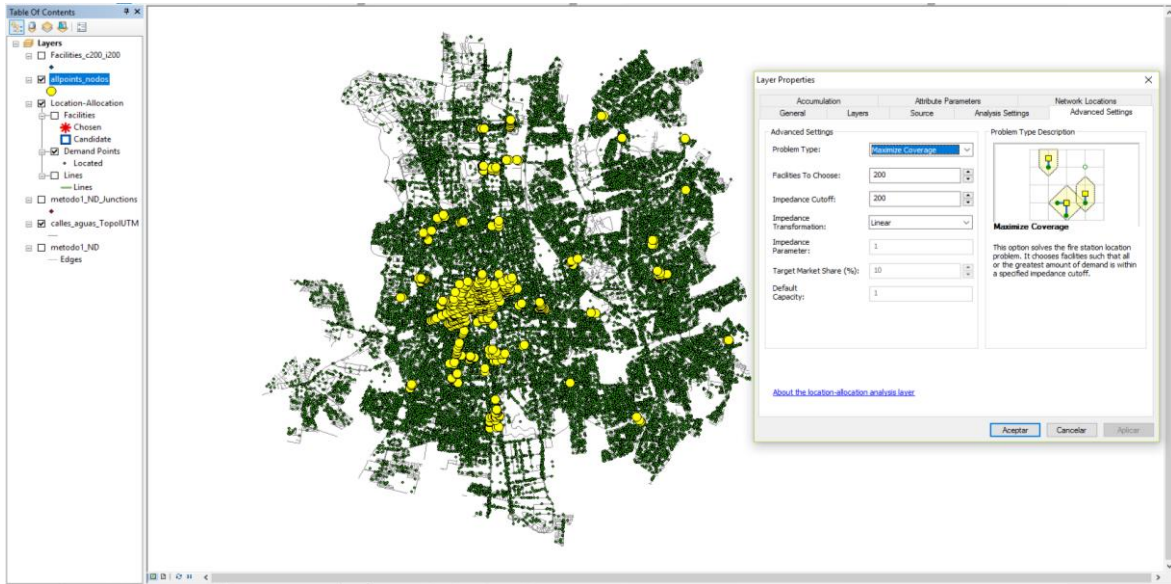


Ilustración 25:Propuestas

Esta opción resuelve el problema de ubicación de la estación de bomberos, elige las instalaciones de manera tal que la totalidad o la mayor cantidad de demanda se encuentre dentro de un límite de impedancia específico. La siguiente configuración relevante es el número de cámaras que se necesitaría a lo cual se maneja un total de 200. Finalmente, la configuración permite establecer el tipo de impedancia, si es por tiempo, longitud u otra medida que posea la tabla de atributos la red de calles, para este caso se utiliza la impedancia en metros y un total de 200. Teniendo en cuenta la norma estandarizada tiene una fundamentación sobre las mejores condiciones para un sistema de vigilancia estableciéndolo en una cobertura entre los 200 y 250 metros (SEGOB, 2016).

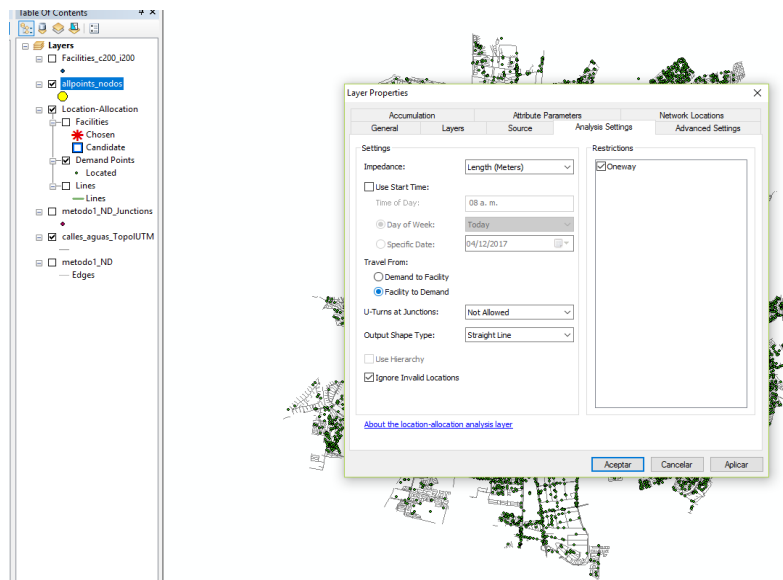


Ilustración 26: Location-Allocation

Como resultado la herramienta *Location Allocation* menciona que con la configuración establecida de 200 cámaras y 200 metros de impedancia el total de puntos encontrados es de 9,264 del total de 50,492 (recordemos que estos son los delitos concentrados por la fiscalía desde el 2011 al 2017 de 10 diferentes categorías), es así como se tiene un total de cobertura de 18.35%. Es relevante mencionar que este proyecto se fundamenta en un análisis histórico y que no necesariamente el objetivo es alcanzar una cantidad alta de puntos, sino de encontrar la ubicación de los lugares más densos en índices de delincuencia.

