



**Análisis espacial del sistema de monitoreo delictivo del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 e implementación de un geoportal como apoyo a la seguridad ciudadana en la parroquia Chimbacalle**

Meza Tapia, Karla Jazmín y Ruales Franco, Bryan Alexander

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente

Ing. Sinda González, Izar

18 de enero del 2022



RUALES\_MEZA\_TESIS\_CORRECCIONES.docx

Scanned on: 3:8 January 18, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Identical Words          | 110  |
| Words with Minor Changes | 8    |
| Paraphrased Words        | 75   |
| Ommited Words            | 1588 |



Website | Education | Businesses

IZAR SINDE  
GONZALEZ

Firmado digitalmente  
por IZAR SINDE  
GONZALEZ  
Fecha: 2022.02.24  
21:46:49 -05'00'

.....  
**Ing. Sinde González Izar**  
C.C. 1756491278



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

### Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **“Análisis espacial del sistema de monitoreo delictivo del servicio integrado de seguridad ECU 911 e implementación de un geoportal como apoyo a la seguridad ciudadana en la parroquia Chimbacalle”** fue realizado por los señores **Meza Tapia, Karla Jazmín y Ruales Franco, Bryan Alexander**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 18 de enero del 2021.

IZAR SINDE  
GONZALEZ

Firmado digitalmente  
por IZAR SINDE  
GONZALEZ  
Fecha: 2022.02.24  
21:46:49 -05'00'

.....  
**Ing. Sinde González Izar**  
C.C. 1756491278



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

### Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Meza Tapia, Karla Jazmín y Ruales Franco, Bryan Alexander**, con cédulas de ciudadanía n°1720017795 y n°1724992639, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Análisis espacial del sistema de monitoreo delictivo del servicio integrado de seguridad ECU 911 e implementación de un geoportal como apoyo a la seguridad ciudadana en la parroquia Chimbacalle”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 18 de enero del 2022

.....  
**Meza Tapia, Karla Jazmín**  
C.C. 1720017795

.....  
**Ruales Franco, Bryan Alexander**  
C.C. 1724992639



**Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción**

**Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente**

### **Autorización de Publicación**

Nosotros, **Meza Tapia, Karla Jazmín y Ruales Franco, Bryan Alexander**, con cédulas de ciudadanía n°1720017795 y n°1724992639, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Título: "Análisis espacial del sistema de monitoreo delictivo del servicio integrado de seguridad ECU 911 e implementación de un geoportal como apoyo a la seguridad ciudadana en la parroquia Chimbacalle"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Sangolquí, 18 de enero del 2022.**

.....  
**Meza Tapia, Karla Jazmín**  
C.C. 1720017795

.....  
**Ruales Franco, Bryan Alexander**  
C.C. 1724992639

## Dedicatoria

Con todo mi amor, dedico este logro a los pilares fundamentales en mi vida, a mi familia.

A mi mamita Nancy, la mujer que más admiro en el mundo y a quien debo todo lo que soy, con tu amor, con tus palabras tan acertadas y con tu ejemplo, me has ayudado a levantarme y superar cada momento de dificultad.

A mi mamita Carmen, mi abuelita amada, al culminar esta etapa recuerdo cuando siendo pequeña te prometí que algún día me verías realizada profesionalmente, siendo una mujer de bien y una buena hija.

A mi abuelita Gloria, que ahora es un ángel en el cielo, siempre fuiste una mujer y una madre admirable en todos los sentidos, admiro tu inteligencia, tu memoria, tu entereza y tu gran corazón, pese a que no pude compartir mucho contigo, te llevo siempre en mi corazón y te dedico este logro.

A mi papito Jaime, quien, a su manera, jamás ha dejado de estar presente y me ha brindado su apoyo a lo largo de esta etapa tan importante en mi vida.

A mi hermano John, mi compañero de vida, tu gran corazón y tu inteligencia me inspiran todos los días.

Y a todas las personas que de una u otra manera, formaron parte de esta gran aventura.

## Dedicatoria

A mis padres Byron y Janneth, por aconsejarme y guiarme en todo el camino. Los valores que me han inculcado, su apoyo y todo el cariño han sido de valiosa importancia para cumplir este tan preciado sueño.

A mi abuelita Mercedes, por brindarme su apoyo incondicional. Su carisma, preocupación y afecto han sido mi fuente de inspiración para culminar esta etapa de mi vida.

A mi hermano Lenin, que es un gran ejemplo para nosotros, sus hermanos menores.

A mi hermana Samantha, que le sirva de inspiración para que persiga sus sueños, todo sacrificio valdrá la pena hermanita.

A mi familia, amigos y todas las personas que de diferentes maneras han puesto un granito de arena en toda esta trayectoria universitaria.

*Bryan Alexander Ruales Franco*

### **Agradecimiento**

A nuestro tutor de tesis, el Ing. Izar Sinde González MSc., quien además de ser nuestro profesor en algunas materias de la carrera, estuvo presto para brindarnos su asesoría y sacar adelante el presente trabajo de investigación.

Al Ing. Oswaldo Vinicio Padilla Almeida PhD, quien desde el primer momento nos brindó su ayuda desinteresada y estuvo pendiente de los avances del trabajo.

A las instituciones que nos proporcionaron la información para la ejecución de la investigación, especialmente al Servicio Integrado de Seguridad SIS ECU 911, al Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana (E), a la Dirección Metropolitana de Catastros del Municipio de Quito y a sus profesionales que estuvieron prestos para ayudarnos a gestionar las solicitudes respectivas y entregarnos la información pertinente para la ejecución del presente trabajo de titulación.

*Bryan Ruales y Karla Meza*



## **Agradecimiento**

A Dios por ser mi guía en cada aspecto de mi vida y por permitirme rodearme de personas buenas que me han brindado su cariño y me han ayudado a formarme personal y académicamente.

A mi familia, por brindarme su apoyo y amor incondicional, en especial a mis dos mamitas, mi abuelita Carmen y mi mamita Nancy, su ejemplo de vida, su sacrificio y sus consejos me motivan día a día a superarme, gracias por cuidar y preocuparse tanto por mí. A mi hermano John por aconsejarme y acompañarme durante las largas noches de trabajo, a mi papito Jaime, por desear siempre lo mejor para mí y celebrar mis logros por pequeños que fuesen, sé cuánto anhelas que aprovechemos las oportunidades que, junto a mi mami, nos supieron brindar en la vida. Todos mis logros son gracias a ustedes

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a los docentes que integran la carrera de Ing. Geográfica y del Medio Ambiente, por su gran vocación de enseñanza y por los aprendizajes de vida que llevaré siempre en mi corazón, en especial al Doctor Marco Luna e Ing. Eduardo Kirby, por enseñarme que antes que un buen profesional, debo ser un buen ser humano.

A mi compañero de tesis, amigo y novio Bryan, por su cariño, paciencia e incondicionalidad, sin duda el camino no fue sencillo, pero pese a cada dificultad hemos sabido salir adelante, gracias por compartir conmigo este logro. Tus triunfos y alegrías son también los míos.

A mis amigas de la universidad, con quienes he compartido risas, llantos, noches de estudio y tristezas, gracias por brindarme su amistad, su apoyo y su consejo en los momentos que más lo he necesitado desde el inicio y durante mi trayectoria por la universidad.

Y a todas las personas que de una u otra manera formaron parte de esta gran aventura, con una palabra de aliento, con su amistad, con su ayuda desinteresada o con su alegría, gracias de todo corazón.

*Karla Jazmín Meza Tapia*

## **Agradecimiento**

A Dios, por guiar mi camino.

A mis padres por inculcarme a ser una persona de bien, por enseñarme a tener siempre las más altas aspiraciones, a tener ética en lo que hago, a recibir con humildad todos los logros y una infinidad de enseñanzas más. Muchas gracias por apoyarme en este paso de mi vida.

A mi familia por estar al pendiente y haber sido un soporte muy importante. Mamiche, abuelita querida, le agradezco por todo el apoyo incondicional; hermano Lenin y prima Nathalie, gracias por toda la ayuda que me brindaron en esta etapa de mi vida; tía Irlanda, cuando el camino se tornó complicado, estuviste ahí para brindarme una mano. Estoy infinitamente agradecido con todos.

A todos los profesores de la Universidad de las Fuerzas Armadas que tuve el honor de conocer, aquellos que moldearon mi conocimiento y me inspiraron a continuar. Su sabiduría, carácter, consejos de vida y demás, me llevaron a ser, en parte, lo que soy hoy en día.

A mi compañera, amiga, también autora de la tesis y novia. Es gratificante el poder compartir el mismo sueño y luchar cada día por conseguirlo. Muchas gracias por todo el apoyo Karlita, tus buenas energías, tu dedicación, todo el cariño y tantas cosas que hemos aprendido el uno del otro hacen aún más especial este logro.

A mis amigos que han estado a mi lado durante todo este proceso, con los que he compartido agradables momentos y han formado parte de toda esta inigualable trayectoria universitaria. Viene a mi memoria el grupo de estudio, nos quedábamos hasta la noche en la biblioteca o en alguna aula disponible, compartiendo conocimiento, riéndonos un poco y cumpliendo con las obligaciones, haciéndolo más divertido y menos pesado todo el trabajo pendiente; amigos con los que compartía en las giras de estudio organizadas por la carrera; amigos con los que salíamos de la rutina y nos divertíamos un poco; amigos que fuera de la universidad me daban palabras de aliento, Alex Albán y Eduardo Morán, confiaban en mí y me mostraban lo valioso de una amistad sincera.

¡Muchas gracias a todos!

*Bryan Alexander Ruales Franco*

## Tabla de contenido

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Certificación .....</b>                                          | <b>3</b>  |
| <b>Responsabilidad de Autoría.....</b>                              | <b>4</b>  |
| <b>Autorización de Publicación .....</b>                            | <b>5</b>  |
| <b>Dedicatoria.....</b>                                             | <b>6</b>  |
| <b>Agradecimiento .....</b>                                         | <b>8</b>  |
| <b>Tabla de contenido .....</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>Índice de Tablas .....</b>                                       | <b>14</b> |
| <b>Índice de Figuras.....</b>                                       | <b>15</b> |
| <b>Resumen .....</b>                                                | <b>18</b> |
| <b>Abstract.....</b>                                                | <b>19</b> |
| <b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b> | <b>20</b> |
| Antecedentes.....                                                   | 20        |
| Planteamiento del Problema .....                                    | 23        |
| Macro.....                                                          | 23        |
| Meso .....                                                          | 24        |
| Micro.....                                                          | 24        |
| Justificación e Importancia .....                                   | 25        |
| Descripción del área de estudio.....                                | 27        |
| Objetivos y Metas .....                                             | 29        |
| Objetivo General.....                                               | 29        |
| Objetivos Específicos .....                                         | 29        |
| Metas .....                                                         | 30        |
| Área de Influencia.....                                             | 31        |
| <b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>                              | <b>32</b> |
| Seguridad Ciudadana .....                                           | 32        |
| Servicio integrado de seguridad ECU 911.....                        | 33        |
| Análisis espacial del delito mediante mapas .....                   | 33        |
| Áreas de aplicación de los productos cartográficos del delito ..... | 35        |
| Mecanismos de alerta para el monitoreo delictivo .....              | 35        |
| Cociente de localización.....                                       | 36        |
| Sistema de Información Geográfica (SIG) .....                       | 38        |

|                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| QGIS .....                                                                | 38        |
| Infraestructura de datos espaciales (IDE) .....                           | 38        |
| Principales servicios de la IDE .....                                     | 39        |
| Web Map Service (WMS).....                                                | 39        |
| Web Feature Service (WFS) .....                                           | 40        |
| Software libre para el desarrollo de geoportales .....                    | 42        |
| Sistema de gestión de bases de datos (SGDB).....                          | 42        |
| PostgreSQL + PostGIS.....                                                 | 43        |
| Servidores de mapas.....                                                  | 43        |
| Geoserver.....                                                            | 44        |
| Servidores de metadatos .....                                             | 45        |
| Geonetwork .....                                                          | 45        |
| Leaflet .....                                                             | 46        |
| Servidor web .....                                                        | 46        |
| Apache Tomcat .....                                                       | 46        |
| Geoportal .....                                                           | 46        |
| Visor geográfico .....                                                    | 47        |
| <b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....</b>                                     | <b>48</b> |
| Esquema Metodológico .....                                                | 48        |
| FASE 1: Recopilación y estandarización de la información.....             | 49        |
| Mecanismos de alerta existentes .....                                     | 50        |
| Registro de emergencias de la parroquia “Chimbacalle” .....               | 51        |
| FASE 2: Distribución espacial de actividades ilícitas.....                | 53        |
| Cuantificación de actividades ilícitas .....                              | 53        |
| Coberturas geográficas de densidad .....                                  | 54        |
| FASE 3: Modelamiento y Análisis de los Mecanismos de Alerta .....         | 54        |
| Generación del Modelo Digital de Superficie .....                         | 54        |
| Área de cobertura de las Cámaras de Videovigilancia.....                  | 56        |
| Dispersión del sonido de las Alarmas Comunitarias.....                    | 62        |
| Análisis de ubicación de los mecanismos de alerta .....                   | 72        |
| Propuesta de reubicación y densificación de los mecanismos de alerta..... | 73        |
| FASE 4: Desarrollo e implementación del geoportal .....                   | 74        |

|                                                                      |            |
|----------------------------------------------------------------------|------------|
| Creación de la base de datos geográfica PostGis .....                | 76         |
| Creación de estilos SLD para las capas.....                          | 82         |
| Implementación de los servicios web WMS y WFS .....                  | 83         |
| Elaboración de metadatos .....                                       | 85         |
| Diseño de la interfaz del geoportal.....                             | 86         |
| <b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>                    | <b>101</b> |
| Distribución espacial de los mecanismos de alerta .....              | 101        |
| Densificación y reubicación de los mecanismos de alerta.....         | 108        |
| Coberturas geográficas de densidad de las actividades ilícitas ..... | 123        |
| Base de datos geográfica PostGIS.....                                | 132        |
| Geoservicios web generados: WMS y WFS.....                           | 133        |
| Metadatos de las coberturas geográficas generadas .....              | 133        |
| Geoportal de delitos Chimbacalle.....                                | 135        |
| Publicación del geoportal .....                                      | 137        |
| <b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>                | <b>139</b> |
| Conclusiones .....                                                   | 139        |
| Recomendaciones.....                                                 | 141        |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                              | <b>143</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                   | <b>150</b> |

## Índice de Tablas

|                                                                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tabla 1</b> Fuentes de obtención de información para cada variable independiente .....                                                                                                 | 49  |
| <b>Tabla 2</b> Reclasificación de emergencias, periodo 2018-2020.....                                                                                                                     | 51  |
| <b>Tabla 3</b> Registro de actividades ilícitas ocurridas en la parroquia Chimbacalle .....                                                                                               | 53  |
| <b>Tabla 4</b> Clasificación de los árboles. ....                                                                                                                                         | 55  |
| <b>Tabla 5</b> Tabla de atributos del shapefile “Cámaras_create” que es el resultado de la creación de los puntos de observador con el módulo Create viewpoints en el software QGIS. .... | 57  |
| <b>Tabla 6</b> Tabla de atributos del shapefile “Alarmas_create” que es el resultado de la creación de los puntos de observador con el módulo Create viewpoints en el software QGIS. .... | 62  |
| <b>Tabla 7</b> Cuadro resumen de programas utilizados .....                                                                                                                               | 75  |
| <b>Tabla 8</b> Área de cobertura de las cámaras de videovigilancia obtenidas utilizando la metodología.....                                                                               | 104 |
| <b>Tabla 9</b> Área de cobertura de las alarmas comunitarias obtenidas usando la metodología. ....                                                                                        | 107 |
| <b>Tabla 10</b> Emergencias y cociente de localización (LQ) de las cámaras de videovigilancia por cada año. ....                                                                          | 109 |
| <b>Tabla 11</b> Emergencias y cociente de localización (LQ) de las alarmas comunitarias por cada año. ....                                                                                | 110 |
| <b>Tabla 12</b> Cámaras de videovigilancia propuestas para su implementación.....                                                                                                         | 112 |
| <b>Tabla 13</b> Alarmas comunitarias propuestas para su implementación. ....                                                                                                              | 113 |
| <b>Tabla 14</b> Mecanismos de alerta que presentan inconvenientes en su ubicación actual. ....                                                                                            | 115 |
| <b>Tabla 15</b> Cámaras de videovigilancia a reubicar y su nueva ubicación. ....                                                                                                          | 116 |
| <b>Tabla 16</b> Alarmas comunitarias a reubicar y su nueva ubicación.....                                                                                                                 | 117 |
| <b>Tabla 17</b> Hotspots en común de las actividades ilícitas .....                                                                                                                       | 127 |
| <b>Tabla 18</b> Intersecciones viales localizadas en los puntos de calor identificados.....                                                                                               | 129 |
| <b>Tabla 19</b> Herramientas del geoportal .....                                                                                                                                          | 137 |

## Índice de Figuras

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Ubicación del área de estudio .....                                                                                                                           | 28 |
| <b>Figura 2</b> Flujograma del proceso metodológico para la propuesta de densificación y reubicación de nuevos mecanismos de alerta e implementación del geoportal.....       | 48 |
| <b>Figura 3</b> Modelo cartográfico para la generación del MDS en el software QGIS. ....                                                                                      | 56 |
| <b>Figura 4</b> Modelo cartográfico para la generación del área de cobertura de las cámaras de videovigilancia y líneas de visión 3D en el software QGIS. ....                | 60 |
| <b>Figura 5</b> Dispersión teórica del sonido propuesta por Graham Bell e interpolado con el método IDW. ....                                                                 | 64 |
| <b>Figura 6</b> Impedancia de las edificaciones. ....                                                                                                                         | 65 |
| <b>Figura 7</b> Primer modelo de la dispersión del sonido de una alarma comunitaria.....                                                                                      | 65 |
| <b>Figura 8</b> Cuenca visual para la identificación de sombras (Impedancia de los obstáculos) a partir del MDS.....                                                          | 66 |
| <b>Figura 9</b> Segundo modelo de la dispersión del sonido de una Alarma Comunitaria.....                                                                                     | 66 |
| <b>Figura 10</b> Cuenca visual para la identificación de sombras (impedancia del relieve) a partir del MDT.....                                                               | 67 |
| <b>Figura 11</b> Tercer modelo de la dispersión del sonido de una Alarma Comunitaria. ....                                                                                    | 67 |
| <b>Figura 12</b> Modelo final de la dispersión del sonido de una alarma comunitaria empleando el software QGIS. ....                                                          | 68 |
| <b>Figura 13</b> Modelo cartográfico para el modelamiento de la dispersión del sonido y generación del área de cobertura de las alarmas comunitarias en el software QGIS..... | 69 |
| <b>Figura 14</b> Metodología de desarrollo del geoportal de delitos Chimbacalle. ....                                                                                         | 75 |
| <b>Figura 15</b> Importación de capa vectorial en QGIS .....                                                                                                                  | 78 |
| <b>Figura 16</b> Importación de capa ráster a la base de datos PostGIS. ....                                                                                                  | 79 |
| <b>Figura 17</b> Diagrama entidad-relación de la base de datos repositorio_chimbacalle. ....                                                                                  | 80 |
| <b>Figura 18</b> Tabla para el registro e ingreso de usuarios al geoportal.....                                                                                               | 82 |
| <b>Figura 19</b> Interfaz de registro e ingreso de usuarios. ....                                                                                                             | 82 |
| <b>Figura 20</b> Ejemplo de importación de estilo a GeoServer. ....                                                                                                           | 83 |
| <b>Figura 21</b> Parámetros de creación del almacén de datos.....                                                                                                             | 84 |
| <b>Figura 22</b> Capas publicadas en GeoServer.....                                                                                                                           | 85 |
| <b>Figura 23</b> Plantilla Perfil Ecuatoriano de Metadatos -PEM- Vector.....                                                                                                  | 86 |

|                                                                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 24</b> Entorno del editor de código Visual Studio Code.....                                                                                                                            | 87  |
| <b>Figura 25</b> Módulos del geoportal de delitos Chimbacalle. ....                                                                                                                              | 89  |
| <b>Figura 26</b> Visualización de capas WMS desde QGIS. ....                                                                                                                                     | 90  |
| <b>Figura 27</b> Dashboard del Geoportal de Delitos Chimbacalle.....                                                                                                                             | 91  |
| <b>Figura 28</b> Elemento <iframe> en el HTML. ....                                                                                                                                              | 92  |
| <b>Figura 29</b> Fragmento del código de la barra de navegación. ....                                                                                                                            | 93  |
| <b>Figura 30</b> Interfaz gráfica de usuario (GUI) del geoportal. ....                                                                                                                           | 93  |
| <b>Figura 31</b> Botón de descarga de información del Geovisor.....                                                                                                                              | 95  |
| <b>Figura 32</b> Botón de impresión de mapa. ....                                                                                                                                                | 96  |
| <b>Figura 33</b> Pop up de una cámara de videovigilancia. ....                                                                                                                                   | 97  |
| <b>Figura 34</b> Código para agregar capas de mosaico. ....                                                                                                                                      | 98  |
| <b>Figura 35</b> Control de capas del Geovisor .....                                                                                                                                             | 98  |
| <b>Figura 36</b> Control de capas deslizante del Geovisor.....                                                                                                                                   | 99  |
| <b>Figura 37</b> Distribución espacial de los mecanismos de alerta en la parroquia Chimbacalle.....                                                                                              | 101 |
| <b>Figura 38</b> Modelo Digital de Superficie (MDS) de la parroquia Chimbacalle. ....                                                                                                            | 102 |
| <b>Figura 39</b> Modelo de distribución espacial de las cámaras de videovigilancia y sus áreas de cobertura. ....                                                                                | 103 |
| <b>Figura 40</b> Modelo de distribución de las líneas de visibilidad en 3D de las cámaras de videovigilancia.....                                                                                | 105 |
| <b>Figura 41</b> Modelo de distribución espacial de las alarmas comunitarias y sus áreas de cobertura. ....                                                                                      | 106 |
| <b>Figura 42</b> Comparativa del cociente de localización (LQ) de las cámaras de videovigilancia existentes por año. ....                                                                        | 110 |
| <b>Figura 43</b> Comparativa del cociente de localización (LQ) de las alarmas comunitarias existentes por año.....                                                                               | 111 |
| <b>Figura 44</b> Comparación de las emergencias asistidas dentro del área de cobertura de las cámaras de videovigilancia en su ubicación actual, con relación a su propuesta de reubicación..... | 116 |
| <b>Figura 45</b> Porcentaje de mejora de las cámaras de videovigilancia propuestas para su reubicación con relación a las emergencias asistidas.....                                             | 116 |
| <b>Figura 46</b> Comparación de las emergencias asistidas dentro del área de cobertura de las alarmas comunitarias en su ubicación actual, con relación a su propuesta de reubicación. ....      | 117 |



|                                                                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 47</b> Porcentaje de mejora de las alarmas comunitarias propuestas para su reubicación con relación a las emergencias asistidas. ....                                                   | 117 |
| <b>Figura 48</b> Modelo de distribución espacial propuesto para las cámaras de videovigilancia.....                                                                                               | 119 |
| <b>Figura 49</b> Modelo de distribución espacial propuesto para las alarmas comunitarias. ....                                                                                                    | 120 |
| <b>Figura 50</b> Asistencia de las cámaras de videovigilancia en la ocurrencia de alguna actividad ilícita dentro de la parroquia Chimbacalle. ....                                               | 121 |
| <b>Figura 51</b> Asistencia de las cámaras de videovigilancia en la ocurrencia de alguna de las actividades ilícitas dentro de la parroquia como: robo, venta-consumo de droga y altercados. .... | 122 |
| <b>Figura 52</b> Asistencia de las alarmas comunitarias en la ocurrencia de alguna actividad ilícita dentro de la parroquia Chimbacalle. ....                                                     | 122 |
| <b>Figura 53</b> Porcentaje de actividades ilícitas registradas en la parroquia Chimbacalle.....                                                                                                  | 123 |
| <b>Figura 54</b> Total de actividades ilícitas registradas en la parroquia Chimbacalle .....                                                                                                      | 125 |
| <b>Figura 55</b> Coberturas de puntos calientes de actividades ilícitas en la parroquia Chimbacalle..                                                                                             | 126 |
| <b>Figura 56</b> Distribución de las cámaras de videovigilancia existentes y propuestas con relación a los puntos de calor delictuales .....                                                      | 131 |
| <b>Figura 57</b> Distribución de las alarmas comunitarias existentes y propuestas con relación a los puntos de calor delictuales .....                                                            | 131 |
| <b>Figura 58</b> Base de datos creada en pgAdmin 4.....                                                                                                                                           | 132 |
| <b>Figura 59</b> Módulo de geoservicios.....                                                                                                                                                      | 133 |
| <b>Figura 60</b> Vista general de un metadato del catálogo.....                                                                                                                                   | 134 |
| <b>Figura 61</b> Interfaz del catálogo de metadatos generado.....                                                                                                                                 | 134 |
| <b>Figura 62</b> Módulo autores del geoportal. ....                                                                                                                                               | 135 |
| <b>Figura 63</b> Interfaz del geovisor del geoportal.....                                                                                                                                         | 136 |
| <b>Figura 64</b> Herramientas de la interfaz del geovisor del geoportal. ....                                                                                                                     | 136 |