Finalmente se presente en la siguiente imagen la representación de la superposición de capas entre el modelo GWR y la capa generada de localización de lugares candidatos a cámaras. Se observa que la concentración de las cámaras se da visiblemente en la zona con mayor explicación del modelo de regresión que concentra el centro histórico de la ciudad.

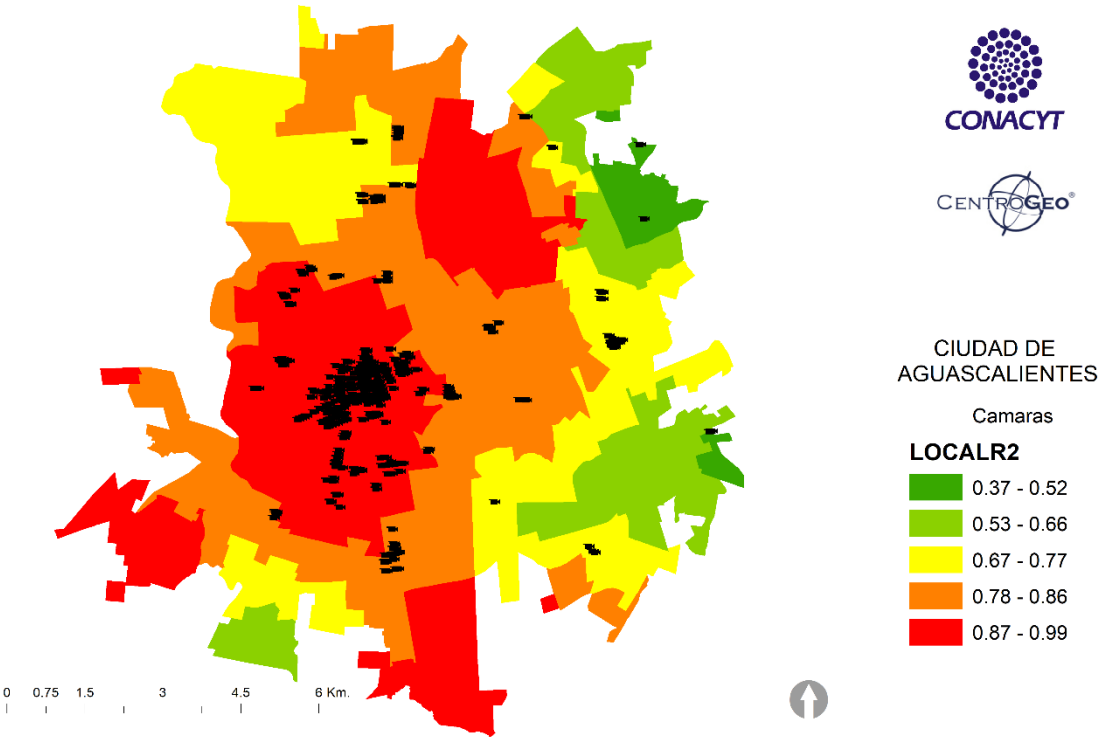


Ilustración 27: R<sup>2</sup> local y puntos de control

# PROPUESTA METODOLOGICA

De esta manera en síntesis se puede presentar los pasos que se determinarían como componentes de la Propuesta Metodológica, que tuvo por objetivo identificar de las zonas de alto impacto y puntos mayor incidencia delictiva en la Ciudad de Aguascalientes, siendo a su vez los puntos estratégicos para la instalación de cámaras de vigilancia:

## 1. Obtención de datos

- Secretaria de Seguridad Pública
- OSM (<https://www.openstreetmap.org>)
- INEGI (<http://www.inegi.org.mx/>)

## 2. Análisis exploratorio de los datos espaciales

- ✓ Búsqueda de irregularidades en los datos (arreglo de topología)
- ✓ Búsqueda de patrones espacio temporales en los robos