## Resumen

Partiendo de la premisa de que las actividades ilícitas, reportadas y registradas por el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, tuvieron cabida en un lugar y tiempo determinado, su análisis espacial y temporal puede constituirse como una herramienta de apoyo para el monitoreo delictivo a fin de mejorar la seguridad ciudadana. A razón de ello, el presente proyecto caracteriza la distribución espacial de actividades ilícitas relacionadas a robo, venta-consumo de droga, libación en espacios públicos y altercados en la parroquia Chimbacalle en el período 2018 - 2020. Posteriormente, se analizaron espacialmente los mecanismos de alerta implantados en el sector, los resultados indican que existen cámaras de videovigilancia y alarmas comunitarias que se deben reubicar; además, basándose en criterios geográficos, se desarrolló una propuesta para su densificación con la finalidad de optimizar y maximizar el área de cobertura dentro de la parroquia, logrando así elevar los porcentajes de asistencia ante una emergencia del 38,63% al 82,79% para las cámaras y del 39,42% al 73,37% para las alarmas. Por otra parte, considerando que el libre acceso a la información a través de tecnologías web mapping es una necesidad creciente por parte de la ciudadanía y que, permite a las instituciones tener una mejor gestión de dicha información; se ha desarrollado, a partir de herramientas de software libre, un geoportal que facilite la visualización y descarga de las coberturas cartográficas resultantes de los análisis espaciales efectuados.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **SEGURIDAD CIUDADANA**
- **CUENCAS VISUALES**
- **COCIENTE DE LOCALIZACIÓN**
- **GEOPORTAL**
- **LEAFLET**

## **Abstract**

Starting from the premise that the illicit activities, reported and registered by the Integrated Security Service ECU 911, took place in a specific place and time, its spatial and temporal analysis can be constituted as a support tool for criminal monitoring in order to improve citizen security. Because of this, this project characterizes the spatial distribution of illicit activities related to theft, sale-drug use, libation in public spaces and altercations in the Chimbacalle parish in the period 2018 - 2020. Subsequently, the alert mechanisms implemented in the sector were analyzed spatially, the results indicate that there are video surveillance cameras and community alarms that must be relocated; In addition, based on geographical criteria, a proposal was developed for its densification in order to optimize and maximize the coverage area within the parish, thus raising the percentages of assistance in an emergency from 38.63% to 82.79% for cameras and from 39.42% to 73.37% for alarms. On the other hand, considering that free access to information through web mapping technologies is a growing need for citizens and that it allows institutions to better manage said information; Based on free software tools, a geoportal has been developed that facilitates the visualization and downloading of the cartographic coverages resulting from the spatial analyzes carried out.

### **KEYWORDS:**

- **CITIZEN SECURITY**
- **VIEWSHED**
- **LOCATION QUOTIENT**
- **GEOPORTAL**
- **LEAFLET**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### Antecedentes

La delincuencia es una de las principales problemáticas que afectan a un territorio y a sus habitantes, en el caso de Quito, ciudad capital de Ecuador, su incidencia y distribución ha sido analizada mayormente desde perspectivas sociológicas con enfoques económicos, sociales y demográficos empleando análisis estadísticos, mientras que su análisis espacial se ha limitado a contadas investigaciones (Cabrera, Jiménez, & Melo, 2019). Por otro lado, es pertinente mencionar que no existen actualmente estudios delincuenciales a escalas más específicas como parroquias o barrios y que además integren el componente espacial en la web (Falconi, 2018).

En este sentido, sabiendo que las actividades ilícitas reportadas y registradas por el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 tuvieron cabida en un lugar y tiempo determinado, se parte de la premisa de que su análisis espacial y temporal podría constituirse como una herramienta de apoyo para la implementación de medidas preventivas efectivas ante la problemática delincencial (Dávalos, 2019).

En cuanto a la parroquia Chimbacalle, es una parroquia emblemática de la capital ecuatoriana. Posee sitios representativos tales como: el estadio de Chimbacalle, la estación tren, el teatro México, iglesias y además bienes inmuebles declarados patrimonio cultural. Sin embargo, en los últimos años la cohesión social y la seguridad ciudadana se ha visto deteriorada en el sector.

Sumado a ello, la precaria implementación de mecanismos de alerta y la tardía respuesta por parte de los elementos policiales, ha generado zonas, aún no delimitadas, donde

existe una elevada incidencia de delitos y agrupación de bandas delictivas; concibiendo en la población una baja percepción de seguridad.

Por otro lado, abordando la creciente tendencia de interoperabilidad de los datos geográficos a través de aplicativos en la web empleando software libre, a nivel de Latinoamérica se han desarrollado estudios que integran soluciones web mapping para combatir la delincuencia. En Argentina por ejemplo, en el año 2020 Garbarini y otros desarrollan un estudio titulado “Sistema de información geográfica para la gestión y análisis del delito (SIGADE) en áreas urbanas”, en el que se implementa un sistema basado en tecnologías SIG, web y móvil open source que permite a partir de una denuncia registrar un delito y visualizar información delictiva, permitiendo conocer patrones de comportamiento común que posibiliten el establecimiento de nuevas políticas y acciones para combatir el delito.

En este contexto, en el año 2004, Ecuador empieza a trabajar en el desarrollo de tecnología espacial con la creación del Concejo Nacional de Geoinformática (CONAGE), iniciativa que nace bajo decreto ejecutivo Nro. 2250 y en el que se establece la promoción de servicios de información geoespacial, con el propósito de disminuir la duplicidad de trabajos, así como el desperdicio de recursos económicos y humanos en la captura de la información geográfica (Astudillo, 2018). Consecuentemente a partir del 10 de abril del 2008, la política gubernamental en Ecuador potencia el uso de herramientas de software libre como un pilar fundamental para la soberanía y autonomía tecnológica nacional (Bonilla, 2016).

Como resultado de estos esfuerzos, actualmente en el país se han desarrollado importantes avances en torno a la generación de aplicativos en la web que buscan integrar la información delictual y reducir los índices de criminalidad del país. Es así como a través del Ministerio del Interior en el año 2012 se crea un sistema de información de seguridad ciudadana

en línea denominado David20i2, dicho sistema es una aplicación web en tiempo real que se constituyó como un potente insumo para el análisis de información criminológica. Entre las potencialidades de dicho aplicativo web se destacan sus filtros de búsqueda jerárquicos capaces de proporcionar información por períodos de tiempo, en cuanto a su escala de representación abarca desde el nivel de subcircuito hasta el de nación (Ministerio del Interior, 2014).

Como se ha mencionado, el sistema “David” resuelve en gran medida problemas como la falta de integración de información delictual a nivel nacional, así como la dificultad de acceso, y consulta de dicha información, sin embargo, no contiene información de delitos procedente del SIS ECU 911. Sumado a ello, el sistema está diseñado como un geoportal de uso institucional cuyo acceso se permite únicamente por medio de un usuario y contraseña, lo que significa que la ciudadanía o el público en general no puede hacer uso del aplicativo para consultar, visualizar o descargar información delictiva.

De manera similar en el año 2016 la Fiscalía General del Estado buscando eliminar dificultades en torno a la recopilación, sistematización, consolidación y socialización difusa de la información, implementa la herramienta web denominada delitoscopio (Fiscalía General del Estado, 2016), sin embargo, si bien la implementación del geoportal permitió mejorar la disponibilidad de información delictual en línea con cobertura nacional y acceder de manera eficiente a las estadísticas descriptivas y cartografía automática generadas por la institución, nuevamente el carácter privado de los datos representa un limitante para la difusión de carácter libre de la información.

A la luz de los temas antes mencionados y considerando que para las principales instituciones gestoras de la información delictiva gran parte de los datos que manejan son considerados reservados, el objetivo del presente estudio consiste en desarrollar e implementar

un geoportal con productos del análisis de la información delincriminal de la parroquia de Chimbacalle tales como: zonas calientes de ocurrencia de delitos y una propuesta de reubicación y densificación óptima de cámaras de videovigilancia y alarmas comunitarias. Información que pretende ser una herramienta de apoyo para los efectivos policiales encargados de preservar la seguridad de los habitantes y un insumo que aporte en la adopción de medidas preventivas en apoyo a la seguridad ciudadana.

### **Planteamiento del Problema**

#### ***Macro***

En el mundo entero, el monitoreo delictivo en el espacio geográfico ha resultado ser de gran utilidad y ha sido aplicable tanto en el sector público como en el privado. El análisis espacial de eventos delictivos ha favorecido a la hora de tomar decisiones acertadas en temas de seguridad, como por ejemplo la implementación de mecanismos de alerta (cámaras, alarmas comunitarias, botones de auxilio etc.), mejorar el patrullaje policial o al construir unidades de vigilancia, especialmente en los lugares en donde se requiere mejorar la eficiencia, optimizar recursos y maximizar el área de cobertura (Salcedo, Suarez, Estevez, & Gomez, 2020).

En América latina, la aplicación de sistemas de información geográfica para mejorar los sistemas que monitorean la seguridad de las personas es escasa, los estudios realizados son insuficientes evidenciando la necesidad de explorar nuevas tecnologías para aplicarlas en el territorio. Cabe destacar que la problemática de la violencia, la delincuencia, la criminalidad, la inseguridad y sus formas de atención y prevención constituyen una de las preocupaciones centrales en la mayoría de los países de la región (Paz, y otros, 2014).

**Meso**

Ecuador posee una gran brecha respecto a países como Estados Unidos o China en torno al desarrollo de estudios que aborden la problemática de seguridad ciudadana e integren como parte de las soluciones un análisis espacial focalizado de delitos. Entre las falencias actuales identificadas se puede destacar que los tiempos de respuesta de los elementos policiales son tardíos e ineficientes. Además, existe una precaria implementación de mecanismos de alerta y aplicativos webs, o en su defecto estos no se encuentran en ubicaciones óptimas donde se podría potencializar el monitoreo delictivo y proteger a la ciudadanía.

En este contexto, la paz interna del país se refleja, en parte, en el índice de percepción de seguridad que entre 2012 (59,4%) y el 2016 (60,6%) apenas se incrementó en 1,2 puntos porcentuales. Este resultado muestra que los esfuerzos de la Policía Nacional por contrarrestar la delincuencia y reducir el efecto de inseguridad que esta genera, requieren de nuevas estrategias para detectar a los grupos o personas que cometen actividades ilícitas (Plan Nacional de Desarrollo, 2017 - 2021).

**Micro**

En la parroquia “Chimbacalle”, ubicada al centro-sur de Quito, las denuncias de actividades ilícitas por parte de los moradores se hacen cada vez más frecuentes (ECU 911, 2020). En la parroquia existe una precaria caracterización espacial delincencial e implementación de: cámaras de videovigilancia y alarmas comunitarias; además no se ha trabajado con herramientas web que permitan optimizar el monitoreo delictivo y que al mismo tiempo representen una fuente de información para los efectivos policiales encargados de preservar y velar por la seguridad de la ciudadanía.



En cuanto a las causas son diversas, entre las principales cabe mencionar que en los últimos años no ha existido un análisis espacial de delitos en el sector a razón de que no hay el presupuesto necesario. Sumado a ello, existe descuido por parte de las autoridades, desinterés en el tema y desconocimiento de técnicas que brinden soluciones ante esta problemática social.

Por lo tanto, las consecuencias que se presentan son graves, como aglomeración de pandillas, venta y consumo de drogas, muertes prematuras por asaltos en el sector, mayor inseguridad ciudadana, alto índice delincencial, consecuencias psicológicas y temor en la población.

Con relación a lo planteado, el aporte que se plantea es: Analizar espacialmente el sistema de monitoreo delictivo del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 para establecer una propuesta de reubicación y densificación de los mecanismos de alerta en ubicaciones óptimas, además de crear un geoportal que permita visualizar la distribución espacial de eventos ilícitos y la distribución propuesta en la parroquia Chimbacalle con el fin de mejorar la seguridad ciudadana.

### **Justificación e Importancia**

El estudio propuesto sintetiza el aporte teórico de diversos estudios tanto a nivel mundial como local, estudios que hacen referencia al análisis espacial de información delictiva para mejorar su monitoreo y gestión empleando herramientas geoespaciales, así como también a metodologías para la elaboración de visores web en producción que permiten resolver la problemática de acceso, difusión y gestión de su información. No obstante, el aporte sustancial del presente estudio consiste en poder identificar patrones delictuales a escala parroquial, establecer una propuesta para la reubicación o densificación de mecanismos de alerta basándose en su análisis espacial y publicar la información espacial generada a través de un

geoportal, estableciendo una línea base para la implementación de la metodología propuesta en otros sectores de la ciudad y el país.

Por otro lado, su implementación permitirá a las autoridades desarrollar y aplicar herramientas geo-informáticas para la ubicación óptima de mecanismos de alerta, el monitoreo de la ocurrencia delictiva y la óptima gestión de la información espacial. Por otro lado, con la caracterización espacial delincuencia y la implementación del geoportal los efectivos policiales de las UPC barriales del sector podrán adoptar medidas preventivas dirigidas a combatir la delincuencia en el sector.

Además, el presente estudio contribuirá en la protección de los bienes y recursos económicos de los moradores y visitantes del sector al evitar la incidencia de delitos, contribuyendo así, a disminuir las pérdidas económicas de los bienes de un individuo.

En cuanto al ámbito social a razón de que se trabajará con una parroquia emblemática del centro-sur de la capital que se encuentra envuelta en una de las principales problemáticas del país, la inseguridad; debido principalmente a la delincuencia, la venta-consumo de droga y consumo de alcohol en las vías públicas del sector. Al mismo tiempo, a nivel social la implementación del geoportal podría contribuir al monitoreo delictivo, esperando que la ocurrencia criminal disminuya en la parroquia y la cohesión social aumente, evitando pérdidas materiales y vidas humanas, de manera que la ciudadanía se sienta segura al transitar por las calles.

El estudio propuesto también cuenta con una justificación metodológica e investigativa porque aportará con un geoportal, a la vez que los resultados y las metodologías planteadas darán pie a que se continúen los estudios en el campo de la seguridad ciudadana, de manera que se pueda extender su alcance a diferentes zonas de estudio.

### **Descripción del área de estudio**

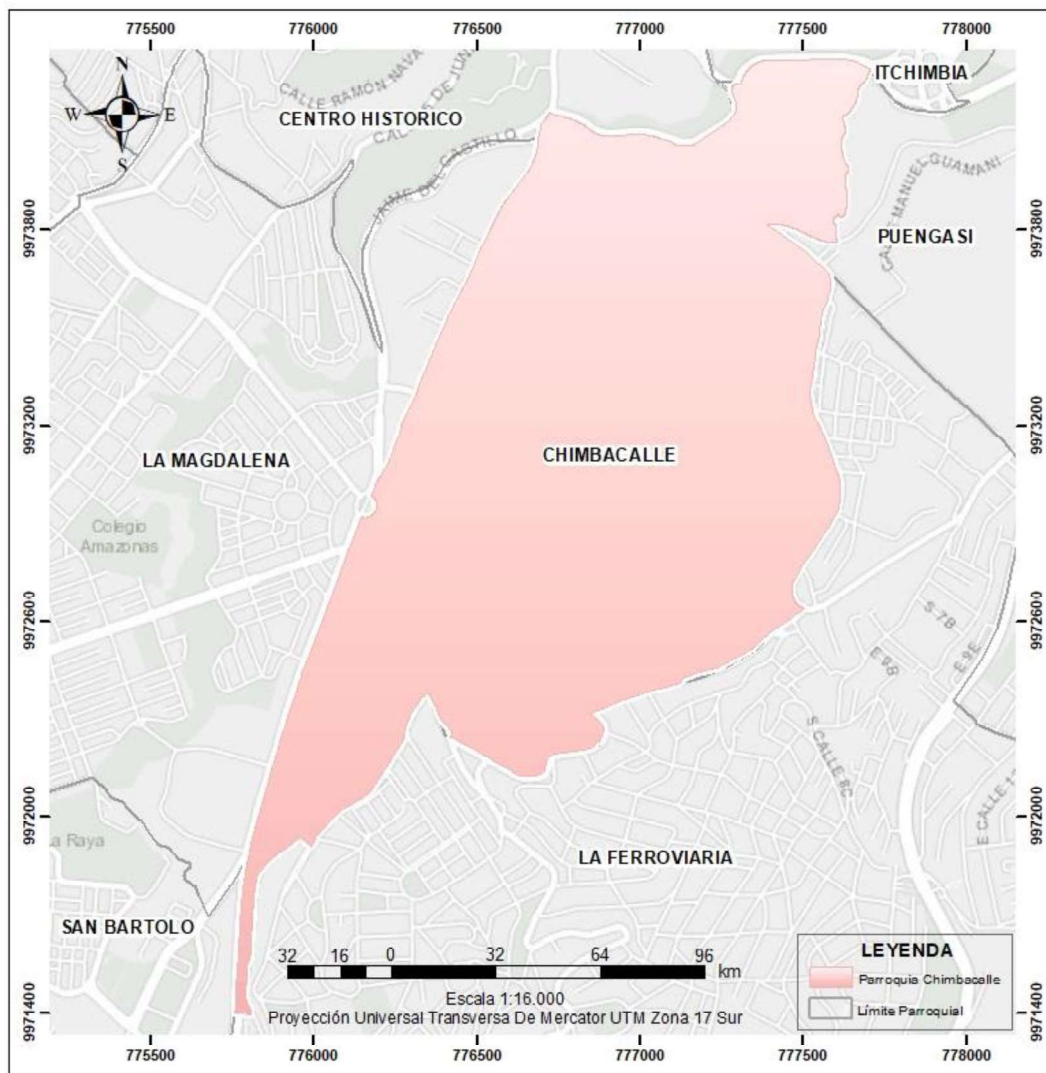
El área de estudio de la presente investigación corresponde a la parroquia urbana Chimbacalle, la cual posee un área aproximada de 241,7 Ha con un total de 39.820 habitantes y una densidad promedio de 164 hab/Ha según cifras del INEC (2010). Se encuentra ubicada en Ecuador, en la provincia de Pichincha, al sur del Distrito Metropolitano de Quito y forma parte de la Administración Zonal Eloy Alfaro. Limita al norte con las parroquias Centro Histórico, Itchimbía y Puengasí, al este, con las parroquias Puengasí y La Ferroviaria, al sur, con las parroquias San Bartolo y la Ferroviaria y al oeste con la parroquia La Magdalena (ver Figura 1).

De acuerdo con el Comité Nacional de Límites Internos CONALI, a través de la Secretaría de Territorio y Vivienda para el año 2020 la división administrativa del sector comprende los barrios Chimbacalle, Chiriyacu Bajo, Chiriyacu Central, Chiriyacu Medio, México, Pío XII, Los Andes y Luluncoto. Cabe mencionar que al consultar en varias fuentes oficiales de información se identificó ambigüedad en cuanto a los límites barriales de la parroquia, debido a que estos se han ido modificando a través del tiempo a pedido de los dirigentes barriales.

En el Informe técnico de delimitación de barrios de la administración zonal Eloy Alfaro se argumenta que se plantea solicitar a los organismos competentes siendo uno de estos el CONALI, realizar cambios para modificar los límites actuales oficiales del barrio Chimbacalle, así como la posibilidad de anexar a la parroquia Chimbacalle los barrios de Luluncoto Alto y Unión de Ciudades que pertenecen actualmente a la parroquia Ferroviaria (Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda, 2020).

Figura 1

Ubicación del área de estudio



MAPA DE UBICACIÓN RESPECTO A LA PROVINCIA



MAPA DE UBICACIÓN RESPECTO A QUITO



## **Objetivos y Metas**

### ***Objetivo General***

Analizar espacialmente el sistema de monitoreo delictivo del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 e implementar un geoportal que permita visualizar los productos cartográficos obtenidos como apoyo a la seguridad ciudadana en la parroquia “Chimbacalle” empleando herramientas geo-informáticas de software libre.

### ***Objetivos Específicos***

- Organizar y estandarizar la información recopilada para generar una base de datos geográfica empleando QGIS y PostGIS.
- Analizar la distribución espacial de actividades ilícitas relacionadas a robo, venta-consumo de droga, libación en espacios públicos y altercados en la parroquia Chimbacalle para determinar patrones espaciales, empleando operadores de vecindad.
- Analizar la cobertura y el alcance de las cámaras de videovigilancia y alarmas comunitarias que existen en la parroquia Chimbacalle, empleando herramientas geo-informáticas para establecer una propuesta para su reubicación y densificación para una óptima y máxima cobertura.
- Generar metadatos empleando el software geonetwork para facilitar la identificación de información de las coberturas geográficas que conforman la base de datos PostGIS, en función del Perfil Ecuatoriano de Metadatos.
- Implementar desde la base de datos geográfica los servicios web: WMS y WFS en el servidor de mapas, mediante herramientas de software libre para facilitar el acceso, visualización y descarga de la información geográfica generada.
- Desarrollar un geoportal que permita visualizar y descargar la información espacial generada, empleando el complemento de software libre leaflet, para contribuir a la

seguridad ciudadana de la parroquia Chimbacalle y facilitar el acceso a información geográfica de actividades ilícitas estableciendo permisos de acceso.

### **Metas**

- Una base de datos geográfica PostGis con la información geográfica recopilada y estandarizada.
- Doce coberturas geográficas de densidad de actividades ilícitas de la parroquia Chimbacalle, tres coberturas de actividades ilícitas relacionadas a robos, tres coberturas de actividades ilícitas relacionadas a venta-consumo de droga, tres coberturas de actividades ilícitas relacionadas a libación en espacios públicos y tres coberturas de actividades ilícitas relacionadas a altercados, todas las coberturas se realizarán para los años 2018, 2019 y 2020 a escala 1:5000.
- Una cobertura de la distribución espacial de los mecanismos de alerta del Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 en la parroquia Chimbacalle.
- Metadatos de las coberturas geográficas generadas.
- Un modelo de distribución espacial para la reubicación o implementación óptima de los mecanismos de alerta: cámaras de videovigilancia y alarmas comunitarias en la parroquia Chimbacalle.
- Un catálogo de los geoservicios web generados (WMS y WFS) para las capas de información de actividades ilícitas obtenidas, así como para la información geográfica base relevante empleada para el análisis espacial de actividades ilícitas en la parroquia Chimbacalle.
- Un geoportal que facilite el acceso y visualización de las coberturas de densidad de actividades ilícitas generadas y la ubicación propuesta para la reubicación o implementación de los mecanismos de alerta analizados.

**Área de Influencia**

El proyecto se desarrolló en los barrios (Chimbacalle, Chiriyacu Bajo, Chiriyacu Central, Chiriyacu Medio, México, Pío XII, Los Andes y Luluncoto), pertenecientes a la parroquia Chimbacalle, Administración Zonal Eloy Alfaro del Distrito Metropolitano de Quito.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **Seguridad Ciudadana**

La seguridad ciudadana se puede definir como la preocupación por la calidad de vida y la dignidad humana en términos de libertad, acceso al mercado y oportunidades sociales (Ponce, 2016). Se pueden constituir como amenazas a la seguridad ciudadana la pobreza, la falta de oportunidades, el hambre, la falta de empleo, el deterioro ambiental, la represión política, la violencia, la criminalidad y la drogadicción (ILPES, 1997).

Desde otro enfoque, se plantea que la seguridad ciudadana tiene como principal consideración el poder circular libremente por las calles sin temer a ningún tipo de agresión violenta. Es decir, la seguridad vendría a ser una creación cultural que implica una forma igualitaria de sociabilidad (PNUD, 1998).

En palabras de Eastman, el concepto de seguridad ciudadana se refiere a la garantía que deben tener todos los habitantes de las ciudades y del campo para que sus vidas, su integridad física, psicológica y sexual, sean respetadas y protegidas. Además de tener el derecho de poder disfrutar de los espacios públicos y caminar libremente sin miedo alguno a que sus pertenencias les sean arrebatadas, a no ser intimidados y a confiar en las demás personas (Concha-Eastman, 2002).

Así pues, se pueden distinguir dos tipos de inseguridad: la inseguridad objetiva y la inseguridad subjetiva. La inseguridad objetiva, se define como la probabilidad de ser víctima de un delito y está relacionada con las variables como edad, género, rutinas, vivienda, trabajo, pertenencia a una clase social, etc. Mientras que la inseguridad subjetiva, es producto de la construcción social, en otras palabras, generar un miedo asociado a los rumores de las personas



o por la visualización de noticias relacionadas a delincuencia en los medios de comunicación (Pegoraro, s.f).

### **Servicio integrado de seguridad ECU 911**

Con sus siglas SIS ECU 911, es el servicio de respuesta inmediata e integral ante emergencias. Tiene como misión, gestionar en todo el territorio ecuatoriano, la atención de situaciones de emergencia reportadas por la ciudadanía a través del número 9-1-1 y las que se generen por el monitoreo de cámaras de videovigilancia. Actúan mediante el despacho de recursos de respuesta especializados pertenecientes a organismos públicos y privados articulados al sistema con la finalidad de contribuir de manera permanente a la consecución y mantenimiento de la seguridad integral ciudadana (ECU 911, s.f).

El servicio de videovigilancia del ECU 911, utiliza la tecnología para monitorear las actividades que puedan generar situaciones de riesgo. A través de cámaras, pueden supervisar los lugares públicos con la finalidad de brindar apoyo a la seguridad ciudadana. A escala nacional, existen alrededor de 4.779 cámaras de videovigilancia instaladas y operativas (ECU 911, s.f).

### **Análisis espacial del delito mediante mapas**

La Geografía tiene un importante potencial explicativo al identificar patrones delictivos, desde un enfoque espacial, se pueden crear modelos basados en las relaciones entre delincuencia, territorio y sociedad, lo cual permite que se proporcionen directrices que contribuyan a la prevención y planificación de la intervención de las autoridades competentes (Montero , 2014).

Los orígenes de la geografía del crimen se remontan a los años 1824 – 1890, en Francia, exactamente en la Escuela Cartográfica de Criminología. Esta escuela dió paso a importantes aportes dentro de esta temática, específicamente en el desarrollo de mapas para poder

representar los índices delincuenciales, luego se extenderían a países europeos (Shuterland & Cressey, 1970).

La localización geográfica del delito, a través de coberturas o mapas, es una herramienta muy útil para gestionar y relacionar datos delictivos con datos geográficos. El resultado es una imagen bi o tri-dimensional (mapa) que proporciona al lector diversa información útil sobre la relación entre el crimen y el espacio, en otras palabras, el mapa del crimen ofrece la oportunidad de ser proactivos en el desarrollo de soluciones a los problemas delincuenciales, además, mediante la ubicación geográfica de personas, lugares, datos de diferentes fuentes y demás, es posible identificar patrones (Weisburd & Mcewen, 1998).

Si bien es cierto, los registros oficiales de las actividades ilícitas cometidas no dan cuenta de la realidad del fenómeno en general; sin embargo, no debemos desestimarlos (Pavarini, 1995). Gran parte de los delitos no se denuncian, lo que constituyen a lo que se llama “la cifra negra”. No obstante, los hechos reportados y registrados muestran una tendencia creciente año tras año y brindan una idea de lo que está sucediendo. Es por esto que cada vez más departamentos de policía utilizan los sistemas de información geográfica para el análisis de delitos en Estados Unidos (Marhuenda, 2017).

En términos generales “Crime mapping” o Mapeo del crimen, es el proceso por el cual se utilizan los sistemas de información geográfica para analizar los diferentes tipos de delitos con la finalidad de prevenir y predecir acciones criminales. Además, con este método se pueden realizar análisis de: factores espaciales y temporales, patrones, tendencias, generar informes, seleccionar tipologías delictivas, entre otros, todos ellos con el fin de contribuir a la seguridad ciudadana (Marhuenda, 2017).

En los SIG es posible comparar localizaciones de determinados delitos con distintas variables que pueden provenir de diferentes bases de datos como el censo de habitantes,

planificación urbanística, registro de locales comerciales, uso de suelo, etc. Por ello, este método se convierte en una potente herramienta de prevención del delito (Marhuenda, 2017).

### **Áreas de aplicación de los productos cartográficos del delito**

Las coberturas geográficas del delito poseen tres funciones fundamentales: 1) Facilitar el análisis espacial de las actividades ilícitas y otros eventos a través de un sistema visual y estadístico; 2) Fucionar diferentes fuentes de información mediante un conjunto común de variables geográficas; 3) Proporcionar mapas que ayudan a comunicar los resultados de los análisis sobre delincuencia u otros tipos de eventos (BOBA, 2005).

Por todo lo antes mencionado, el mapa delictivo puede jugar un papel fundamental en el proceso de control y reducción de actividades ilícitas, mediante de la recopilación, seguimiento y evaluación de datos (Martínez J. , 2017). Tambien, actua como un importante instrumento en las etapas de: prevención del delito, identificación de problemas, optimización de la distribución de recursos policiales, proyectos de reducción de delitos, etc (Vázquez C. , 2013).

En general, debemos recordar el valor que los mapas tienen como instrumentos para la planificación del territorio. El trabajar sobre ellos nos ayuda a comprender mejor nuestro entorno e identificar deficiencias y aspectos a mejorar. Además, el hecho de que los propios ciudadanos puedan emplear este medio para realizar sus propios aportes, demandas y expresar su disconformidad respecto a decisiones políticas, lo convierte en un instrumento clave para la participación ciudadana en la sociedad digital (Subires, 2012).

### **Mecanismos de alerta para el monitoreo delictivo**

La instalación de mecanismos de alerta, como cámaras de videovigilancia y alarmas comunitarias, para protegerse de la inseguridad se consideran como parte de la política pública de prevención del delito cuyo objetivo principal es el de reducir las oportunidades e incentivos

para los transgresores, maximizando los riesgos de que sean atrapados y minimizando los beneficios del delito mediante técnicas, como por ejemplo, diseñar entornos satisfactorios en los espacios públicos y la vivienda (UNODC, 2010).

Un Sistema de Videovigilancia (SVV) se puede definir como una herramienta tecnológica que, a través de cámaras de video ubicadas en puntos estratégicos e interconectadas entre sí, permiten asistir el despliegue policial, la prevención del crimen, la atención de emergencias y la procuración de la justicia (SESNSP, 2017).

Por otro lado, una alarma comunitaria se concibe como un mecanismo que se activa ante la presencia de un evento de peligro o riesgo, con la finalidad de alertar a los usuarios de una determinada zona. Cabe destacar que existen alarmas comunitarias o vecinales instaladas por los gobiernos locales gracias a los recursos públicos, estas se han ubicado en las viviendas con la autorización de los moradores y pueden ser activadas mediante pulsadores para alertar la presencia de alguna actividad ilícita (Jasson, 2018).

Es posible identificar diferentes tipos de cámaras de videovigilancia y alarmas comunitarias, estas se instalan con fines de seguridad para proteger y mejorar las oportunidades de vida (Lyon, 2002). Además, su presencia disuade el delito y asiste al despliegue de las autoridades competentes (Jasson, 2018). No obstante, su efectividad puede variar de acuerdo con criterios geográficos y tipos de delitos (Welsh & Farrington, 2002).

### **Cociente de localización**

El cociente de localización (LQ) ha sido aplicado en distintas disciplinas como economía, ordenamiento del territorio, salud; asimismo, se ha aplicado en el campo de la criminología para identificar la ubicación y concentración de diversas actividades en el espacio geográfico (Brantingham & Brantingham, 1998).

Este sirve para indicar la concentración de una actividad dentro de un área de estudio, además, es una medida relativa sin dimensión. Cuando el valor es menor a 1, indica que la proporción de dicha actividad está por debajo de la tendencia normal en comparación con toda el área de estudio; mientras que cuando el valor es mayor que 1, aquella actividad está por encima de la tendencia normal (Brantingham & Brantingham, 1998).

Al mismo tiempo, si el valor de LQ está por encima de 1, indicará el porcentaje por encima de la tendencia normal, es decir, si un área pequeña dentro de la zona de estudio presenta un valor de 1.5, significará que tiene una tendencia un 50% más alta que la tendencia normal de delitos con relación a toda la zona de estudio (Brantingham & Brantingham, 1998).

$$LQ = \frac{\frac{d}{a}}{\frac{D}{A}} \quad (1)$$

Donde:

$d$  = Actividades ilícitas dentro del área de cobertura de un mecanismo de alerta.

$a$  = Área de cobertura del mecanismo de alerta.

$D$  = Actividades ilícitas en toda el área de estudio.

$A$  = Área total de la zona de estudio.

Asimismo, posee un gran valor en la investigación sobre la predicción de patrones delictivos, permite desarrollar variables predictoras que reflejan la actividad en un entorno geográfico. En particular, se puede usar como un indicador de lo que atrae a las personas para que vayan a un determinado lugar, traduciendo a criminología se puede expresar como: lugares a donde los delincuentes se trasladan porque presentan altas oportunidades para cometer un delito (Brantingham & Brantingham, 1998).

Conviene subrayar que se debe analizar la variación del LQ de un periodo de tiempo a otro, esta variación se conoce como la Diferencia del Cociente de Localización (DLQ). Si el

resultado es un valor positivo, significa que ha existido un incremento de actividad y viceversa; si el resultado es cero, indica que la actividad permanece constante (Brantingham & Brantingham, 1998).

### **Sistema de Información Geográfica (SIG)**

Un sistema de información geográfica es aquel método o técnica de tratamiento de la información geográfica que permite combinar eficazmente información gráfica y alfanumérica para obtener información derivada. Para ello, cuenta con fuentes de información y con un conjunto de herramientas informáticas que son empleadas por un conjunto de técnicos capacitados (Domínguez J. , 2000; Zúñiga, 2016).

En este sentido se puede definir a un SIG como el conjunto de hardware, software, datos, personal técnico capacitado y procedimientos que sirven para dar solución a problemas complejos y cuyo funcionamiento integral permite la recolección, almacenamiento, procesamiento y análisis de datos georeferenciados (Antenucci, Brown, Croswell, & Kevany, 1991; López Trigal, 2015).

### **QGIS**

Se trata de un sistema de información geográfica de uso libre y código abierto, disponible para diversos sistemas operativos. Permite visualizar, crear, analizar y editar objetos geográficos, algunas de sus principales características son el soporte para la extensión espacial de PostgreSQL, el manejo de archivos vectoriales shapefile, Mapinfo, GRASS GIS, ArcInfo y el soporte para archivos raster como GeoTIFF, TIFF, JPG o GRASS (QGIS, 2021).

### **Infraestructura de datos espaciales (IDE)**

Uno de los principios comunes en el concepto IDE consiste en facilitar el acceso a la información geográfica empleando un conjunto de estándares, protocolos y especificaciones. Basado en esta premisa, son varias las definiciones encontradas en torno a este término. En

1993, el término Infraestructura de Datos Espaciales fue acuñado por primera vez por el U.S. National Research Council para referirse a un marco de tecnologías, políticas y disposiciones institucionales que, trabajando conjuntamente, facilitan la creación, el intercambio y el uso de datos geoespaciales (Maguire & Longley, 2005; Martínez J. , 2017; Sanhouse, 2018).

De acuerdo al Instituto Geográfico Nacional una IDE (2016) se define como un sistema informático que integra en la web información geoespacial, la cual es catalogada utilizando metadatos y es publicada a través de servicios web normalizados. En otras palabras, se puede definir a una IDE como un sistema virtual de información geográfica en la red conformado por un conjunto de datos geográficos, metadatos, estándares, políticas, tecnologías, personal humano y usuarios.

Dispone de una arquitectura cliente-servidor en la que los clientes hacen peticiones a un servidor, el cual almacena y procesa las peticiones realizadas por los usuarios cumpliendo una serie de normas, estándares y especificaciones que garantizan la interoperabilidad de la información geográfica y, en consecuencia, devuelve la respuesta a través de etiquetas de una página web (Bernabé & López, 2012; Martínez J. , 2017; Sanhouse, 2018).

### ***Principales servicios de la IDE***

#### ***Web Map Service (WMS)***

El servicio de mapas web (WMS) es un servicio establecido por el Open Geospatial Consortium (OGC). Permite visualizar información geográfica como mapas, ortofotos e imágenes satelitales como un archivo de imagen en formato png, gif, o jpeg (López, 2010), a través de aplicaciones de escritorio SIG o servidores de mapas web, empleando estándares abiertos como XML y HTTP (Carrascosa, 2018).

El estándar define tres operaciones:

- **GetCapabilities:** Operación obligatoria que devuelve un documento XML con las características y parámetros soportados para realizar peticiones GetMap e información asociada al servidor.
- **GetMap:** Es la operación obligatoria que devuelve un mapa cuyos parámetros geográficos y de dimensión fueron introducidos y son soportados, algunos de estos parámetros son boundingbox, la altura, el tamaño, el SRC y el nombre de la capa.
- **GetFeatureInfo:** Es una operación opcional, el servidor devuelve información sobre los atributos de los elementos cartográficos al realizar peticiones sobre una posición espacial precisa de la imagen.
- **GetLegendGraphic:** Esta operación devuelve como imagen la leyenda del mapa en el caso de estar disponible.

### ***Web Feature Service (WFS)***

El servicio web de coberturas vectoriales (WFS) es un servicio que ofrece una interfaz de comunicación que permite consultar, crear, descargar o acceder a los atributos de la información espacial de tipo vectorial en Internet usando HTTP, es decir, permite consultar y recuperar datos vectoriales y la información alfanumérica ligada a los mismos (Caballero, Brambilla, & Núñez, 2007).

Según Carrascosa (2018) este estándar se emplea para implementar servicios de descarga de una IDE, permite acceder y realizar operaciones de edición remota a las geometrías vectoriales y a sus atributos desde un cliente SIG WFS como QGIS. Para realizar estas operaciones se utiliza KML, ZIP-SHAPE o GML, un tipo de XML especial para datos geográficos y es el estándar a través del cual se transmiten la ordenes WFS.



Del estándar WFS se deriva Web Feature Service (WFS-T), el cual posibilita la edición de los datos servidos partiendo por su creación, modificación y eliminación.

El estándar OGC define más de 10 operaciones para este servicio, sin embargo, las más importantes son **GetCapabilities**, **DescribeFeatureType** y **GetFeature** (Carrascosa, 2018).

- **GetCapabilities y DescribeFeatureType:** Corresponden a operaciones de localización, **GetCapabilities** permite obtener las opciones y parámetros de petición de los objetos que se encuentran disponibles mientras que se emplea **DescribeFeatureType** para obtener una descripción sobre los elementos en el esquema XML.
- **GetPropertyValue, GetFeature y GetFeatureWithLock:** Corresponden a operaciones de consulta que permiten recuperar los objetos geográficos y sus propiedades. **GetFeature** permite también realizar consultas basándose en parámetros definidos.
- **GetFeatureWithLock y LockFeature:** Se tratan de operaciones de bloqueo que posibilitan el acceso excluyente a los objetos geográficos con la finalidad de eliminarlos o modificarlos.
- **Transaction:** Operación de transacción que permite crear, modificar, reemplazar o eliminar los objetos geográficos de un contenedor de datos.
- **CreateStoredQuery, DropStoredQuery, ListStoredQueries y DescribeStoredQueries:** Operaciones de consultas pregrabadas por el servidor que facultan al cliente para crear, listar, descargar y describir expresiones parametrizadas de búsqueda y pueden ser llamadas repetidamente.

### **Software libre para el desarrollo de geoportales**

Existen actualmente diversas aplicaciones informáticas empleadas en la construcción de un SIG Web las cuales están en constante evolución y generalmente se complementan con otras para implementar una arquitectura funcional. Free and Open Source Software (FOSS) define a un software libre u open source como un software liberado que asegura a los usuarios la libertad de su uso para cualquier propósito, modificación y redistribución. Además, permite el acceso al código fuente y su utilización no genera cargos por derechos o regalías (Yanza, 2013).

### **Sistema de gestión de bases de datos (SGDB)**

Una base de datos geográfica se diferencia de una base de datos común por el componente de ubicación que posee, en este sentido, ESRI (2019) explica que una base de datos geográfica se define como una colección de datos geográficos de diversos tipos que han sido distribuidos y organizados de manera que sirvan para una o varias aplicaciones SIG y cuyos datos comprenden asociaciones entre sus dos principales componentes: los datos espaciales y los atributos o datos no espaciales.

Las BDG por tanto, son bases de datos especializadas para el manejo de información espacial y no espacial, que pueden ser representadas gráficamente y en formato digital. Desde otro punto de vista, las BDG tienen como ventaja el modelado de relaciones espaciales de un territorio (Morales, 2001; Zúñiga, 2016).

El uso de bases de datos convencionales se ha generalizado y es actualmente accesible por cualquier tipo de software SIG existente en el mercado, sin embargo, plantea una serie de limitaciones y retos que se solventan con el uso de los sistemas gestores de bases de datos, ya que éstos añaden soporte para múltiples usuarios, un buen rendimiento para grandes conjuntos de datos y la posibilidad de realizar consultas complejas de manera rápida y sencilla (Sánchez, y otros, 2014).

Ibáñez (2014) menciona que un SGBD (Data Base Management System o sistema de gestión de bases de datos) es un programa o conjunto de programas que permite a los usuarios definir, crear y mantener las bases de datos, asegurando un acceso controlado a las mismas, su integridad y confidencialidad a la vez que sirve de interfaz entre las bases de datos y los usuarios que las utilizan.

Entre los sistemas de gestión de bases de datos de uso común se encuentra Microsoft SQL Server, Oracle, PostgreSQL, MySQL y Microsoft Access, siendo el más habitual entre los sistemas de manejo de bases de datos libres PostgreSQL y su extensión para manejo de archivos espaciales PostGIS (Radilla, 2008; Zúñiga, 2016).

### ***PostgreSQL + PostGIS***

PostGIS es una extensión espacial para PostgreSQL de uso libre, que convierte el sistema de base de datos en una base de datos espacial por medio de especificaciones SQL. Permite almacenar y operar datos en tablas relacionales y ofrece multitud de funciones para el mantenimiento y análisis espacial, por lo que se trata de una solución perfecta para el almacenamiento, gestión y mantenimiento de datos espaciales (Ochoa, Mora, & Rodríguez, 2019).

Puede ser instalada en sistemas operativos como Linux, UNIX y Windows, posee interfaces de programación desarrolladas en lenguajes de programación como C/C ++, Java, .Net, Perl, Python, Ruby, entre otros. Gracias a su extensibilidad, ha permitido la incorporación de nuevas funcionalidades encaminadas a flexibilizar y agilizar la manipulación de los datos, entre las que destacan el almacenamiento efímero y los datos JSON (PostgreSQL, 2021).

### **Servidores de mapas**

Los servidores de mapas son herramientas que permiten vincular al usuario con información geográfica (IG) a través de Internet, permiten realizar peticiones y poseen

funcionalidades similares a los SIG, tales como consultas de los servicios OGC y visualización de la información espacial. Además, soportan la interacción de la información mediante geoportales, la consulta de los atributos de la IG, la impresión y exportación de mapas, entre otras (Ruiz, 2016).

Actualmente existen varias opciones en cuanto a servidores de mapas, por un lado, se encuentran opciones que requieren inversiones de dinero considerables, como ArcIMS de ESRI y por otro, se encuentran opciones como MapServer o Geoserver que son gratuitas (Alarcón, 2013).

### ***Geoserver***

Es un servidor de mapas gratuito desarrollado por OSGeo escrito en Java para compartir datos espaciales, está diseñado bajo un sistema basado en Gotoools que permite la publicación de datos geoespaciales e implementación de geoservicios o estándares de la OGC como: WMS, WFS, WCS, WMS-C y WMT-S, diseñados para la interoperabilidad y publicación de datos espaciales desde cualquier fuente (Geoserver, 2021). Tiene la facilidad de conectarse con aplicaciones del SIG y puede presentar objetos geográficos en distintos navegadores. Posee una amplia cantidad de desarrolladores, lo que hace que este servidor sea estable y se actualice regularmente (González, Salvador, & de Ory, 2013; Astudillo, 2018).

Geoserver permite además compartir y editar información espacial mediante la interoperabilidad con otro software como PostgreSQL, Oracle Spatial, ArcSDE, DB2, MySQL, entre otros. Está desarrollado con una interfaz en HTML que permite el manejo de distintos formatos espaciales como shapefile o GeoTIFF y su conversión a KML, GML, shapefile, GeoRSS, PDF, GeoJSON, JPEG, GIF o PNG (Geoserver, 2021).

En un sentido más amplio geoserver es un servidor web multiplataforma de código abierto, diseñado para la interoperabilidad y publicación de datos de cualquier fuente de datos

espaciales con estándares abiertos que permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales.

### **Servidores de metadatos**

Los metadatos describen cada uno de los niveles jerárquicos y diferentes detalles sobre la ubicación, tipo de objetos, atributos, exactitud, nivel de detalle, época del conjunto de datos, derechos de autor, términos y condiciones para obtener acceso a la información y el propósito específico de uso.

En el entorno de las IDE, los servidores de metadatos permiten el uso de los servicios de catálogo web (WCS), desplegando información del dato en formato XML (Zúñiga, 2016).

Existen actualmente varias herramientas disponibles para la documentación y generación de metadatos, entre las opciones más populares libres se encuentran CatMDEdit, Geonetwork y M3CAT mientras que, entre los editores de metadatos con herramientas propietarias se encuentran ESRI ArcCatalog, Geomedia Catalogue, MDWeb, entre otras (Sayago, 2015).