## 3. Tratamiento de los datos

- ✓ Delimitación del área de interés (Red de calles)
- ✓ Depuración de datos (Incidencia delictiva)

## 4. Herramientas de análisis espacial

- ArcGIS v10.2: SANET (<http://sanet.csis.u-tokyo.ac.jp/>)
  - ✓ Enviar solicitud para obtención de clave de la herramienta
  - ✓ Instalación de la herramienta
  - ✓ Network Análisis Tool
  - ✓ ArcGIS: Location Allocation
  - ✓ ArcScene: para visualización de datos 3D

## 5. Análisis de los datos

- SANET
  - ✓ Kernel density estimation
  - ✓ Definir método (equal split continuos at node)
  - ✓ Definir ancho de banda y ancho de celda
- Network Analysis Tool
  - ✓ Generar Network Dataset
  - ✓ Extraer nodos elegibles del Kernel de Densidad realizado por SANET
- Visualización 3D (ArcScene)> Propiedades

- ✓ Base Heights>Definir elevación>Custom>p. ej. 10
  - ✓ Extrusion> activar el recuadro> “extrude feature in layer”
  - ✓ Apply extrusion by: “using it as a value that features are extruded to”
- Location Allocation
    - ✓ Seleccionar la Network Dataset
    - ✓ Nodos elegibles extraídos del Kernel de Densidad realizado por SANET en la red de calles.
    - ✓ Configuración de la Herramienta en términos de Impedancia, tipo de problema a resolver y número de *facilities* o cámaras a seleccionar del conjunto de nodos elegibles.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se puede observar que existen patrones delictivos de acuerdo con los datos analizados, podría concluirse que existe una serie de elementos que determinan la variable robo, si bien se hace necesario explorar en mayor medida con otros indicadores. Es posible deducir que existen variables sociales y económicas que incitan en mayor o menor medida los patrones delictivos los cuales se expresan en gran medida la concentración del robo en determinadas AGEB.

Se determinó que existen variables particulares que afectan en mayor grado los diferentes tipos de modalidad del robo, por ejemplo, en el caso del robo a casa habitación la variable centralidad económica determina en gran medida este tipo de robo. Por otro lado, en el caso de la variable de robo a transeúnte se identificó que las escuelas ayudan a identificar lugares con mayor frecuencia de este patrón.

Los avances que se han logrado en la humanidad ocurren frente a las problemáticas, las ciencias de la información geográfica han ayudado notablemente a la sociedad a entender la dinámica del planeta, y que todo forma parte de un mismo sistema, es por ello por lo que esta relación espacio temporal de causalidades permite comprender los fenómenos que ocurren en el espacio a diferentes escalas. Una de las problemáticas que más aquejan a las grandes ciudades es la falta de seguridad que es causada por distintos factores, como la escolaridad, nivel de ingresos, condiciones de vivienda y eso se convierte en un nivel de marginación de la sociedad la cual es el foco de delincuencia.

La Ciudad de Aguascalientes a pesar de ser una ciudad industrial y generadora de fuentes de empleo presenta una gran cantidad de eventos delictivos. Agrupándose los eventos del delito en zonas donde hay un flujo constante de personas como lo son: el centro histórico y la explanada de la Feria de San Marcos además de otras zonas donde probablemente ocurra el mismo tipo de ambiente. El *kernel* de densidad propuesto con los valores que fueron determinados con *bandwidth* y *cellwidth* (200-20) arrojaron el mejor modelo, no obstante, los resultados son representativos para el área de estudio y para los datos de delito de robo. Por lo tanto, la incidencia delictiva solamente puede ser explicada a este nivel con los datos del estudio, por lo que la existencia de patrones de la incidencia delictiva debe ser determinado a partir de un análisis temporal que contemple los cambios de los flujos de la población como lo puede ser la Feria de San Marcos.

Los métodos de localización o ubicación como la herramienta *location allocation* sin duda ayudan a resolver o generar alternativas para la posible ubicación de sitios candidatos para la colocación de cámaras de vigilancia. El análisis de redes puede resolver en una ciudad una diversidad de problemáticas urbanas. Para planificar las ciudades de una mejor manera en la que la sociedad se vea beneficiada y el impacto que se genere sea positivo

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Brantingham, Jeffrey P. (2016). Crime Analysis. Department of Anthropology, University of California, Los Angeles. American Society of Criminology.