### ***Geonetwork***

Es un software que forma parte de FOSS, permite la implementación del servicio CWS, se define como una herramienta que admite editar, administrar y acceder a los metadatos utilizando textos claves (OSGeo, 2018). Permite gestionar catálogos de recursos georreferenciados, proporciona funciones avanzadas de edición y búsqueda de metadatos e incorpora un visor web de mapas interactivo basado en estándares abiertos (Carrascosa, 2018).

Entre las principales características de este software se encuentra el acceso inmediato a la búsqueda de catálogos geoespaciales, carga y descarga de datos, gráficos, documentos, PDF y cualquier otro tipo de contenido, incorpora un visualizador interactivo de mapas en el que

mostrar conjuntamente servicios de mapas procedentes de cualquier lugar del mundo (Carrascosa, 2018).

### **Leaflet**

Es la librería JavaScript gratuita y de código abierto más popular para crear mapas web interactivos. Está diseñada teniendo en cuenta aspectos como la simplicidad, el rendimiento y la usabilidad. Funciona de manera eficiente en todas las plataformas de escritorio y móviles, se puede ampliar empleando complementos, tiene una interfaz de programación de aplicaciones (API) fácil de usar, bien documentada con un código fuente sencillo y legible a la cual se puede contribuir al ser una herramienta de uso libre (Derrough, 2013; Zúñiga, 2016).

### **Servidor web**

Denominado también servidor HTTP, cumple la función de alojar aplicaciones web-GIS, funcionando como una aplicación intermedia cuya función consiste en comunicar las peticiones del cliente con las respuestas de los servidores de aplicaciones (Mejías & Cruz, 2015).

### ***Apache Tomcat***

También denominado Jakarta Tomcat, es un servidor HTTP de uso libre y de código abierto del módulo de Java denominado servlet, que facilita la implementación de páginas y servicios web (Apache Tomcat, 2018). Funciona como un contenedor de servlets que se encarga de publicar el contenido estático de un sitio web y redirigir las peticiones dinámicas al servidor de aplicaciones Tomcat (Marcarell, 2014).

### **Geoportal**

Un geoportal es un tipo de portal web que posibilita el acceso a la información geoespacial, se compone de un visualizador e integra servicios estandarizados que permiten el acceso y descarga de conjuntos de datos espaciales (Resch & Zimmer, 2013; Gaytán, Faria, Chávez, & Cervantes, 2020).

**Visor geográfico**

Un visor geográfico es una herramienta de software que permite publicar mapas por internet o intranet, cuenta con una serie de herramientas que interactúan con el mapa. Es la herramienta principal que constituye un geoportal ya que es el medio por el cual se visualiza la información espacial de la base de datos espacial que se tiene a disposición para consultas (Domínguez & Gómez, 2016; Ochoa, Mora, & Rodríguez, 2019; Díaz & Torres, 2017).

## CAPÍTULO III

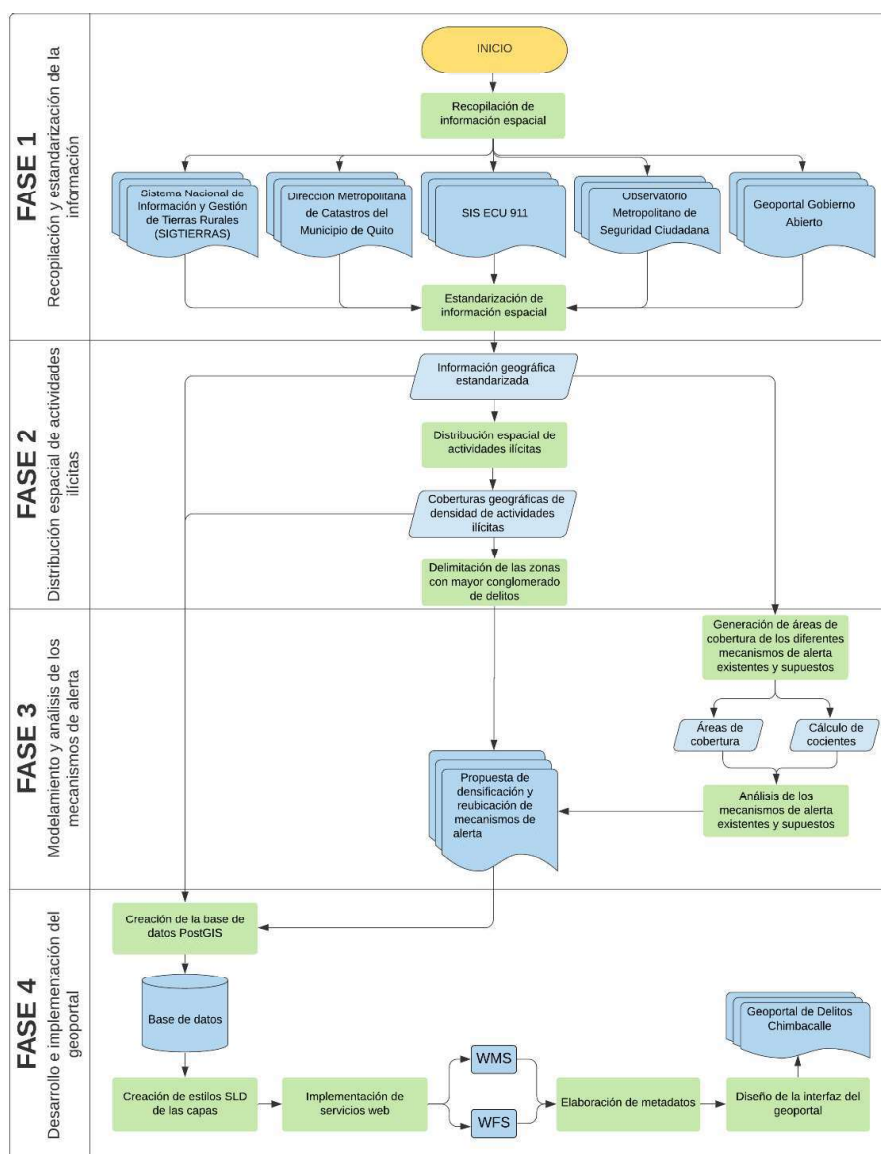
### METODOLOGÍA

#### Esquema Metodológico

La metodología empleada en el presente estudio consta de cuatro fases, mismas que se detallan y esquematizan en el flujo de trabajo presentado en la Figura 2.

**Figura 2**

*Flujograma del proceso metodológico para la propuesta de densificación y reubicación de nuevos mecanismos de alerta e implementación del geoportal.*





## FASE 1: Recopilación y estandarización de la información

A continuación, se detallan las fuentes de obtención de información para cada variable independiente utilizada en el presente estudio (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Fuentes de obtención de información para cada variable independiente*

| <b>Variable Independiente</b>                                      | <b>Fuente</b>                                                             | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ortofoto</b>                                                    | Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales (SIGTIERRAS) | Ortofoto a escala 1:5000 con resolución media del píxel del terreno de 30 cm +/- 10% de la parroquia Chimbacalle.                                                                                                     |
| <b>Modelo Digital del Terreno (MDT)</b>                            | Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales (SIGTIERRAS) | MDT con una resolución espacial de 3 metros y una precisión altimétrica de 1.5m.                                                                                                                                      |
| <b>Catastro del Distrito Metropolitano de Quito</b>                | Dirección Metropolitana de Catastros del Municipio de Quito               | Contiene un inventario de datos espaciales que guarda la geometría y la localización de las edificaciones. En su tabla de atributos incluye un campo con información del número de pisos de cada bloque constructivo. |
| <b>Ubicación espacial actual de las Cámaras de Videovigilancia</b> | Servicio Integrado de Seguridad SIS ECU 911                               | Puntos georreferenciados en coordenadas geográficas (latitud y longitud).                                                                                                                                             |
| <b>Ubicación espacial actual de las Alarmas Comunitarias</b>       | Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana                         | Puntos georreferenciados en coordenadas geográficas (latitud y longitud).                                                                                                                                             |

|                                                                                                   |                            |                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Registro de las emergencias coordinadas de seguridad ciudadana en la parroquia Chimbacalle</b> | SIS ECU 911                | Puntos georreferenciados en coordenadas geográficas (latitud y longitud) con fecha, hora y categoría de la emergencia. |
| <b>Límites administrativos parroquiales y barrios</b>                                             | Geoportal Gobierno Abierto | Información disponible en formato shapefile                                                                            |

La estandarización de la información obtenida se basó en su revisión, depuración y homologación, en primer lugar, fue necesario validar que la información proporcionada fuese fiable, para lo cual, se realizó la comprobación en campo de las alarmas de videovigilancia y alarmas comunitarias proporcionadas, en segundo lugar, se re proyectaron las capas sistema de referencia WGS\_1984\_UTM\_Zone\_17S y se homologó en nombre de los atributos de los objetos geográfico.

#### ***Mecanismos de alerta existentes***

La distribución espacial de los mecanismos de alerta fue proporcionada por las instituciones que se detallan en la Tabla 1 y corroborada en campo. Dicha información se obtuvo en coordenadas geográficas (Latitud y Longitud), por lo cual, para el presente estudio, se re proyectó al sistema de referencia WGS\_1984\_UTM\_Zone\_17S.

#### **Cámaras de videovigilancia**

La parroquia Chimbacalle actualmente es monitoreada por 17 cámaras de videovigilancia del tipo domo. La altura de cada una oscila entre 8 a 12 metros aproximadamente, cuentan con un alcance visual de 200 metros y un ángulo de giro de 360 grados.

### **Alarmas comunitarias**

En la parroquia Chimbacalle se encuentran instaladas 15 alarmas comunitarias a una altura aproximada de 10 metros y emiten un nivel de intensidad sonora de 50 decibeles.

### ***Registro de emergencias de la parroquia “Chimbacalle”***

La base de datos de las emergencias coordinadas de seguridad ciudadana de la parroquia Chimbacalle, para el presente estudio, contiene registros de los años 2018, 2019 y 2020. Es el resultado de las denuncias realizadas a la línea única de emergencias 9-1-1, así como también del registro de las emergencias capturadas por las cámaras de videovigilancia instaladas por el SIS ECU 911 en la parroquia.

Para clasificar la base de datos, se analizó la catalogación de emergencias manejada por el SIS ECU 911. Luego, se optó por seleccionar únicamente las actividades ilícitas relacionadas a: **a) Robo, b) Venta-Consumo de droga, c) Libación en espacios públicos y d) Altercados**. Por tanto, se reclasificaron las emergencias conforme a las cuatro categorías antes mencionadas (Ver Tabla 2).

### **Tabla 2**

*Reclasificación de emergencias, periodo 2018-2020.*

| Actividades ilícitas<br>Reclasificadas | Catalogación de emergencias SIS ECU 911                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Robo                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Robo</li> <li>2. Robo a carros</li> <li>3. Robo A Domicilio</li> <li>4. Robo A Entidades Públicas</li> <li>5. Robo a entidades financieras</li> <li>6. Robo A Instituciones Educativas</li> <li>7. Robo a instituciones públicas</li> <li>8. Robo a unidades económicas</li> <li>9. Robo a unidades educativas</li> <li>10. Robo a vehículos de transporte de valores</li> <li>11. Robo Accesorios De Vehículos</li> <li>12. Robo accesorios de vehículos o autopartes de vehículo</li> <li>13. Robo de bienes patrimoniales</li> <li>14. Robo De Carros</li> <li>15. Robo De Motos</li> <li>16. Robo Personas</li> <li>17. Tentativa de Robo</li> <li>18. Hurto</li> </ol> |
| b) Venta-Consumo de<br>droga           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tenencia de Drogas</li> <li>2. Comercialización de sustancias sujetas a fiscalización</li> <li>3. Consumo de sustancias sujetas a fiscalización</li> <li>4. Tenencia ilícita de sustancias sujetas a fiscalización</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| c) Libación en<br>espacios públicos    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Libadores</li> <li>1. Agresión a la autoridad</li> <li>2. Agresión Física</li> <li>3. Agresión verbal</li> <li>4. Agresiones</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| d) Altercados                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Agresiones a personas</li> <li>6. Disparos</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

- 
7. Persona herida
  8. Persona herida con objeto contundente
  9. Persona herida con arma blanca
  10. Persona herida con arma de fuego
  11. Riña
- 

*Nota:* Las emergencias fueron reclasificadas con la finalidad de focalizar el análisis espacial en categorías de actividades ilícitas consideradas de mayor riesgo para la ciudadanía y así posibilitar la identificación de patrones delictuales específicos.

## **FASE 2: Distribución espacial de actividades ilícitas**

### ***Cuantificación de actividades ilícitas***

Para analizar la distribución espacial de las actividades ilícitas en la parroquia Chimbacalle, se partió por cuantificar el total de hechos registrados con la finalidad de identificar aquellas actividades ilícitas que han ocurrido con mayor frecuencia. En la tabla expuesta a continuación, se detalla el número total de actividades ilícitas suscitadas durante el período de estudio comprendido entre los años 2018-2020 en la parroquia Chimbacalle por tipo y por año.

**Tabla 3**

*Registro de actividades ilícitas ocurridas en la parroquia Chimbacalle*

| <b>Tipo de Emergencias</b>    | <b>2018</b> | <b>2019</b> | <b>2020</b> |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Robo                          | 670         | 805         | 548         |
| Venta-Consumo de droga        | 166         | 215         | 22          |
| Libación en espacios públicos | 2285        | 1935        | 1836        |
| Altercados                    | 276         | 347         | 215         |
| <b>Emergencias Totales</b>    | <b>3397</b> | <b>3302</b> | <b>2621</b> |

En el caso particular de este estudio, se puede observar en la Tabla 3 que en el año 2020 disminuyó significativamente la cantidad de registros de emergencias asociados a venta y

consumo de droga. Se asume que dicho comportamiento, responde a las medidas restrictivas y alteraciones en el ritmo de vida habitual de los moradores a causa de la pandemia por COVID-19.

### ***Coberturas geográficas de densidad***

Las coberturas geográficas de densidad o mapas de calor se obtuvieron para cada actividad ilícita catalogada y para cada año de estudio. Se empleó la herramienta de interpolación del software Quantum GIS versión 3.10.8 con su complemento GRASS versión 7.8.3 denominada "*Mapa de calor (Estimación de Densidad de Núcleo)*", herramienta que emplea el modelo de estimación de la densidad de Kernel.

Los parámetros de configuración para ejecutar la herramienta fueron: tamaño de píxel de 0,5 m y tamaño de radio de 130 m, este último calculado a partir del promedio de los radios mínimos de las coberturas analizadas. Los radios mínimos se calcularon a partir de los promedios de las medias y de las desviaciones estándar, datos extraídos de las matrices de distancia previamente creadas para cada capa shape de puntos y exportadas en formato .csv para su análisis. Las coberturas obtenidas en formato ráster fueron reclasificadas y transformadas a capas vectoriales empleando las herramientas GRASS "*r.recode*" y "*r.to.vect*" respectivamente, cuidando preservar la resolución de píxel establecida originalmente.

## **FASE 3: Modelamiento y Análisis de los Mecanismos de Alerta**

### ***Generación del Modelo Digital de Superficie***

Para la generación del Modelo digital de Superficie, se trabajó con tres insumos: 1) Modelo Digital del Terreno (MDT), 2) Catastro, 3) Follaje de los árboles. Por lo cual, a cada insumo se lo trató de la siguiente manera:

Como el Modelo Digital del Terreno (MDT) cuenta con una resolución espacial de 3 metros para la zona de estudio, con la finalidad de poder juntar espacialmente este insumo con el resto de información; se remuestreó dicha resolución a 0.5 metros.

Luego, el shapefile del Catastro del Distrito Metropolitano de Quito, en su tabla de atributos incluye un campo con el número de pisos de cada bloque constructivo, a dicho campo se lo utilizó para calcular la altura de cada edificación existente en la parroquia. De modo que, para obtener la altura aproximada de cada una de las edificaciones, se multiplicó del número de pisos por 3 metros y se adicionó 1 metro al resultado final que representa la terraza o cubierta.

Por último, el follaje de los árboles se generó manualmente a partir de la observación y comparación de dos fuentes: 1) Ortofoto de la parroquia, 2) Mapa base de ESRI Satellite en el software QGIS. Cada árbol se georreferenció y se representó con un punto, a continuación, se agregó el atributo de altura y finalmente se creó un buffer alrededor de cada punto para asemejar el follaje de los árboles. Se corroboró el resultado en campo.

De acuerdo con la vegetación encontrada en toda el área de estudio, los árboles se clasificaron en tres grupos (Ver Tabla 4).

**Tabla 4**

*Clasificación de los árboles.*

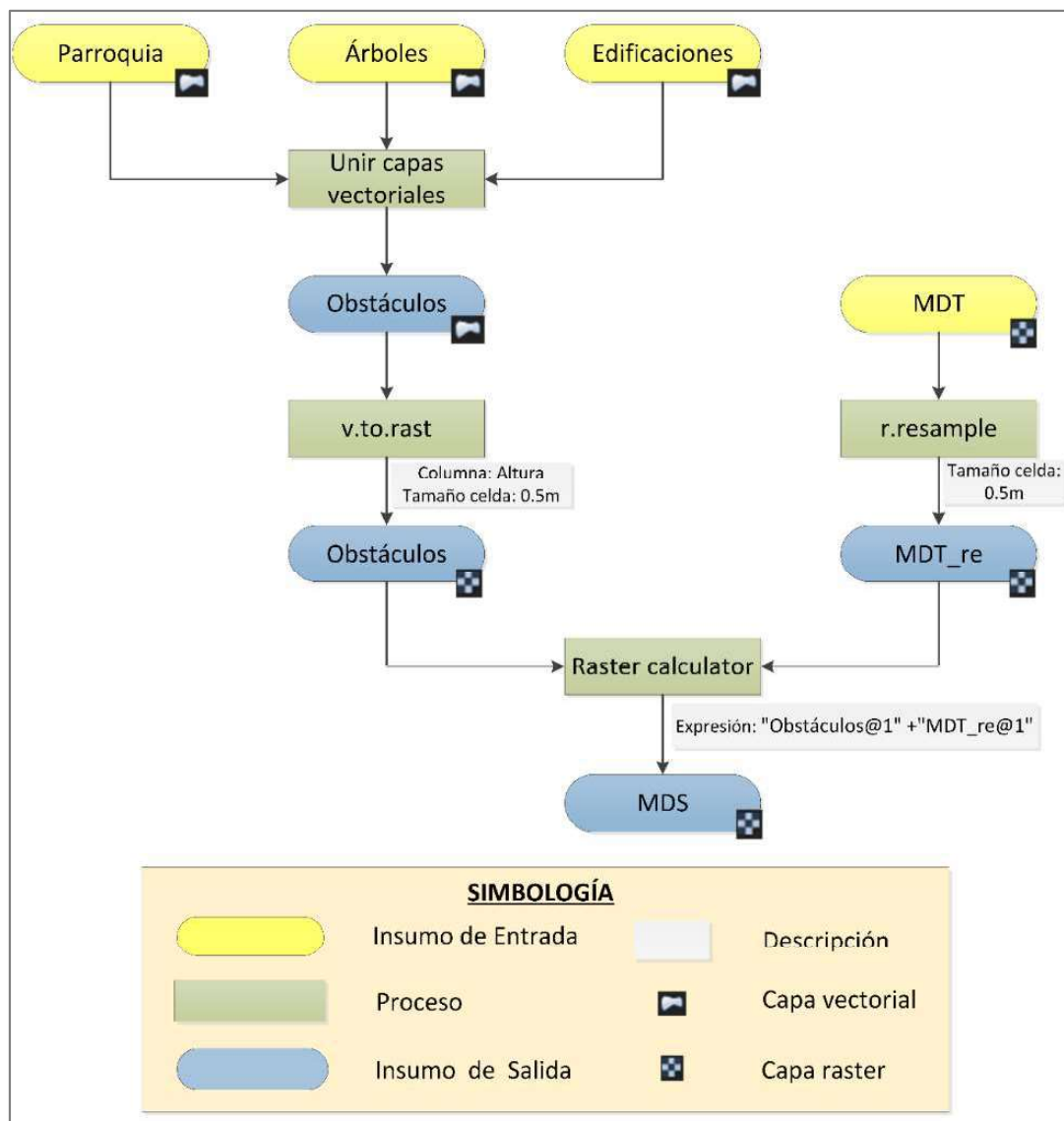
| <b>Tamaño</b> | <b>Altura (metros)</b> | <b>Buffer (metros)</b> |
|---------------|------------------------|------------------------|
| Grande        | 10                     | 6.5                    |
| Mediano       | 9                      | 3.5                    |
| Pequeño       | 2.5                    | 2                      |

Posteriormente, se unieron los dos insumos tratados (árboles y catastro) con el shapefile de la delimitación de la parroquia Chimbacalle, el resultado es un nuevo shapefile denominado "Obstáculos".

Luego, se convirtió el shapefile “Obstáculos” a formato ráster y mediante algebra de mapas con el “MDT\_re” se generó el MDS de la parroquia. El modelo cartográfico se detalla en la Figura 3.

**Figura 3**

*Modelo cartográfico para la generación del MDS en el software QGIS.*



### **Área de cobertura de las Cámaras de Videovigilancia**

Con el propósito de obtener el área de cobertura de cada una de las cámaras de videovigilancia utilizando software libre, se adaptó la metodología descrita en Betancourt



(2020). Por ello, se utilizó el software QGIS versión 3.16.8, asimismo, dentro del software se instaló el complemento “Visibility analysis” y se aplicó la metodología descrita a continuación:

Para comenzar, se crearon los puntos de observador mediante el módulo *Create viewpoints* del complemento *Visibility Analysis*, el cual crea un shapefile con nombres de campos estandarizados.

Los insumos de entrada para este primer paso fueron: MDT de la parroquia y un shapefile que en su tabla de atributos contiene información de las características técnicas de las cámaras de videovigilancia como el código de identificación (ID), altura de la cámara sobre el suelo (8-12 metros), altura de los objetivos (0), alcance visual (200 metros), área excluida alrededor del punto de observación (0), ángulo de giro inicial (0°), ángulo de giro final (360°), ángulo mínimo de visión (-90°) y ángulo máximo de visión (0°). Como resultado de este paso, se obtuvo un shapefile de nombre “Cámaras\_create”.

#### Tabla 5

*Tabla de atributos del shapefile “Cámaras\_create” que es el resultado de la creación de los puntos de observador con el módulo Create viewpoints en el software QGIS.*

| ID        | observ_h<br>gt | target_h<br>gt | radius | radius_<br>in | azim_<br>1 | azim_<br>2 | angle_do<br>wn | angle_<br>up |
|-----------|----------------|----------------|--------|---------------|------------|------------|----------------|--------------|
| UIO-010-D | 12             | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-011-D | 12             | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-012-D | 12             | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-014-D | 12             | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-133-D | 12             | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-177-D | 10             | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-203-D | 8              | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-208-D | 12             | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-334-D | 8              | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |
| UIO-335-D | 10             | 0              | 200    | 0             | 0          | 360        | -90            | 0            |

|           |    |   |     |   |   |     |     |   |
|-----------|----|---|-----|---|---|-----|-----|---|
| UIO-338-D | 10 | 0 | 200 | 0 | 0 | 360 | -90 | 0 |
| UIO-455-D | 12 | 0 | 200 | 0 | 0 | 360 | -90 | 0 |
| UIO-461-D | 12 | 0 | 200 | 0 | 0 | 360 | -90 | 0 |
| UIO-488-D | 12 | 0 | 200 | 0 | 0 | 360 | -90 | 0 |
| UIO-496-D | 10 | 0 | 200 | 0 | 0 | 360 | -90 | 0 |
| UIO-604-D | 8  | 0 | 200 | 0 | 0 | 360 | -90 | 0 |
| UIO-605-D | 8  | 0 | 200 | 0 | 0 | 360 | -90 | 0 |

A continuación, con el propósito de obtener un shapefile que contenga el área de cobertura de cada una de las cámaras de videovigilancia y representar sus líneas de visibilidad, se aplicó el algoritmo detallado en la Figura 4. Para ello, se dividió cada una de las cámaras del shapefile “Cámaras\_create” en diferentes shapefiles utilizando la herramienta *Dividir capa vectorial*.

Luego, se ejecutó el algoritmo como un proceso por lotes; los insumos de entrada fueron: 1) Shapes individuales del tipo punto que contiene la distribución espacial de cada cámara de videovigilancia, 2) Modelo Digital de Superficie (MDS), 3) MDS Modificado, 4) Grilla de puntos.

Inicialmente, dentro del algoritmo, se generó una cuenca visual a partir del MDS cuyo resultado es un ráster con valores numéricos de “0” y “1”: el “1” representa los lugares visibles por la cámara, mientras que el “0” indica los lugares no visibles. Con la herramienta *r.neighbors* se corrigieron los pixeles erróneos del proceso anterior. Posteriormente se reclasificaron los valores de pixel con la calculadora ráster, de manera que, los valores mayores a “0” tomen el valor de “1”.

Con la herramienta *r.null* se eliminaron los valores de “0”, a continuación, se rellenaron los huecos del raster y se obtuvo el área de monitoreo de la cámara de videovigilancia. Paso seguido, con la finalidad de poder realizar los cálculos posteriores, se transformó el resultado a

formato vector utilizando la herramienta *Poligonizar*. Luego, para mejorar la calidad tanto estética como cartográfica, se simplificó y se suavizó.

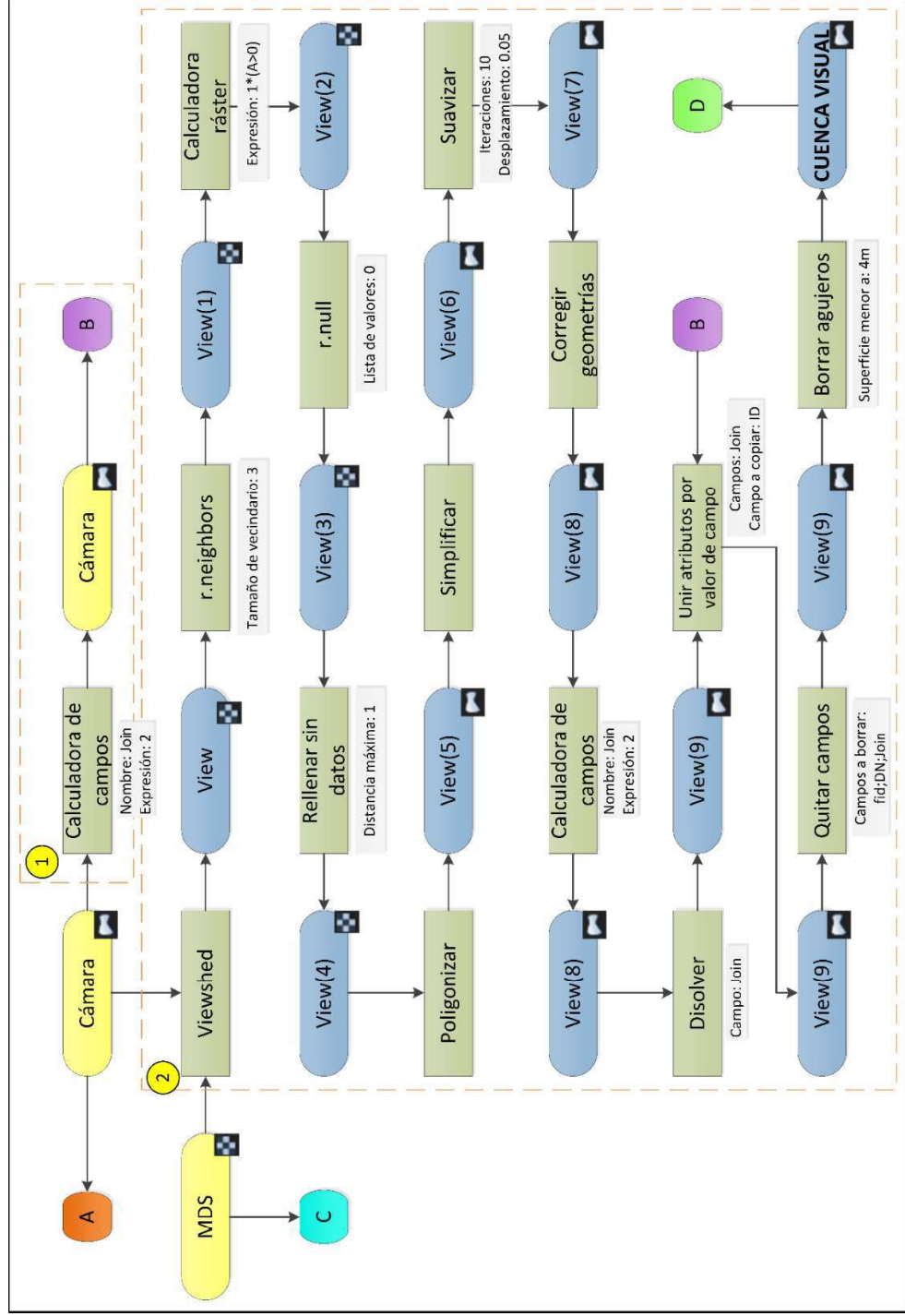
Hasta este punto se obtiene un shapefile que posee diferentes polígonos, estos representan todas las áreas de visión de una sola cámara, por ello, se creó un nuevo campo en su tabla de atributos, denominado “Join” que tiene dos propósitos: el primero, disolver dicho campo para combinar todas las geometrías en una sola; el segundo, sirve para enlazar los campos relevantes, como por ejemplo el ID al finalizar el proceso. Por último, se eliminaron los campos innecesarios, se borraron los agujeros pequeños y finalmente se obtuvo un shapefile que contiene el área de cobertura de una cámara de videovigilancia.

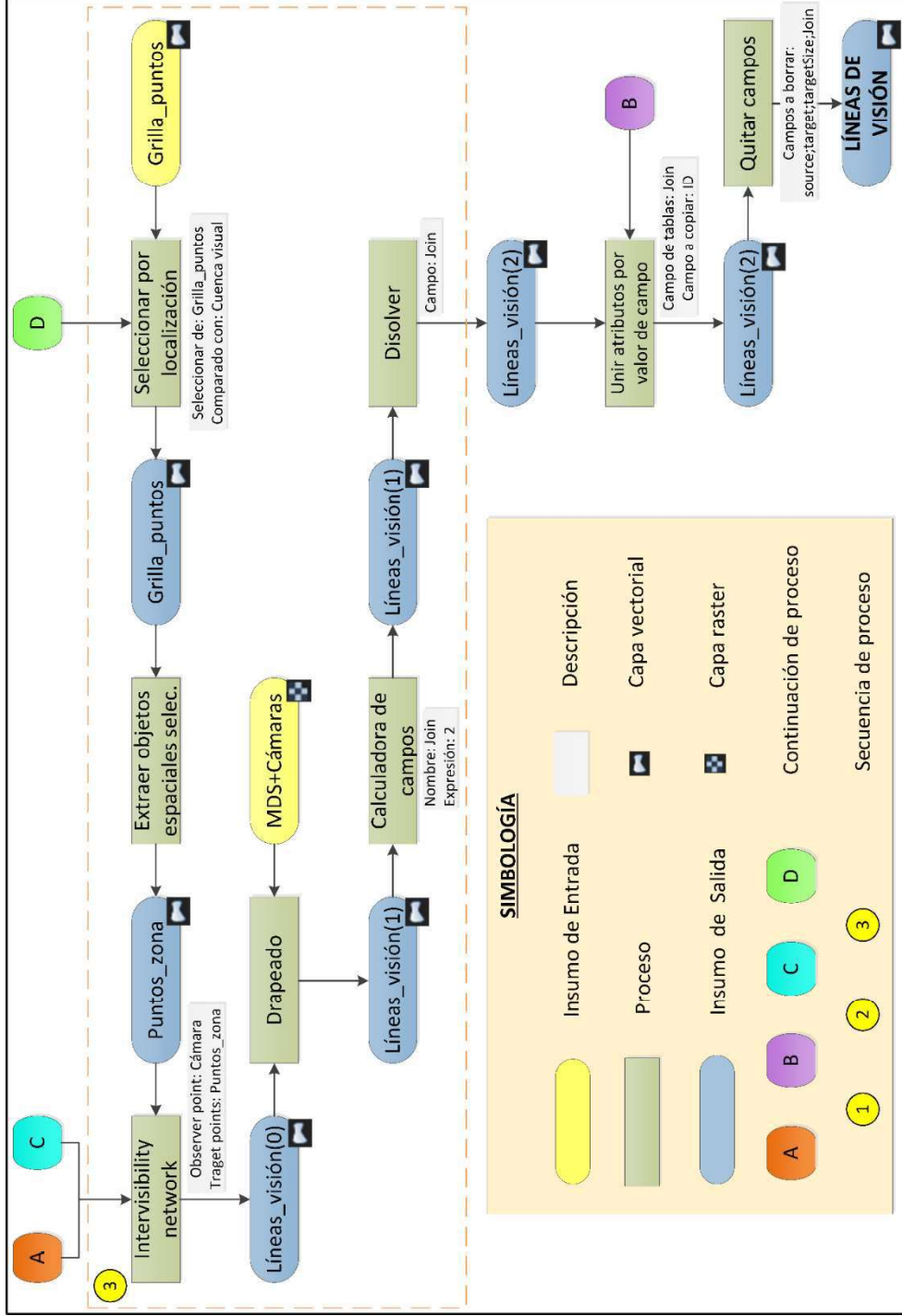
A partir del shapefile antes mencionado y ejecutando el Módulo *Intervisibility Network* del complemento *visibility Analysis*, se generaron las líneas de visibilidad. Después, con la herramienta de *Drapeado* se asignaron los valores de Z correspondientes a los vértices de cada línea de visibilidad, cabe destacar que el insumo de entrada para este paso es un ráster que lleva por nombre “MDS+cámaras” que es el resultado de sumar el MDS con una capa rasterizada que contiene la distribución espacial de las cámaras de videovigilancia con su respectiva altura.

Para finalizar, se creó nuevamente un campo de nombre “Join”, se disolvió, se unió el atributo de ID y se eliminaron los campos innecesarios. Como resultado se obtuvieron las líneas de visión listas para visualizarse en 3D (ver Figura 40).

Figura 4

Modelo cartográfico para la generación del área de cobertura de las cámaras de videovigilancia y líneas de visión 3D en el software QGIS.





### ***Dispersión del sonido de las Alarmas Comunitarias***

Para la dispersión del sonido de las alarmas comunitarias, se tomó como punto de partida la metodología descrita en García et al. (2019). A dicha metodología, en esta investigación, se le aplicó algunas modificaciones y se la desarrolló en el software QGIS versión 3.16.8. Los pasos que se detallan a continuación:

En primer lugar, se crearon los puntos de observador mediante el módulo *Create viewpoints* del complemento *Visibility Analysis*, los insumos de entrada fueron el MDT de la parroquia y un shapefile que en su tabla de atributos contiene información de las características técnicas de las alarmas comunitarias como el código de identificación (ID), altura de la alarma sobre el suelo (10 metros), altura de los objetivos (0), alcance auditivo (350 metros), área excluida alrededor del punto de observación (0), ángulo de giro inicial (0°), ángulo de giro final (360°), ángulo mínimo de emisión del sonido (-90°) y ángulo máximo de emisión del sonido (90°). Como resultado de este paso se obtuvo un shapefile de nombre “Alarmas\_create” (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Tabla de atributos del shapefile “Alarmas\_create” que es el resultado de la creación de los puntos de observador con el módulo Create viewpoints en el software QGIS.*

| <b>ID</b> | <b>observ_hg</b> | <b>target_hg</b> | <b>radius</b> | <b>radius_</b> | <b>azim_1</b> | <b>azim_2</b> | <b>angle_</b> | <b>angle_</b> |
|-----------|------------------|------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|           | <b>t</b>         | <b>t</b>         |               | <b>in</b>      |               |               | <b>down</b>   | <b>up</b>     |
| A0156     | 10               | 0                | 350           | 0              | 0             | 360           | -90           | 90            |
| A0157     | 10               | 0                | 350           | 0              | 0             | 360           | -90           | 90            |
| A0158     | 10               | 0                | 350           | 0              | 0             | 360           | -90           | 90            |
| A0159     | 10               | 0                | 350           | 0              | 0             | 360           | -90           | 90            |
| A0163     | 10               | 0                | 350           | 0              | 0             | 360           | -90           | 90            |
| A0164     | 10               | 0                | 350           | 0              | 0             | 360           | -90           | 90            |
| A0165     | 10               | 0                | 350           | 0              | 0             | 360           | -90           | 90            |

|       |    |   |     |   |   |     |     |    |
|-------|----|---|-----|---|---|-----|-----|----|
| A0166 | 10 | 0 | 350 | 0 | 0 | 360 | -90 | 90 |
| A1212 | 10 | 0 | 350 | 0 | 0 | 360 | -90 | 90 |
| A0171 | 10 | 0 | 350 | 0 | 0 | 360 | -90 | 90 |
| A0172 | 10 | 0 | 350 | 0 | 0 | 360 | -90 | 90 |
| A0167 | 10 | 0 | 350 | 0 | 0 | 360 | -90 | 90 |
| A1213 | 10 | 0 | 350 | 0 | 0 | 360 | -90 | 90 |
| A1214 | 10 | 0 | 350 | 0 | 0 | 360 | -90 | 90 |
| A0    | 10 | 0 | 350 | 0 | 0 | 360 | -90 | 90 |

En segundo lugar, se empleó el modelo cartográfico que se muestra en la Figura 13 pero aplicado a una sola alarma, por tal motivo, se dividió cada una de las alarmas del shapefile “Alarmas\_create” en un shapefile individual utilizando la herramienta *Dividir capa vectorial*.

Después, se ejecutó el algoritmo como un proceso por lotes, cuyos insumos de entrada fueron: 1) Shapefiles individuales del tipo punto que contiene la distribución espacial de cada alarma comunitaria, 2) Modelo digital del terreno, 3) Modelo digital de superficie, 4) Raster que contiene información numérica de las alturas de las edificaciones, 5) Shapefile que contiene una grilla de puntos que cubren toda la parroquia.

El primer paso dentro del modelo cartográfico se realizó con el módulo *intervisibility network*, este construye líneas a partir de dos puntos, dicho en otras palabras, se construyó líneas desde un punto, en este caso una alarma, hacia diferentes puntos situados sobre la superficie del terreno del área circundante a la alarma. Para cada línea se calculó su longitud y posteriormente se copió dicho atributo a su punto homólogo en el terreno.

A continuación, mediante la Ecuación 2 se calcularon los decibeles según la distancia de cada punto con respecto a la fuente emisora y se obtuvo la dispersión teórica del ruido propuesta por Graham Bell. Se debe considerar que el tipo de alarmas implantadas en la parroquia tienen una intensidad sonora de 50 dB a 1 metro de distancia.

$$dB = k + 20 \log \frac{k_i}{d} \text{ dB} \quad (2)$$

Donde:

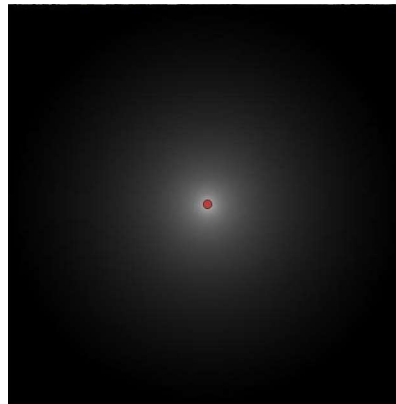
$k$  = Son los niveles obtenidos a una distancia de referencia  $k_i$

$d$  = Distancia a la que se quiere saber los decibeles

Una vez obtenida la dispersión teórica del ruido para cada punto en el terreno, se procedió a interpolar mediante el método IDW. El resultado se muestra en la Figura 5 y es un ráster que posee, en sus valores de píxel, la dispersión teórica del sonido de una alarma comunitaria en su entorno.

### Figura 5

*Dispersión teórica del sonido propuesta por Graham Bell e interpolado con el método IDW.*

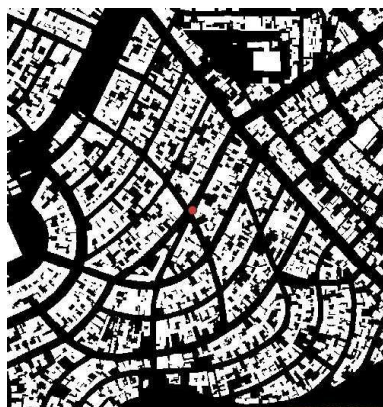


Después, se identificaron los obstáculos circundantes a la alarma los cuales producen una alteración significativa en la propagación normal del ruido como es el caso de las edificaciones. Para estas se creó un ráster denominado "Impedancia\_catastro" (Figura 6) que contiene los valores de impedancia, de modo que a cada edificación se le asignó un valor de impedancia del 40%.



**Figura 6**

*Impedancia de las edificaciones.*

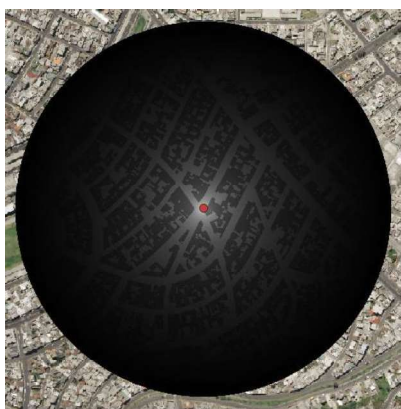


Luego, mediante algebra de mapas entre los dos ráster previos usando la Ecuación 3, se generó el primer modelo aproximado de la dispersión del sonido de una alarma comunitaria. El resultado se muestra en la Figura 7.

$$\text{Modelo 1} = \text{IDW} - (\text{IDW} * \text{Impedancia catastro}) \quad (3)$$

**Figura 7**

*Primer modelo de la dispersión del sonido de una alarma comunitaria.*

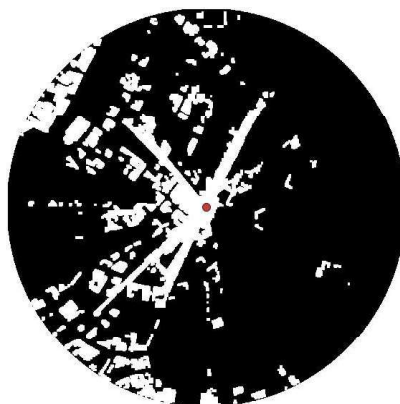


Para el siguiente paso, se usó el módulo *Viewshed* que permite obtener la proyección de las sombras que generan los objetos circundantes. Para la identificación de las sombras se utilizó la misma concepción de las cámaras de videovigilancia, es decir, se generó una cuenca visual a partir del MDS cuyo resultado es un ráster con valores numéricos de “0” y “1” (Figura 8) donde

el “1” representa los lugares visibles o en este caso los lugares donde la audición es directa; mientras que el “0” indica los lugares no visibles o las sombras en donde el sonido no llega con la misma intensidad debido a que un objeto se antepone en su libre propagación. A los valores de “0” se les asignó una impedancia del 50%.

### Figura 8

*Cuenca visual para la identificación de sombras (Impedancia de los obstáculos) a partir del MDS.*



A continuación, entre los dos ráster previos y el uso de la Ecuación 4, se generó el segundo modelo aproximado de la dispersión del sonido de una alarma comunitaria, ver Figura 9.

$$\text{Modelo 2} = \text{Modelo 1} - (\text{Modelo 1} * \text{Impedancia Sombras}) \quad (4)$$

### Figura 9

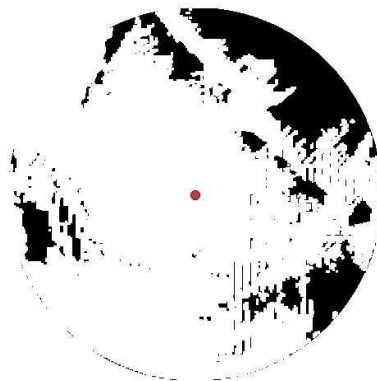
*Segundo modelo de la dispersión del sonido de una Alarma Comunitaria.*



Finalmente, para llevar a cabo el modelo final se utilizó nuevamente la herramienta *Viewshed* con la diferencia de que, en este caso, se generó la cuenca visual (o cuenca auditiva) a partir del MDT con el objetivo de identificar la impedancia del relieve (Figura 10). Los valores de "0" se reclasificaron con una impedancia del 50%.

**Figura 10**

*Cuenca visual para la identificación de sombras (impedancia del relieve) a partir del MDT.*

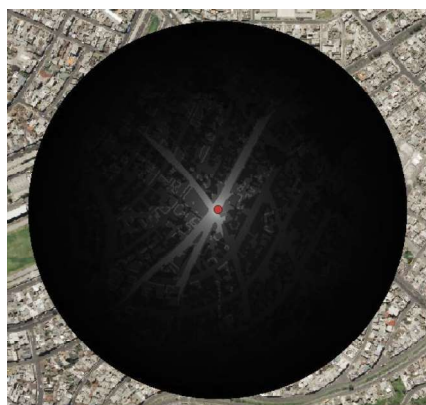


Asimismo, mediante algebra de mapas, se utilizó la Ecuación 5 que nos permite obtener el resultado final que simula el comportamiento de la dispersión del sonido de una alarma comunitaria en un entorno geográfico. El resultado se muestra en la Figura 11.

$$\text{Modelo 3} = \text{Modelo 2} - (\text{Modelo 2} * \text{Impedancia Relieve}) \quad (5)$$

**Figura 11**

*Tercer modelo de la dispersión del sonido de una Alarma Comunitaria.*



Para evitar enmascaramiento con otros sonidos, como, por ejemplo: el ruido ambiental, los vehículos en movimiento, etc. Se eliminaron del modelo los valores menores a 4 dB. De esta manera, se estableció el área de cobertura de una alarma comunitaria.

Para terminar, se poligonizó, se creó el campo "Join", se disolvió, se unió el atributo de ID utilizando el campo "Join", se eliminaron los campos innecesarios y se obtuvo el modelo final de la dispersión del sonido de una alarma comunitaria en su entorno (Figura 12).