Recuperado de:

<http://paleo.sscnet.ucla.edu/Brantingham-2016-Criminology.pdf>

Brantingham et al. (2009) Criminal Measuring and Modeling Repeat and Near-Repeat Burglary Effects. Recuperado de:

<http://paleo.sscnet.ucla.edu/ShortEtAl2009-JQC.pdf>

Comisión Nacional de Población (2011). Estimaciones y proyecciones de la población por entidad federativa. Consultada el 25 de noviembre de 2017. De [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos)

Consejo Nacional de Población. (2010). Datos abiertos del índice de Marginación. Cartografía de marginación por AGEB urbana 2010

[http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos\\_Abiertos\\_del\\_Indice\\_de\\_Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion)

de la Fuente Mella, Hanns, Mejías Navarro, Claudia, & Castro O'Kuinghttons, Pía. (2011). Análisis econométrico de los determinantes de la criminalidad en Chile. *Política criminal*, 6(11), 192-208. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33992011000100007>

ESRI. (2017). Cómo funciona la densidad kernel. Recuperado de:

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-kernel-density-works.htm>

ESRI. (2017). Comprender el análisis de densidad. Recuperado de:

<http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-density-analysis.htm>

ESRI. (2017). Densidad de Kernel. Recuperado de: <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/kernel-density.htm>

ESRI. (2017). Entornos de análisis y Spatial Analyst. Recuperado de:

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/analysis-environments-and-spatial-analyst.htm>

ESRI. (2017). Reglas de topología y arreglo de errores de topología. Recuperado de:

<http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/editing-topology/geodatabase-topology-rules-and-topology-error-fixes.htm#>

Ganster, Paul. (2002). Tecate, Baja California: Realidades y Desafíos de una Comunidad Mexicana Fronteriza. San Diego State University Press.

Gobierno de la Ciudad de Aguascalientes Programa de Desarrollo de la Ciudad de Aguascalientes 20140 93  
Gobierno del Estado de Aguascalientes (2017) Plan Estatal de Desarrollo 2016 2022. México.

Instituto Municipal de Planeación, IMPLAN (2015) Programa de Desarrollo Urbano Ciudad de Aguascalientes 2040. México

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2011. Panorama sociodemográfico de Aguascalientes. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2016. Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública. Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/incidencia/>

Jaitman, Laura y Ajzenman, Nicolas. (2014). Crime Concentration and Hot Spot Dynamics in Latin America IDB Working papers N° IDB-WP-699 Inter-American Development Bank.

<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7702/Crime-Concentration-and-Hot-Spot-Dynamics-in-Latin-America.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Janoschka, M. & J. Sequera (2014): Procesos de gentrificación y desplazamiento en América Latina, una perspectiva comparativista, en Desafíos metropolitanos. Un diálogo entre Europa y América Latina, Juan José Michelini (ed.), pp. 82-104. Catarata. Madrid. ISBN: 978-84-8319-887-2

Okabe, A. and K. Sugihara (2012) Spatial Analysis Along Networks: Statistical and Computational Methods, Chichester: JonWiley, a volume in the Wiley series of Statistics in Practice.

Okabe, A., Satoh, T., Sugihara, K., 2009. A kernel density estimation method for networks, its computational method and a GIS-based tool. International Journal of Geographical Information Science Vol. 23, No. 1, 7–32

Prieto Curiel, Rafael (2014). Modelling crime in Mexico City. Using spatial statistics. University College London. Department of Statistical Science.

Sánchez Salinas, Omar Armando. (2014) Análisis espacial del delito: la relación entre el delito y las características sociodemográficas en las delegaciones Benito Juárez, Coyoacán y Cuauhtémoc del DF. 2010 recuperado de:

Secretaria de Gobernación. (2016) Norma Técnica para Estandarizar las características técnicas y de interoperabilidad de los sistemas de videovigilancia para la seguridad pública. Recuperado de:

[http://www.secretariadoejecutivo.gob.mx/docs/pdfs/consejo/Norma\\_tecnica\\_sistemas\\_video\\_vigilancia.pdf](http://www.secretariadoejecutivo.gob.mx/docs/pdfs/consejo/Norma_tecnica_sistemas_video_vigilancia.pdf)

Secretaria de Desarrollo Social. (2010). Guía metodológica para la elaboración de programas de desarrollo urbano.

Recuperado de:

[http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/Guia\\_Programas\\_DU.pdf](http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/Guia_Programas_DU.pdf)

Spencer, Chainey. (2013). Examining the influence of cell size and bandwidth size on kernel density estimation crime hotspot más for predicting spatial patterns of crime

Vilalta, C. (2017). Geocrimen. Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE). <http://www.geocrimen.cide.edu>



# ANEXO A

## SOBRE LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LA CÁMARA Y LA NORMA TÉCNICA ESTANDARIZADA

Antes de continuar con el procedimiento de selección de Cámaras de vigilancia se presenta la Norma a nivel federal que se presentó para generar una estandarización de las medidas de seguridad que tome cualquier estado y que si bien no es el objetivo del presente proyecto considera a bien presentar a consideración esta normativa y las características que propone para la selección de cámaras de vigilancia.

El nombre completo del documento es “Norma Técnica para Estandarizar las características técnicas y de interoperabilidad de los sistemas de videovigilancia para la seguridad pública” en él se presenta como se desarrolló siendo El Sistema Nacional de Seguridad Pública sesión (2015) quien designó al secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP). El secretariado Ejecutivo a través del Centro Nacional de Información (CNI) y acompañamiento académico del Instituto Politécnico Nacional, después de su elaboración fue presentada en la Sesión número 40 del Consejo Nacional de Seguridad Pública, el 30 de agosto de 2016, donde fue aprobada.

La norma técnica se encuentra dividida en los siguientes capítulos:

- Presentación y estructura general de la norma
- Objetivo de la Norma
- Fundamentación técnica sobre un Sistema de Video Vigilancia.
- Norma, donde se encuentran los requisitos que deben cumplir los Sistemas de Video Vigilancia.

Dentro del documento en la parte de fundamentación técnica se encuentran tres componentes relevantes para este proyecto:

- 1) Cámaras
- 2) Comunicaciones
- 3) Centro de monitoreo

Claramente el principal es sobre las cámaras que menciona los requerimientos idóneos en software y hardware.

Características Mínimas de la Cámara Video.

- a) La cámara deberá emplear la tecnología Digital IP.
- b) La resolución mínima con la que debe contar la cámara debe ser 1.3 MP.
- c) El lente debe ser Varifocal: 4.3 mm a 129 mm. F1.6 (hasta el cierre) a F4.7 (hasta el cierre).

- d) El sensor a emplear deberá ser preferentemente CCD 1/3" o CMOS opcional.
- e) El zoom con el que debe contar la cámara debe ser de al menos 30X óptico (4.3 mm).
- f) La cámara deberá trabajar a 30 fps.
- g) La compresión con la que deberá trabajar la cámara es H.265.
- h) La cámara empleada deberá permitir realizar ajuste de imagen en color, brillo, nitidez, balance de blancos, control de exposición y compensación de contraluz (auto-iris).
- i) La cámara debe contar con tecnología Día/Noche.
- j) Video inteligente: detección de movimiento por video que será opcional dependiendo de las necesidades de cada sistema.
- k) Activador de alarma que será alertado por video inteligente (opcional).

### **Nivel de red**

- a) La cámara IP seleccionada debe ser compatible con diferentes protocolos de comunicación actuales: RIPv2/OSPF, IPv4/v6, HTTPS, QoS DSCP, FTP, TFTP, SNMP v2c/v3, SNTP, IGMP, DHCP, SSHv2, PIM-SM, DVMRP, Syslog, RMON.
- b) La seguridad deberá permitir uso de contraseña, filtro de dirección IP, cifrado HTTPS, control de acceso a red IEEE 802.1x.
- c) Para permitir la escalabilidad la cámara deberá ser un Sistema abierto a carga de nuevas versiones, carga de archivos por medio de FTP y correo electrónico.

### **Nivel Físico.**

- a) El tipo de cámara a emplear por los SVV del país debe ser tipo domo PTZ y/o PTZ.
- b) Al ser una cámara PTZ debe permitir el movimiento horizontal de 360° y vertical de 0° a 90°.
- c) La protección de la cámara contra vandalismo y aspectos climatológicos debe ser IP66.
- d) La cámara deberá contar con el herraje apropiado para su montaje.
- e) El peso de la cámara instalada deberá ser menor a 10 Kg.
- f) El intervalo de temperatura que deberá soportar la cámara debe encontrarse entre -35°C a 60°C.
- g) La conexión de entrada de la cámara debe ser compatible con los conectores RJ - 45 10BASE-T/100BASE-TX.
- h) La alimentación debe ser compatible con PoE.
- i) La memoria extraíble en las cámaras para guardar video localmente es opcional."