### **Figura 12**

*Modelo final de la dispersión del sonido de una alarma comunitaria empleando el software QGIS.*

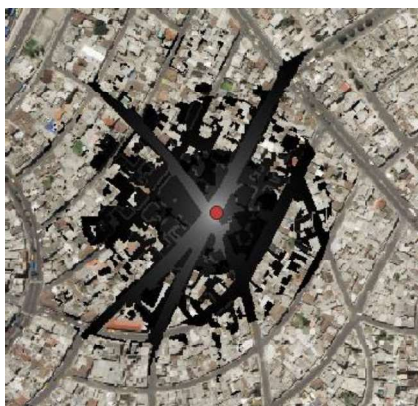
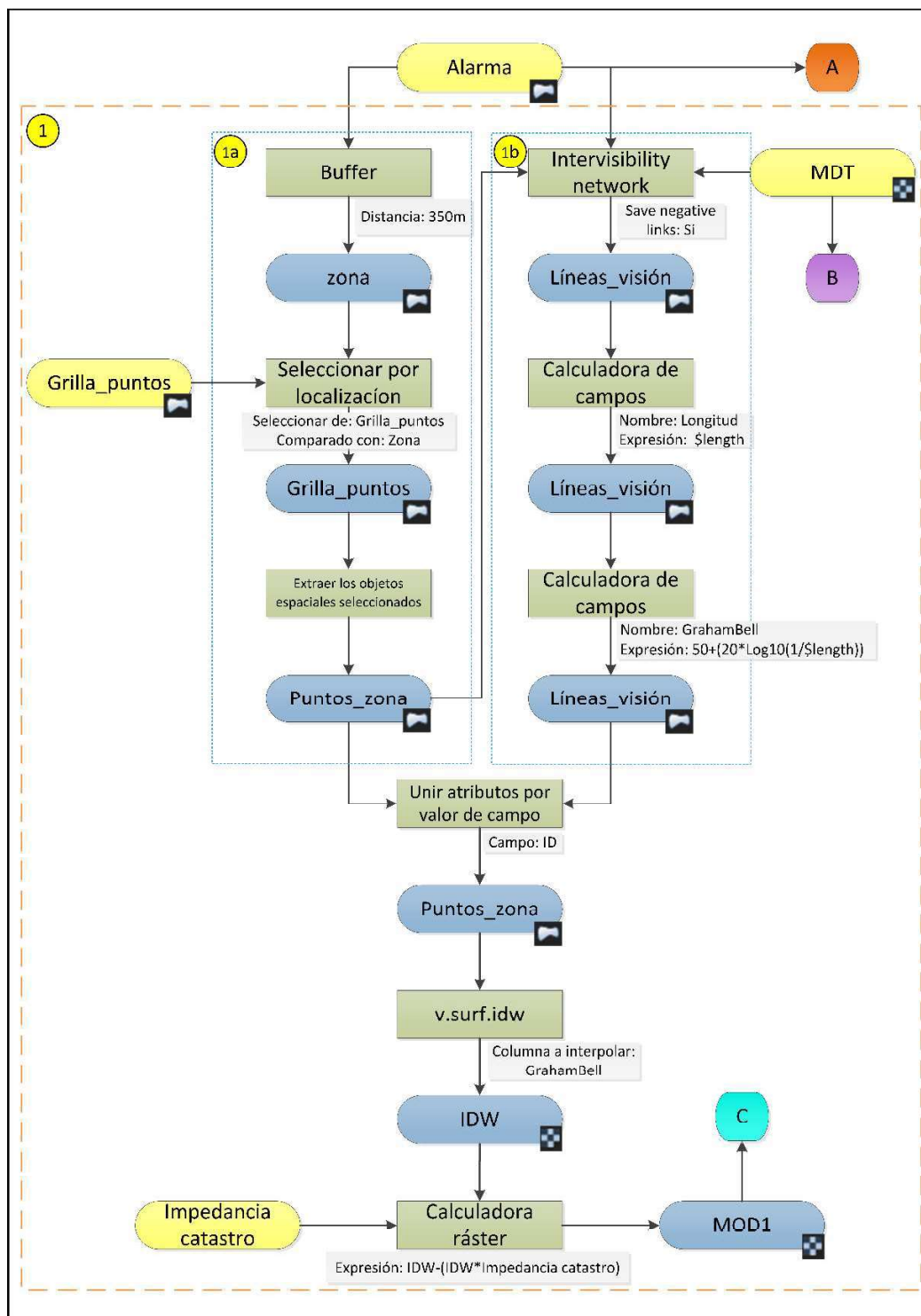
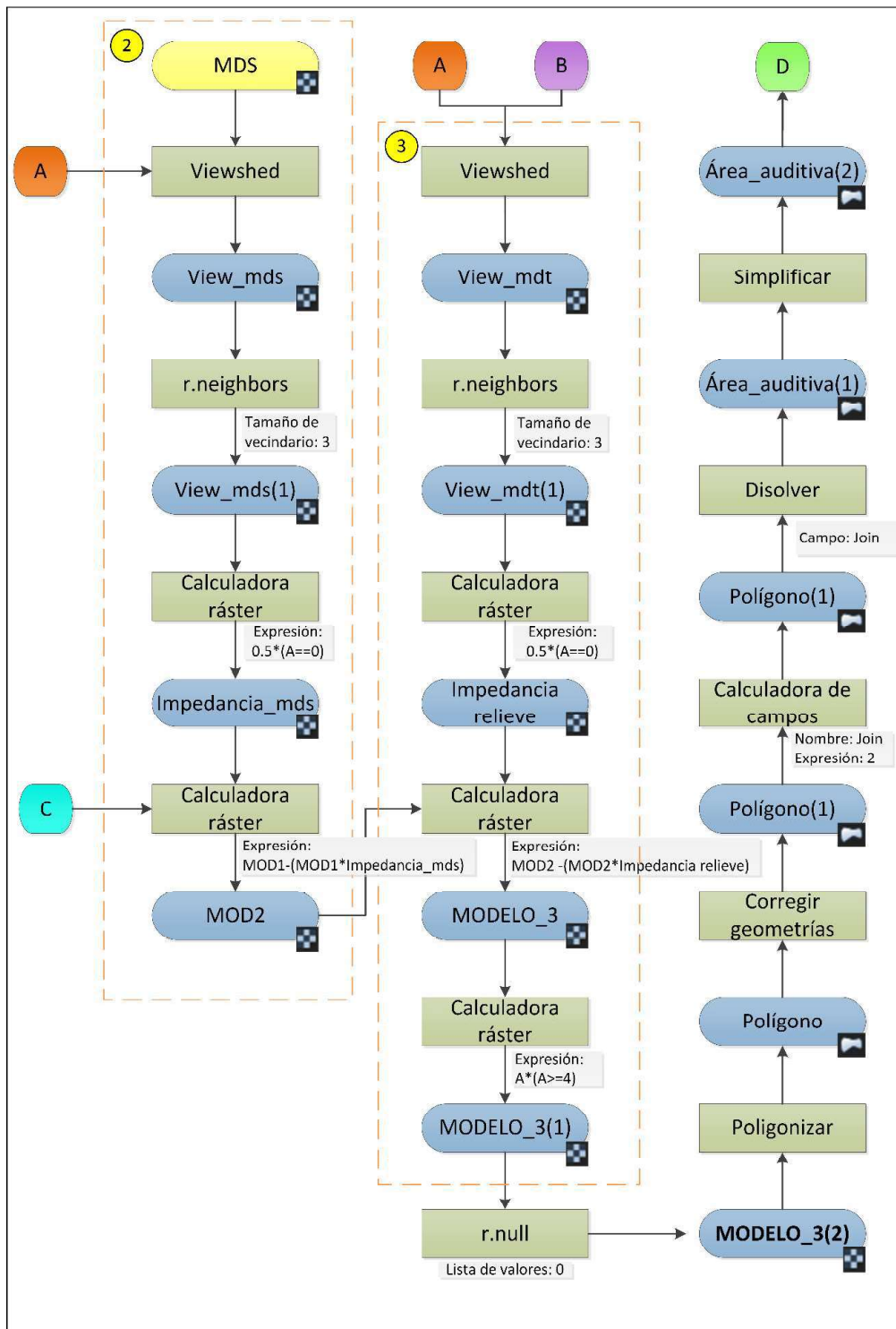
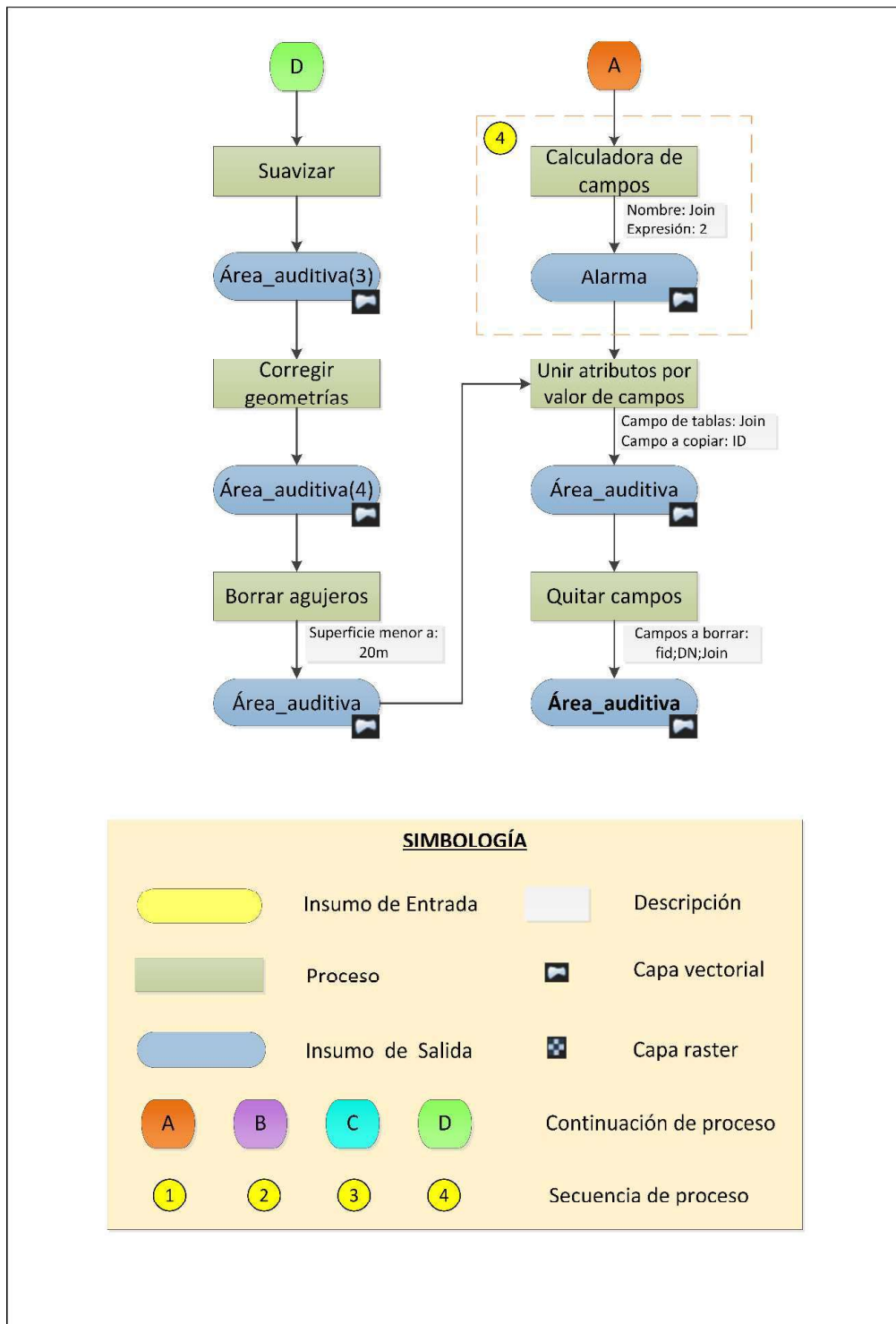


Figura 13

Modelo cartográfico para el modelamiento de la dispersión del sonido y generación del área de cobertura de las alarmas comunitarias en el software QGIS.







### ***Análisis de ubicación de los mecanismos de alerta***

Para identificar si los mecanismos de alerta están en ubicaciones adecuadas se utilizó el Cociente de Localización y la Diferencia del Cociente de Localización.

#### **Cociente de localización (LQ)**

El cociente de localización de cada uno de los mecanismos de alerta implantados en la parroquia Chimbacalle se calculó mediante la Ecuación 1. Para calcular dicho cociente se obtuvo las siguientes variables:

- Área de la parroquia.
- Área de cobertura de cada uno de los mecanismos de alerta.
- Sumatoria de las actividades ilícitas registradas en la parroquia en los años: 2018, 2019 y 2020.
- Sumatoria de las actividades ilícitas dentro del área de cobertura de cada uno de los mecanismos de alerta en los años: 2018, 2019 y 2020.

Por tanto, se detalla a continuación el procedimiento para obtener cada una de las variables en el software QGIS versión 3.16.8.

- Se calculó el área mediante la calculadora de campos, empleando un shapefile que contiene la delimitación de la parroquia Chimbacalle.
- Las capas resultantes denominadas “CUENCA\_VISUAL” del modelo cartográfico expuesto en la Figura 4 contienen el área de cobertura de cada una de las cámaras de videovigilancia por separado, por ello, se procedió a unir las en un solo shapefile denominado “Cámaras\_Unión”. En la tabla de atributos de dicho shapefile, se creó un nuevo campo denominado “Área” y se calculó el área de cobertura para cada cámara. De igual manera, se trabajó con las capas resultantes del modelo cartográfico de la Figura 13 que corresponde a las alarmas comunitarias, el shapefile se denominó “Alarmas\_Unión”.



- Mediante la Herramienta *estadísticas por categoría* se consiguió cuantificar la cantidad de actividades ilícitas dentro de la parroquia Chimbacalle para los años 2018, 2019 y 2020.
- Intersecando el shape “Cámaras\_Unión” con el “registro de las emergencias A” y “Alarmas\_Unión” con el “registro de emergencias B” y luego empleando la herramienta de *estadísticas por categoría*, se obtuvo la cantidad de actividades ilícitas recopiladas por cada mecanismo de alerta dentro de su área de cobertura para los años 2018, 2019 y 2020. En la intersección de los mecanismos de alerta con los registros de emergencias se tuvieron dos consideraciones:
  1. Para las cámaras de videovigilancia se consideraron los “registros de emergencias A” que toman en cuenta tres de las cuatro categorías reclasificadas en la Tabla 2, que son: robo, venta-consumo de droga y altercados.
  2. Para las alarmas comunitarias se consideraron los “registros de emergencias B” que toman en cuenta todas las categorías reclasificadas, es decir: robo, venta-consumo de droga, altercados y libación en espacios públicos.

### **Diferencia del Cociente de Localización (DLQ)**

El DLQ es la resta del LQ del año 2019 con el LQ del año 2018. Si el resultado es un valor positivo, indica que existe un incremento de actividades ilícitas dentro del área de cobertura de cada mecanismo de alerta; mientras que un valor negativo indica un decrecimiento.

### ***Propuesta de reubicación y densificación de los mecanismos de alerta***

La implementación o densificación de los mecanismos de alerta se efectuó, en primera instancia, a través de la suposición de que, en cada intersección de las vías, dentro de la parroquia, existe una alarma comunitaria y una cámara de videovigilancia (exceptuando los lugares donde ya está implantado un dispositivo homólogo).

Para ello, se creó un shapefile de puntos en cada intersección de vías, después, se duplicó dicho shapefile a fin de que el primero tenga las características técnicas de las cámaras de videovigilancia; mientras que el segundo, posea las características técnicas de las alarmas comunitarias. Cabe resaltar que los mecanismos supuestos tienen las mismas características que los mecanismos existentes, ver Tablas 5 y 6.

Luego se aplicaron los modelos cartográficos ilustrados en las Figuras 4 y 13 para cámaras y alarmas respectivamente. Una vez obtenidas las áreas de cobertura, se calculó el cociente de localización (LQ) y se calculó su diferencia (DLQ).

Finalmente, con a los resultados y los mapas de calor, se efectuó un análisis multicriterio para determinar los mecanismos de alerta que se deberían implementar.

#### **FASE 4: Desarrollo e implementación del geoportal**

El flujo general de trabajo empleado para el desarrollo del geoportal de delitos Chimbacalle, está conformado por los siguientes pasos:

1. Creación de base de datos geográfica PostGis
2. Creación de estilos SLD para las capas
3. Implementación de los servicios web: WMS y WFS
4. Elaboración de metadatos
5. Diseño de la interfaz del geoportal
6. Publicación del geoportal

La arquitectura del geoportal de delitos propuesto trabaja utilizando una arquitectura cliente-servidor conformada por un servidor de base de datos espaciales, un servidor de mapas, un servidor web y lenguajes de programación que permitieron diseñar una interfaz de usuario amigable y agregar funcionalidades para que el cliente pueda navegar en el geoportal y consumir los servicios implementados, realizando peticiones y recibiendo información por parte

del servidor. A continuación, se esquematiza la arquitectura de desarrollo del geoportal, las herramientas de software libre y las tecnologías web empleadas.

**Figura 14**

*Metodología de desarrollo del geoportal de delitos Chimbacalle.*



**Fuente:** Elaboración propia

Como se representó en la Figura 14, el desarrollo de un geoportal open source requiere del funcionamiento de un conjunto de herramientas y lenguajes de programación web compatibles entre sí. En los apartados descritos a continuación se detalla su integración en cada una de las etapas de desarrollo del geoportal. En la siguiente tabla se presenta un cuadro resumen de los programas empleados para la realización del geoportal propuesto.

**Tabla 7**

*Cuadro resumen de programas utilizados*

| Programa                                 | Empleabilidad                   |
|------------------------------------------|---------------------------------|
| Apache Tomcat v9.0.46                    | Servidor web                    |
| PostgreSQL v9.6.22 con extensión PostGIS | Sistema gestor de base de datos |
| PgAdmin4 v5.2                            | Interfaz gráfica del SGBD       |
| Geonetwork v3.0.5.0                      | Servidor de metadatos           |
| Geoserver v2.15.0                        | Servidor de mapas               |
| Visual Studio Code v1.59.0               | Editor de código                |

---

**Fuente:** Elaboración propia

Sobre la base de los requerimientos de hardware que demanda la implementación de un geoportal, se recomienda que el ordenador con rol de servidor cumpla como base con las siguientes características: memoria RAM de 8 Gigabytes, tarjeta gráfica GeForce GT 710 de 2 gigabytes o equivalente, procesador i3 de tercera generación o AMD equivalente y disco duro de 1 terabyte. En cuanto a la arquitectura del aplicativo web propuesto, su implementación puede ejecutarse sin restricciones de funcionalidad bajo diversos sistemas operativos, para el presente trabajo se empleó un ordenador con sistema operativo Windows 10 de 64 bits.

#### ***Creación de la base de datos geográfica PostGis***

Como parte de la creación de la base de datos, se estandarizó la información espacial proporcionada por el SIS ECU 911, el Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana (E), la Dirección Metropolitana de Catastro del GAD del Distrito Metropolitano de Quito, la Secretaría General de Planificación del Distrito Metropolitano de Quito y la información espacial generada como parte de los objetivos del presente estudio.

Para lo cual, se tomó como referencia el catálogo nacional de objetos geográficos versión 2.0 desarrollado por la Secretaría Técnica de Planificación “Planifica Ecuador”, anteriormente denominada Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES) y se realizaron adaptaciones de acuerdo a la implementación física de una base de datos de PostgreSQL + PostGIS con software libre, documento técnico desarrollado por el Instituto Geográfico Militar como parte de la gestión de su infraestructura de datos espaciales.

La base de datos espacial fue estructurada bajo un modelo conceptual entidad-relación, se empleó la interfaz gráfica pgAdmin4 del sistema gestor de bases de datos PostgreSQL con su módulo espacial PostGIS en versión de escritorio para: administrar, editar y almacenar la base

de datos del geoportal. Una vez estandarizada la información geográfica se procedió a crear la base de datos denominada “repositorio\_chimbacalle”, a la cual se agregó las extensiones “postgis” y “postgis\_topology” para asignarle la configuración de base de datos espacial.

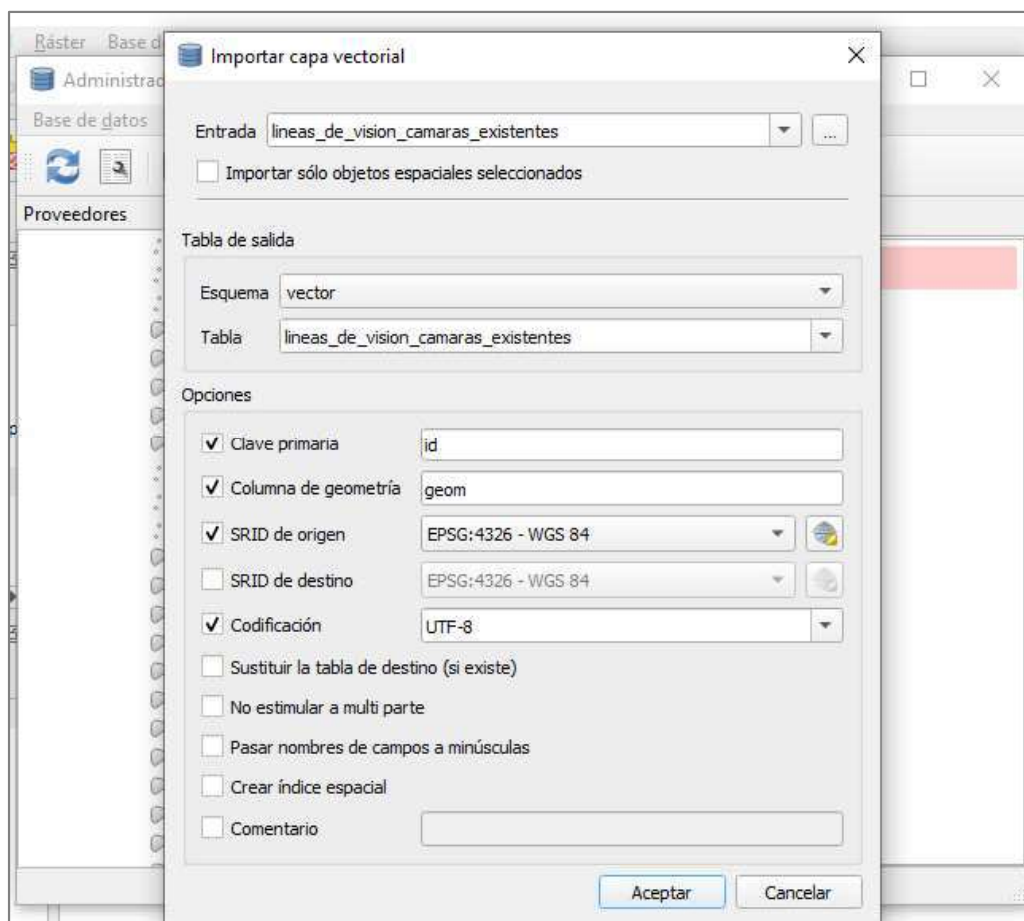
### **Exportación de información espacial a formato SQL**

Para agregar las capas de información vectorial y ráster a la base de datos PostgreSQL, la información debe migrarse al lenguaje de consultas estructuradas (SQL). Para adicionar información en formato .shp a la base de datos, se procedió a crear una nueva conexión PostGIS empleando el software de código abierto QGIS.

Posteriormente se importaron las capas desde el administrador de base de datos del software. Como parámetros, se selecciona el esquema de la base de datos y se asigna un nombre para la tabla que se creará en la base de datos. Cabe mencionar que para hacer uso de la librería Leaflet se estandarizó toda la información espacial al sistema geodésico de coordenadas geográficas: WGS84. En la Figura 15 se presenta un ejemplo de importación de la capa vectorial tipo línea denominada “lineas\_de\_vision\_camaras\_existentes” a la base de datos PostGis empleando el administrador de bases de datos del software QGIS.

Figura 15

*Importación de capa vectorial en QGIS*



Para importar las capas ráster a la base de datos, se empleó el complemento Raster2PgSQL<sup>1</sup>, disponible en la web como una interfaz sencilla en la cual se requiere declarar parámetros asociados al archivo ráster y a la base de datos. Como resultado se descarga un archivo de extensión .bat que se ejecuta automáticamente en el símbolo del sistema al digitar la clave correspondiente al usuario de la base de datos. En la siguiente figura se presenta la interfaz del complemento empleado con los parámetros e información de la capa ráster correspondiente a la ortofoto de la parroquia Chimbacalle.

<sup>1</sup> [http://apps.dothanlong.org/postgresql\\_tool/](http://apps.dothanlong.org/postgresql_tool/)

**Figura 16**

*Importación de capa ráster a la base de datos PostGIS.*

### Raster to PostgreSQL

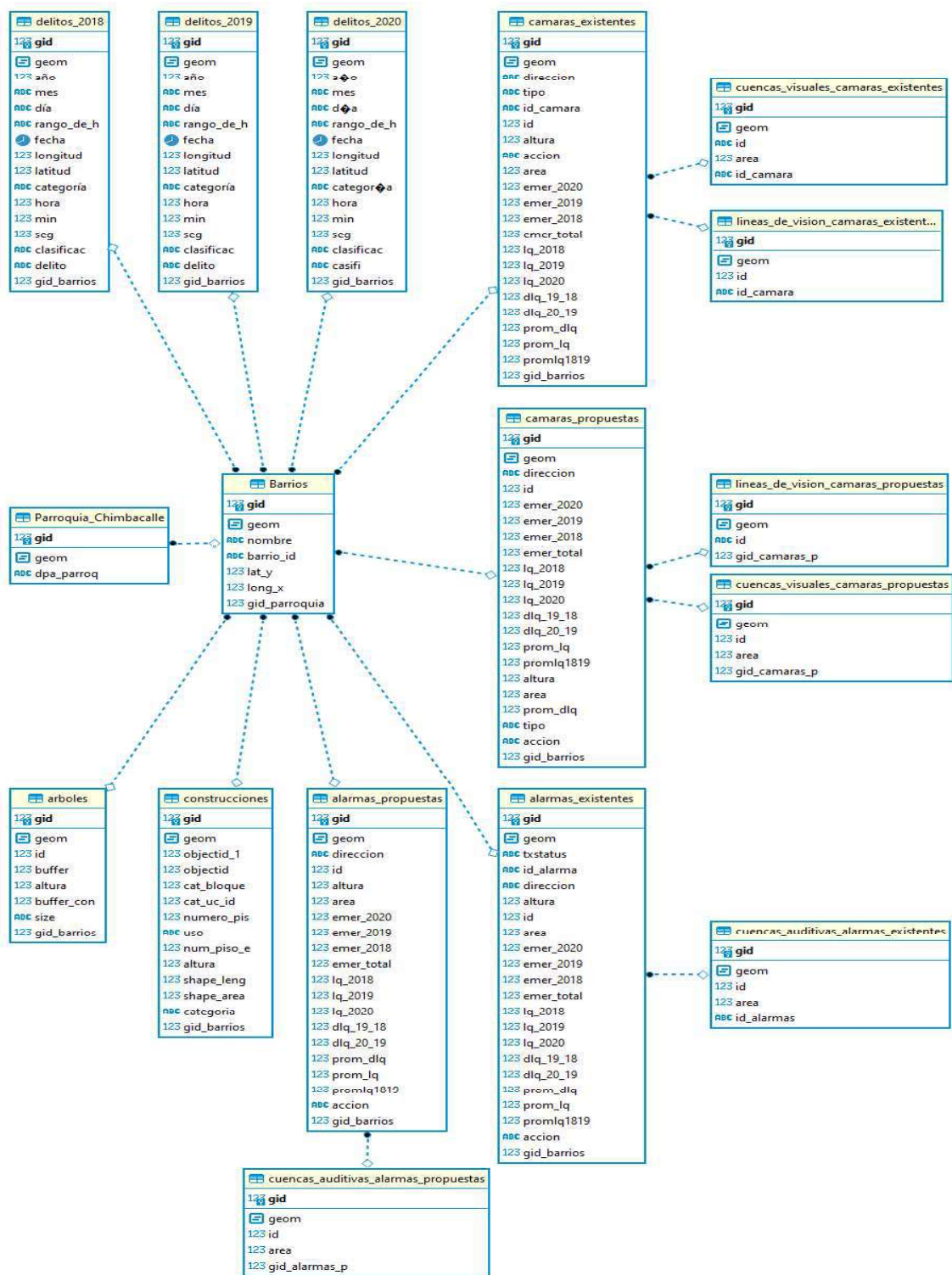
<https://dothanlong.org/import-raster-to-postgresql-postgis-and-view-in-qgis/>  
<http://spatialreference.org/ref/epsg/>

|                        |                                                                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------|
| PostgreSQL Bin folder: | <input type="text" value="C:\Program Files\PostgreSQL\9.6\bin"/> |
| PostgreSQL Port:       | <input type="text" value="5432"/>                                |
| PostgreSQL User name:  | <input type="text" value="postgres"/>                            |
| Database name:         | <input type="text" value="repositorio_chimbacalle"/>             |
| Schema name:           | <input type="text" value="raster"/>                              |
| Table name:            | <input type="text" value="Ortofoto"/>                            |
| Raster file Folder:    | <input type="text" value="D:\"/>                                 |
| Raster file name:      | <input type="text" value="Ortofoto.tif"/>                        |
| SRID:                  | <input type="text" value="4326"/>                                |
| size:                  | <input type="text" value="250x250"/>                             |
|                        | <input type="button" value="Submit"/>                            |

El procedimiento descrito se replicó para cada una de las capas vectoriales y ráster que conforman el presente proyecto. Se obtuvo como resultado una base de datos con un total de 36 tablas, cuyos registros constan de una clave primaria (\*gid) y se relacionan entre sí a través de claves foráneas para realizar consultas. A continuación, se presenta el diagrama entidad-relación de la base de datos desarrollada (Ver Figura 17).

Figura 17

Diagrama entidad-relación de la base de datos repositorio\_chimbacalle.





*Nota.* En el diagrama entidad-relación se representan las entidades que fueron relacionadas entre sí con la finalidad de realizar consultas a la base de datos, por tanto, se han descartado las coberturas geográficas correspondientes a los mapas de calor y coberturas tipo ráster.

### **Control de acceso de usuarios**

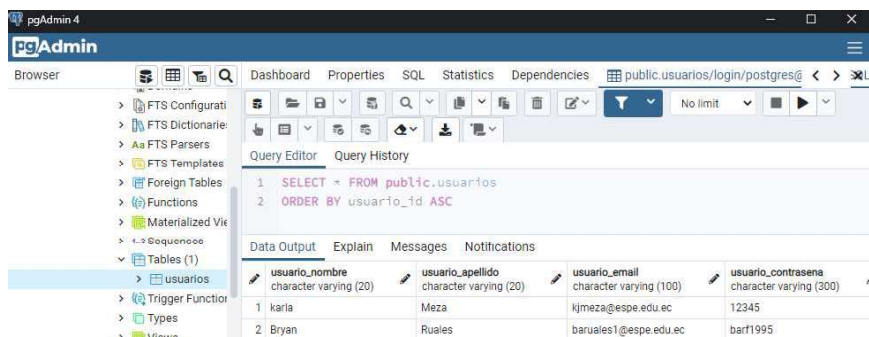
Para garantizar un control óptimo del geoportal y brindar mayor seguridad a los datos, se definieron dos perfiles de usuario, se estableció un perfil con rol de “administrador”, el cual permite a los usuarios registrados con este rol acceder a los datos y editar en su totalidad los componentes del sistema que integran el geoportal. Adicionalmente se estableció un perfil con rol “público” que permite a cualquier usuario acceder a información del geoportal, con la diferencia de que este tipo de usuarios poseen menor cantidad de privilegios y accesibilidad a los datos.

El registro y login de usuarios a la base de datos se realizó mediante codificación usando el lenguaje de programación PHP, para ello fue necesario emplear XAMPP; un paquete de software libre que cuenta con intérpretes para lenguaje PHP. En la interfaz de PGAdmin4 se procedió a crear en la base de datos “repositorio\_Chimbacalle”, una tabla denominada “usuarios”, se crearon columnas para los datos personales de los usuarios definiendo el tipo de dato y su extensión (Figura 18).

En el entorno del servidor se empleó el lenguaje de programación PHP y para el diseño de la interfaz gráfica para el usuario se diseñaron formularios web empleando HTML5, CSS y JavaScript, de esta forma los datos de los usuarios se ingresan mediante un formulario de registro “registro.php” y se validan al ingresar los datos correo y contraseña en el formulario de ingreso al geoportal, denominado “login.php” (Figura 19). Para el funcionamiento de los formularios de registro e ingreso es necesario establecer una conexión con la base de datos y validar los datos ingresados mediante consultas a la base de datos empleando PHP.

Figura 18

Tabla para el registro e ingreso de usuarios al geoportal.



The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. The Query Editor contains the following SQL query:

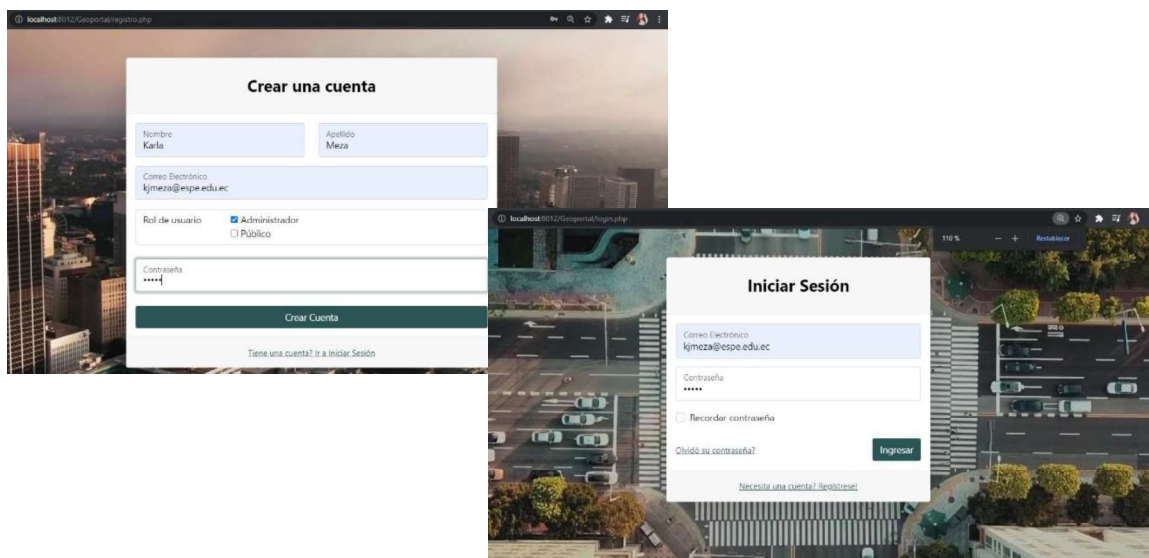
```
1 SELECT * FROM public.usuarios
2 ORDER BY usuario_id ASC
```

The Data Output tab displays the following table:

| usuario_nombre | usuario_apellido | usuario_email         | usuario_contrasena |
|----------------|------------------|-----------------------|--------------------|
| karla          | Meza             | kjmeza@espe.edu.ec    | 12345              |
| Bryan          | Ruales           | baruales1@espe.edu.ec | bar11995           |

Figura 19

Interfaz de registro e ingreso de usuarios.



El código fuente correspondiente a este apartado ha sido subido a un repositorio GitHub<sup>2</sup> con la finalidad de contribuir al desarrollo de proyectos similares.

### **Creación de estilos SLD para las capas**

La creación de estilos para cada capa se convierte en una elección que responde a necesidades o a gustos específicos, puesto que GeoServer cuenta con estilos por defecto y

<sup>2</sup> Repositorio GitHub: [https://github.com/KarlaMeza/Geoportal\\_de\\_Delitos\\_Chimbacalle.git](https://github.com/KarlaMeza/Geoportal_de_Delitos_Chimbacalle.git)

brinda la opción de estructurar estilos propios configurando formatos como color, tamaño, estilo de fuente, grosor de líneas, etc.

Por otro lado, también brinda la opción de importar estilos. Para el presente trabajo se crearon estilos para cada capa mediante el software QGIS, el cual permitió la exportación de archivos de estilo en formato SLD, mismos que posteriormente fueron agregados como estilos en GeoServer. En la Figura 20, se presenta un ejemplo de estilo en formato .sld exportado desde QGIS e importado al servidor de mapas.

**Figura 20**

*Ejemplo de importación de estilo a GeoServer.*



The screenshot shows the GeoServer style editor interface. At the top, there are navigation icons and a toolbar with 'Font' set to 12pt and 'Height' set to 300px. The main area displays XML code for a style. The code defines a layer named 'cuencas\_visuales\_camaras\_propuestas' with a user style. The style is a single symbol using a polygon symbolizer with a fill color of #d1ff73 and a stroke of #d1ff73 with a width of 1. The stroke has a bevel linejoin. Below the code, there are buttons for 'Validar', 'Apply', 'Enviar', and 'Cancelar'. A green status bar at the bottom indicates 'Style saved'.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <StyledLayerDescriptor xmlns="http://www.opengis.net/sld" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" version="1.1.0" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sld http://schemas.opengis.net/sld/1.1.0/StyledLayerDescriptor.xsd"
  xmlns:se="http://www.opengis.net/se">
3   <NamedLayer>
4     <se:Name>cuencas_visuales_camaras_propuestas</se:Name>
5     <UserStyle>
6       <se:Name>cuencas_visuales_camaras_propuestas</se:Name>
7       <se:FeatureTypeStyle>
8         <se:Rule>
9           <se:Name>Single symbol</se:Name>
10          <se:PolygonSymbolizer>
11            <se:Fill>
12              <se:SvgParameter name="fill">#d1ff73</se:SvgParameter>
13            </se:Fill>
14            <se:Stroke>
15              <se:SvgParameter name="stroke">#d1ff73</se:SvgParameter>
16              <se:SvgParameter name="stroke-opacity">0</se:SvgParameter>
17              <se:SvgParameter name="stroke-width">1</se:SvgParameter>
18              <se:SvgParameter name="stroke-linejoin">bevel</se:SvgParameter>
19            </se:Stroke>
20          </se:PolygonSymbolizer>
21        </se:Rule>
22      </se:FeatureTypeStyle>

```

### **Implementación de los servicios web WMS y WFS**

Una vez agregados los estilos en el servidor de mapas, se procedió a publicar las capas previamente añadidas a la base de datos. Una capa geográfica se considera publicada cuando ésta posee servicios web OGC que pueden consumirse mediante clientes ligeros a través de estándares XML y HTTP o, mediante clientes pesados como los SIG.

El presente estudio empleó únicamente el servicio de mapas web (WMS) y el servicio web de coberturas vectoriales (WFS), mismos que permitieron disponer de la información

geográfica y visualizarla en la web trabajando desde un ordenador en local en el entorno del servidor web ApacheTomcat.

La publicación de capas en el servidor de mapas geoserver requirió de la creación de un espacio de trabajo y un almacén de datos a fin de establecer como origen de datos vectoriales a la base de datos PostGIS. Para crear un almacén de datos se debe seleccionar el espacio de trabajo creado y proporcionar parámetros de conexión como host, puerto, nombre de la base de datos, esquema donde se encuentran alojados los datos, el usuario de la base de datos y su contraseña correspondiente. Adicionalmente se pueden configurar parámetros como el número máximo y mínimo de conexiones permitidas, periodicidad de ejecución del desalojador, el tiempo máximo de inactividad de la conexión, entre otros. En la Figura 21 se presentan los principales parámetros que fueron configurados para la creación del almacén de datos.

### Figura 21

*Parámetros de creación del almacén de datos.*



Finalmente se agrega un nuevo recurso desde la pestaña capas del menú lateral, se selecciona el almacén de datos previamente creado y se procede a publicar la capa deseada.

Para añadir un estilo a dicha capa, desde la pestaña publicación se selecciona un estilo

previamente creado. A continuación, se presenta el listado de capas publicadas empleado la metodología descrita (Figura 22).

**Figura 22**

*Capas publicadas en GeoServer.*

| Tipo                                 | Título | Nombre                                           | Formatos habituales | Todos los formatos |
|--------------------------------------|--------|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| Barrios                              |        | chimbacalle:Barrios                              | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| MDS                                  |        | chimbacalle:MDS                                  | OpenLayers KML      | Seleccionar una    |
| MDT                                  |        | chimbacalle:MDT                                  | OpenLayers KML      | Seleccionar una    |
| Ortofoto                             |        | chimbacalle:Ortofoto                             | OpenLayers KML      | Seleccionar una    |
| Parroquia_Chimbacalle                |        | chimbacalle:Parroquia_Chimbacalle                | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| alarmas_existentes                   |        | chimbacalle:alarmas_existentes                   | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| alarmas_propuestas                   |        | chimbacalle:alarmas_propuestas                   | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| arboles                              |        | chimbacalle:arboles                              | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| camaras_existentes                   |        | chimbacalle:camaras_existentes                   | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| camaras_propuestas                   |        | chimbacalle:camaras_propuestas                   | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| construcciones                       |        | chimbacalle:construcciones                       | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| cuencas_auditivas_alarmas_existentes |        | chimbacalle:cuencas_auditivas_alarmas_existentes | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| cuencas_auditivas_alarmas_propuestas |        | chimbacalle:cuencas_auditivas_alarmas_propuestas | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |
| cuencas_visuales_camaras_existentes  |        | chimbacalle:cuencas_visuales_camaras_existentes  | OpenLayers KML GML  | Seleccionar una    |

### **Elaboración de metadatos**

Para la elaboración de los metadatos de las capas generadas en el presente estudio se optó por emplear el gestor de metadatos Geonetwork, puesto a que se trata de un software que brinda una interfaz sencilla que facilita la creación, edición, gestión de los metadatos, que cumple con los requisitos de ser un software libre y es el software de uso recomendado por la Guía Técnica para la Generación de Metadatos de Geoinformación establecida por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES).

La estructura de los metadatos se desarrolló siguiendo las directrices del perfil ecuatoriano de metadatos PEM, elaborado según norma ISO 19115:2003 e ISO 19115-2:2009 por el Consejo Nacional de Geoinformática (CONAGE), para lo cual se importó la plantilla correspondiente al PEM en formato XML (Figura 23).

Cabe mencionar que la norma ISO 19115 “Geographic Information Metadata”, permite la gestión y adecuada documentación de recursos por medio de los metadatos, prestando mayor énfasis a la información geográfica. Por otro lado, la norma ISO 19115-2 “Geographic information-Metadata- Part2, define los metadatos para fuentes de información en formato ráster, de esta forma se abarcan los dos tipos de fuentes de datos empleados en el presente estudio.

**Figura 23**

*Plantilla Perfil Ecuatoriano de Metadatos -PEM- Vector.*

*Nota:* Para desarrollar los metadatos para los productos ráster fue necesario aplicar la plantilla PEM-Vector basada en la norma ISO 19115 y ampliarla con los paquetes de metadatos de la norma ISO 19115-2, adicionando a las secciones ya existentes la información de la entidad del metadato, la información de la calidad de los datos, la información de la representación espacial y la información del contenido.

### ***Diseño de la interfaz del geoportal***

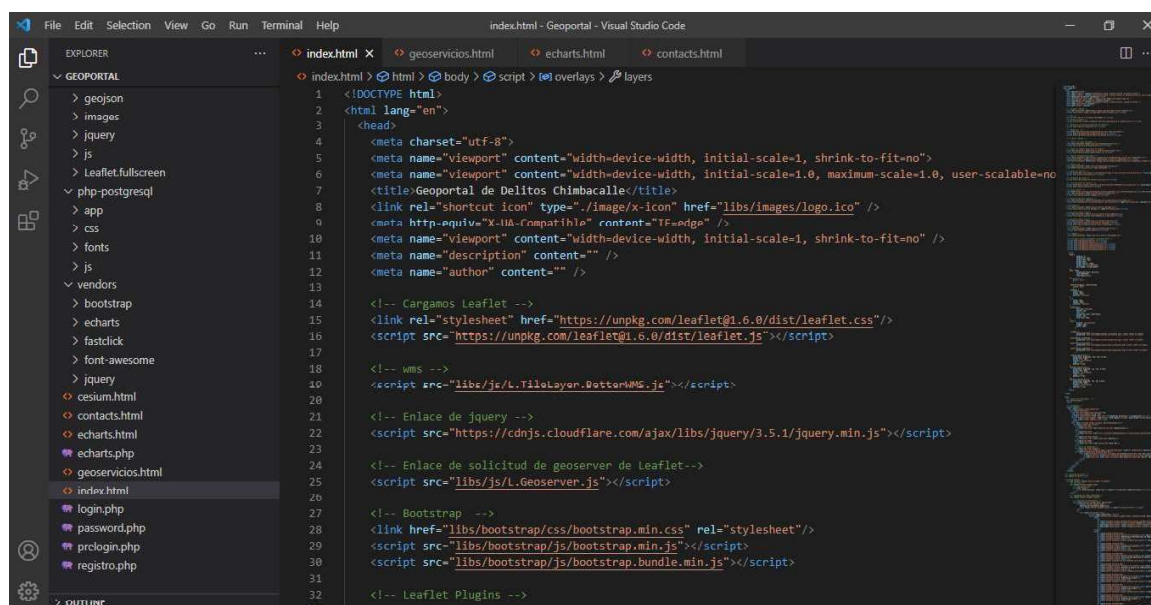
El diseño de la interfaz del geoportal, requirió el empleo de diversas tecnologías y lenguajes de programación web de código abierto. En cuanto a los lenguajes de programación

empleados, del lado del servidor se empleó lenguaje de programación PHP, mientras que del lado del cliente para el desarrollo de la interfaz del geoportal se empleó JavaScript como lenguaje de programación que permite dotar mayor dinamismo a las páginas web y funciona en los navegadores de forma nativa, CSS como lenguaje de diseño gráfico para definir estilos y HTML como lenguaje de marcado especializado en la elaboración de páginas web, tomando como base de diseño el framework de la plantilla Bootstrap “Gentelella”. Se empleó además la librería de JavaScript Leaflet debido a los complementos que dispone para agregar funcionalidades a los mapas web y a su completa documentación.

Para el desarrollo del código de programación web se utilizó el editor de código Visual Studio Code (Figura 24), debido a su facilidad de uso, funciones de resaltado de sintaxis, función inteligente de finalización de código, así como por la cantidad de lenguajes de programación que soporta.

## Figura 24

*Entorno del editor de código Visual Studio Code.*



En cuanto al desarrollo del código que hace referencia al encabezado <head>, en primer lugar, es necesario descargar la librería Leaflet<sup>3</sup>, para el presente estudio se ha empleado la versión 1.6.0. Para su adecuada integración y funcionamiento, se deben vincular en el encabezado del documento HTML los archivos de hojas de estilo (.css) y de código JavaScript (.js) que conforman la librería. Otra forma de hacerlo consiste en emplear una versión estable alojada en el folleto, la diferencia consiste en que el archivo .css se adiciona como un enlace en el encabezado del documento HTML, de la siguiente manera **<link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.6.0/dist/leaflet.css"/>**, por ende, no es necesario descargar y alojar el archivo de estilo en una carpeta del directorio de archivos que conforma el geoportal.

En segundo lugar, se deben vincular los archivos de estilo y JavaScript de la plantilla bootstrap empleada para el diseño de la interfaz general del geoportal y de sus distintos módulos, finalmente se realiza el mismo procedimiento para cada uno de los plugins que se desean adicionar.

El geoportal propuesto consta de seis módulos, a los cuáles se puede acceder fácilmente haciendo clic sobre cada uno de los ítems activos tanto en la barra lateral como en la barra superior del aplicativo web, en la siguiente figura se detalla la disposición de los módulos que conforman el geoportal.

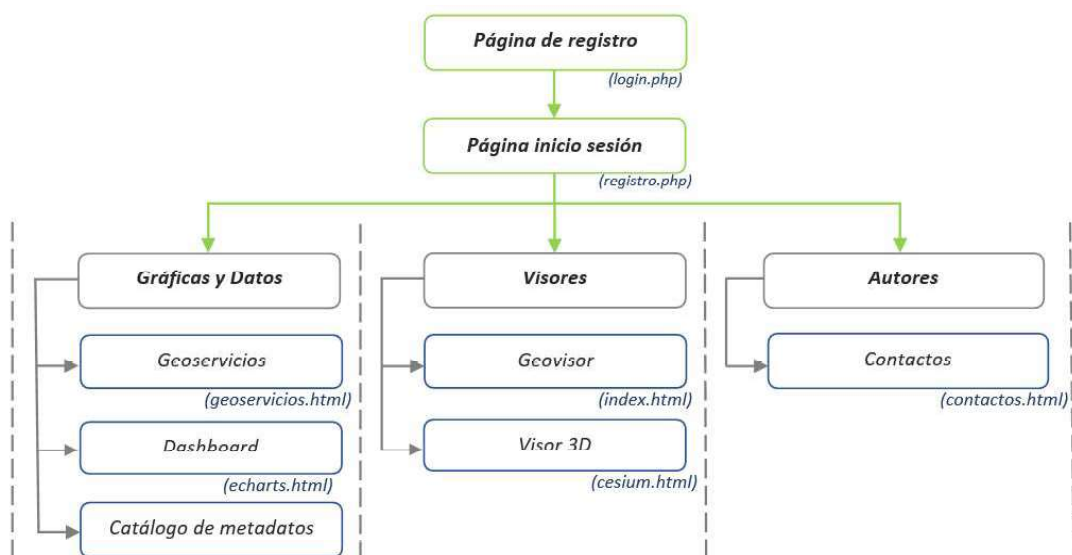
---

<sup>3</sup> Librería Leaflet: <http://leafletjs.com/download.html>



Figura 25

Módulos del geoportal de delitos Chimbacalle.



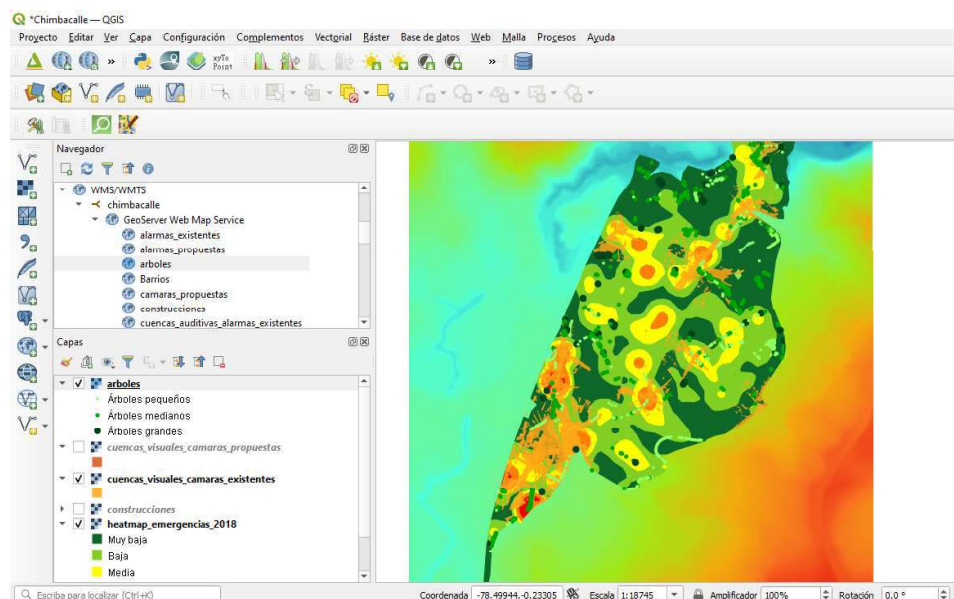
### Geoservicios.

Se diseñó un módulo denominado geoservicios, para que usuarios con mayor conocimiento técnico, puedan consumir los servicios web WMS y WFS, desde sistemas de información geográfica independientes como QGIS, Kosmos, ArcGis o MapInfo. A razón de lo antes expuesto se agregaron instrucciones para que el usuario pueda realizar exitosamente la conexión de los servicios web desde QGIS.

En la Figura 26 se muestran capas consumidas desde el software QGIS haciendo uso de los servicios WMS implementados. De igual manera mediante los enlaces de los servicios web proporcionados, es posible desplegar información relacionada a cada objeto espacial, realizando peticiones al servidor empleando las operaciones de cada estándar según la necesidad.

Figura 26

Visualización de capas WMS desde QGIS.



### Dashboard.

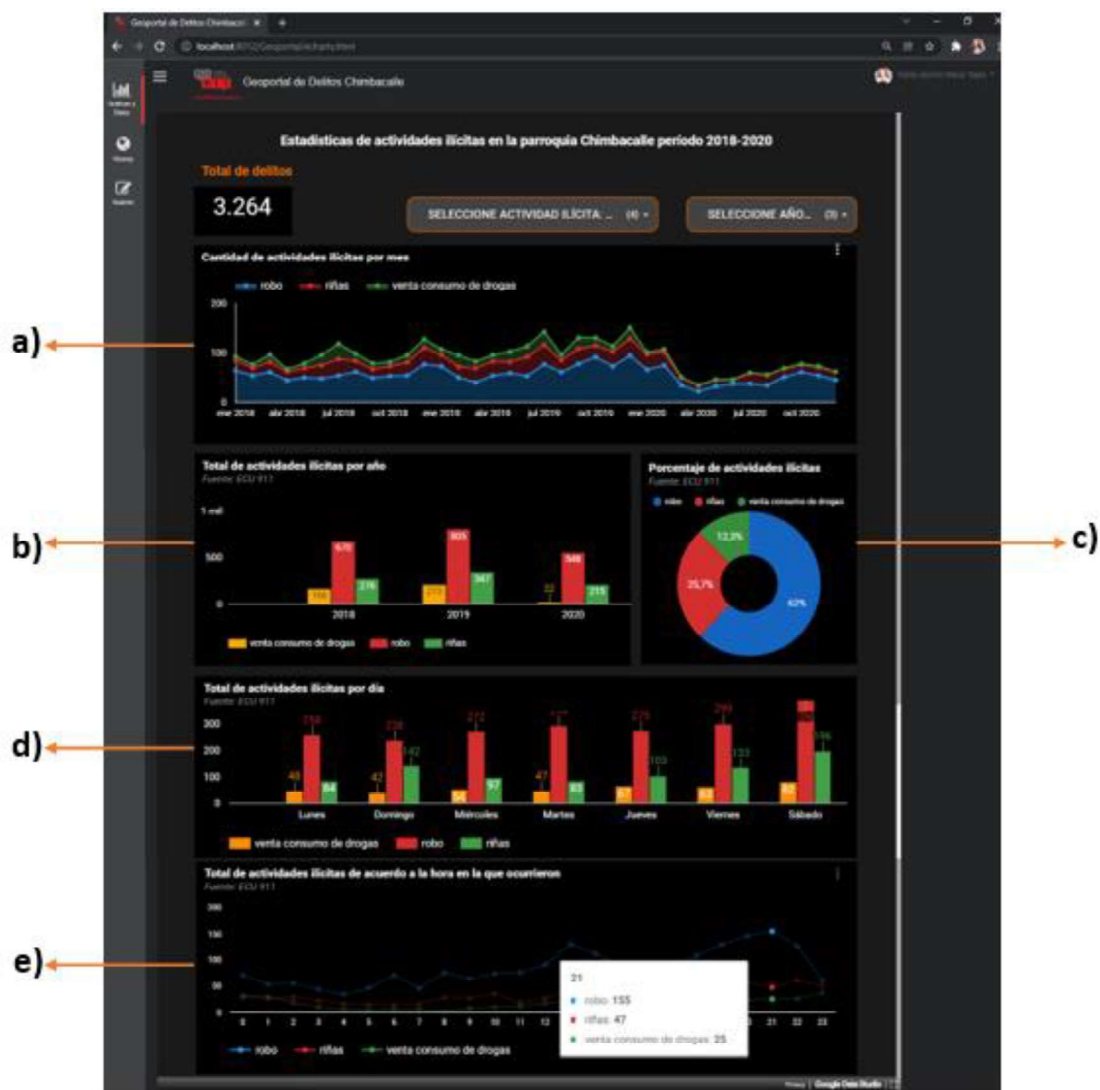
Con la finalidad de brindar a los usuarios mayor comprensión respecto a la información relacionada a los cuatro tipos de actividades ilícitas analizadas espacialmente en el presente estudio. Se empleó la herramienta gratuita en línea de Google, denominada “Google Data Studio”, a través de la cual se estableció una conexión con la base de datos y se elaboró un dashboard<sup>4</sup> con gráficas, cifras y métricas de interés que pueden ser consultadas con facilidad. Adicionalmente se añadieron filtros por actividad ilícita y por año posibilitando de esta manera el análisis a profundidad de los datos presentados, así como la identificación de tendencias y patrones delictuales.

Las gráficas realizadas fueron **a)** Cantidad de actividades ilícitas por mes, **b)** Total de actividades ilícitas por año, **c)** Porcentaje de actividades ilícitas, **d)** Total de actividades ilícitas por día y **e)** Total de actividades ilícitas de acuerdo con la hora en que ocurrieron (Ver Figura 27).

<sup>4</sup> Enlace dashboard: <https://3c5.com/lrOad>

Figura 27

*Dashboard del Geoportal de Delitos Chimbacalle.*

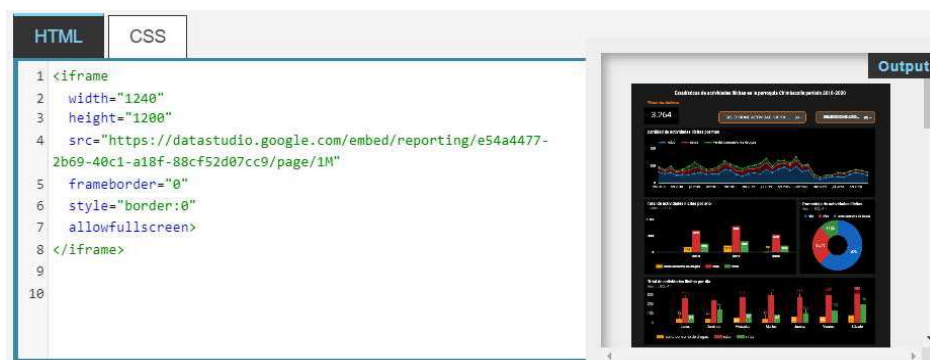


En cuanto al código de programación, para incorporar el dashboard al HTML

denominado "echarts.html", se emplea el elemento <iframe> que permite anidar otra página HTML en la página actual, tal como se ilustra a continuación.

**Figura 28**

Elemento `<iframe>` en el HTML.



### Catálogo de metadatos.

En este módulo se despliega el catálogo de metadatos previamente realizado en el software Geonetwork según se explica en el apartado “elaboración de metadatos”. Mediante el catálogo implementado los usuarios pueden acceder y conocer información relevante sobre las capas generadas. Es necesario mencionar que no se realizaron metadatos para las capas de información espacial que fue proporcionada como insumo para la presente investigación debido a que dichas fuentes de información ya disponen de metadatos catalogados y desarrollados previamente por las respectivas instituciones proveedoras de la información.

Para adicionar la redirección hacia el catálogo de metadatos a partir del fichero HTML, se emplean en el código de programación elementos de navegación de Bootstrap con etiqueta `.nav` cuyas clases permiten crear grupos de pestañas, botones y menús verticales o apilados. A continuación, se presenta un fragmento de la estructura empleada para la barra de navegación superior del geoportal, desde la cual se accede a sus distintos módulos (Figura 29).

Figura 29

Fragmento del código de la barra de navegación.

```
<div class="collapse navbar-collapse" id="navbarResponsive">
  <ul class="navbar-nav ml-auto">
    <li class="nav-item">
      <a class="nav-link" href="geoservicios.html">Geoservicios</a>
    </li>
    <li class="nav-item">
      <a class="nav-link" href="http://localhost:8080/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home">Catálogo de Metadatos</a>
    </li>
    <li class="nav-item active">
      <a class="nav-link" href="index.html">Geovisor</a>
    </li>
    <li class="nav-item">
      <a class="nav-link" href="cesium.html">Visor 3D</a>
    </li>
  </ul>
  <!-- Barra de navegación -->
  <li class="nav-item dropdown">
```

### Geovisor.

El diseño del geovisor corresponde a un esquema de interfaz gráfica de usuario sencilla y amigable diseñada con la finalidad de garantizar la adecuada legibilidad y usabilidad del aplicativo web mapping, en la ilustración presentada a continuación se observa la disposición en pantalla de las distintas herramientas, barras de navegación y botones que conforman el Geovisor.

Figura 30

Interfaz gráfica de usuario (GUI) del geoportal.



Como se visualiza en la Figura 30, la interfaz del visualizador de mapas corresponde a un diseño sencillo que permite al usuario localizar y emplear las herramientas que lo conforman de manera intuitiva. Adicionalmente a los plugins de la librería Leaflet, se agregó la biblioteca jQuery, con la finalidad de emplear el plugin Leaflet-ajax y simplificar la interacción con los documentos HTML, para su adición se sigue la misma lógica descrita anteriormente, se debe partir por la descarga el complemento requerido y posteriormente agregar en el encabezado del documento HTML la dirección de los documentos en el servidor local de los archivos que conforman el geoportal.

A continuación, se detallan los plugins empleados para incorporar las funcionalidades deseables que fueron pensadas para facilitar la navegación, complementar la comprensión y visualización de la información espacial renderizada y finalmente, permitir la descarga de dicha información.

- **Leaflet.HtmlLegend<sup>5</sup>**: Se trata de un complemento sencillo que permite adicionar leyendas con HTML. Se empleó para adicionar leyendas a las capas del geoportal.
- **leaflet-search<sup>6</sup>**: Complemento que permite realizar búsquedas por atributo de acuerdo con una capa relacionada. Permite buscar un elemento entre las distintas capas GeoJSON de AJAX a partir del valor de alguno de sus atributos.
- **Leaflet-MiniMap<sup>7</sup>**: Complemento que permite adicionar un pequeño mini mapa que muestra el mapa a una escala mayor facilitando la navegación.

---

<sup>5</sup> <https://github.com/consbio/Leaflet.HtmlLegend>

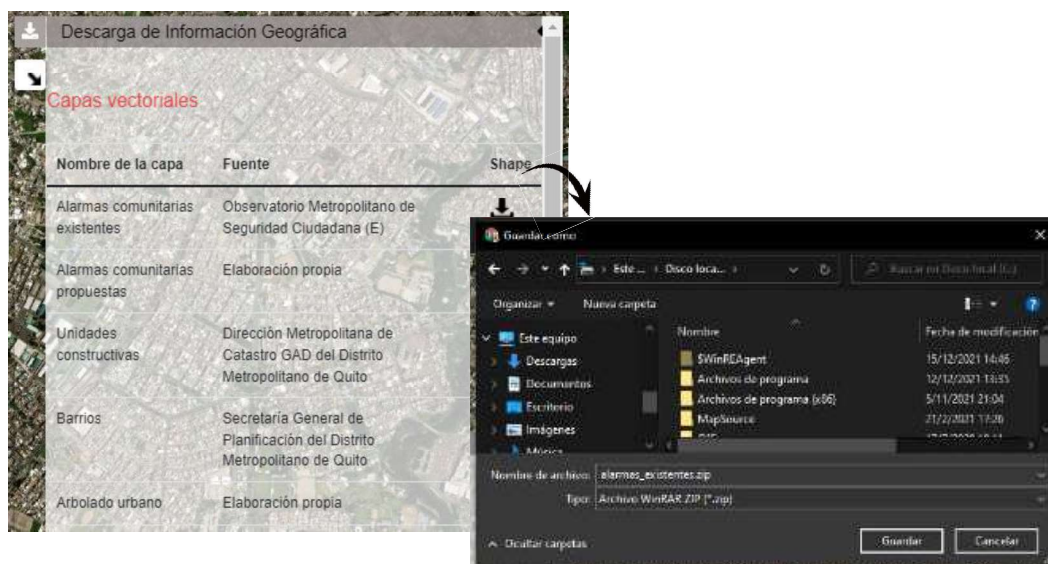
<sup>6</sup> <https://github.com/stefanocudini/leaflet-search>

<sup>7</sup> <https://github.com/Norkart/Leaflet-MiniMap>

- **leaflet.fullscreen**<sup>8</sup>: Este complemento permite adicionar un botón para controlar la visualización de pantalla completa del visualizador, se adapta a navegadores modernos, y emplea HTML5.
- **Leaflet-sidebar**<sup>9</sup>: Es un complemento receptivo que permite agregar barras laterales con controles deslizantes, es ideal para agregar información complementaria, botones y referencias a enlaces externos. Se empleó en el visualizador de mapas para adicionar información y enlaces al botón de descarga, mediante el cual es posible descargar la información espacial que conforma el geoportal en sus respectivos formatos de origen (Ver Figura 31).

**Figura 31**

*Botón de descarga de información del Geovisor.*



- **Leaflet-Coordinates-Control**<sup>10</sup>: Complemento que permite mostrar en pantalla las coordenadas geográficas (latitud, longitud) al deslizar el mouse sobre un mapa web.

<sup>8</sup> <https://github.com/brunob/leaflet.fullscreen>

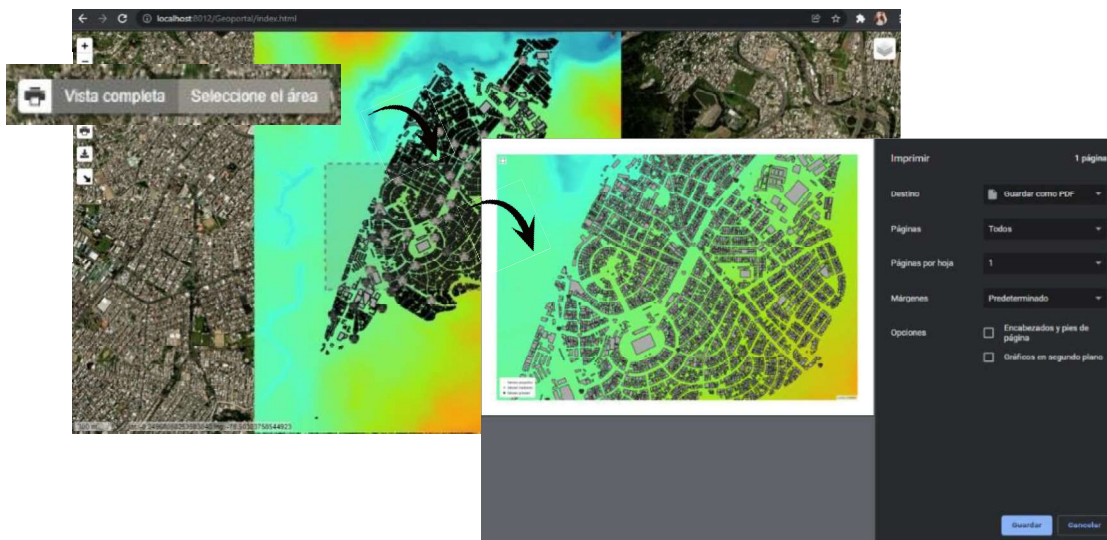
<sup>9</sup> <https://github.com/turbo87/leaflet-sidebar/>

<sup>10</sup> <https://github.com/zimmicz/Leaflet-Coordinates-Control>

- **leaflet.browser.print**<sup>11</sup>: Complemento que permite imprimir un mapa web y regular la sección de este que se desea imprimir, mediante el control de un botón que emplea la configuración de impresión propia del navegador.

**Figura 32**

*Botón de impresión de mapa.*



- **L.Geoserver**<sup>12</sup>: Este complemento permite realizar solicitudes básicas al servidor de mapas donde se encuentran publicadas las coberturas geográficas del geovisor, actualmente es compatible con los estándares WMTS, WCS, WFS y WMS. Dicho de otro modo, este complemento permite adicionar las capas al geovisor mediante peticiones http.
- **leaflet-ajax**<sup>13</sup>: Se trata de un complemento que permite cargar sobre el mapa capas superpuestas y ficheros SIG generados en formato GeoJSON. Para cada una de las capas GeoJSON de AJAX, se ha definido un pop up para visualizar los atributos de mayor

<sup>11</sup> <https://github.com/Igor-Vladyka/leaflet.browser.print>

<sup>12</sup> <https://github.com/iamtekson/leaflet-geoserver-request>

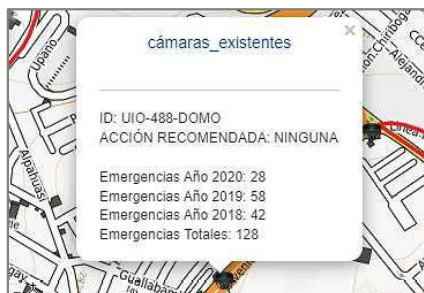
<sup>13</sup> <https://github.com/calvinmetcalf/leaflet-ajax>



relevancia. En la siguiente figura se presenta un ejemplo de un pop up de una de las cámaras del geoportal.

**Figura 33**

*Pop up de una cámara de videovigilancia.*



- **Leaflet.StyledLayerControl<sup>14</sup>**: Complemento que permite agregar un control de capas estructurado por medio del cual se puede activar o desactivar cualquier capa de información geoespacial que se encuentre alojada en el servidor de mapas o puede renderizarse desde un archivo externo GeoJSON.

Para que una capa se visualice desde el servidor de mapas, se deben editar los parámetros de layer y consumir la capa de información deseada empleando los servicios estandarizados WMS y WFS.

A continuación, en la Figura 34 se presenta la estructura del código empleado para agregar mapas base y capas desde la base de datos empleando el estándar WMS, para añadir un mapa base como capa de mosaico se emplea la clase *L.tileLayer*, para lo cual, se debe establecer de manera obligatoria la URL, los límites de nivel de zoom de la capa y como parámetro adicional la atribución.

<sup>14</sup> <https://github.com/davicustodio/Leaflet.StyledLayerControl>

Figura 34

Código para agregar capas de mosaico.

```

397 var TopoMap = L.tileLayer('https://{s}.tile.opentopomap.org/{z}/{x}/{y}.png', {
398   minZoom: 14,
399   maxZoom: 19,
400   attribution: 'OpenTopoMap'});
401
402 var esri_img = L.tileLayer('http://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}', {
403   minZoom: 14,
404   maxZoom: 19,
405   attribution: 'ESRI'});
406
407 //MAPAS DE LA BASE DE DATOS POSTGIS
408 //Cartografía base
409
410 var wmsbarrios = L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/chimbacalle/wms",{
411   layers: "chimbacalle:Barrios",
412   format: 'image/png',
413   transparent: true,
414   version: '1.1.1'}); //wmsbarrios.addTo(map);
415
416 var wmschimbacalle = L.tileLayer.wms("http://localhost:8080/geoserver/chimbacalle/wms",{
417   layers: "chimbacalle:Parroquia_chimbacalle",
418   format: 'image/png',
419   transparent: true,
420   version: '1.1.1'});

```

Para añadir un control de capas al mapa se debe asignar un nombre a los grupos de capas y definir las capas de cada grupo asignando un nombre, el cual será visible al desplegar los grupos del control de capas seguido del nombre de la variable asignado previamente.

Finalmente se emplea la clase *L.Control.styleLayerControl*, en la cual se detallan como argumento las capas base y las capas de superposición y se añade el control al mapa con el método *addControl()* (Ver Figura 35).

Figura 35

Control de capas del Geovisor

```

604 var baseMaps = [
605   {
606     groupName: "Mapas Base",
607     expanded: false,
608     layers: {
609       "Satélite": esri_img,
610       "TopoMap": TopoMap,
611       "OpenStreetMap": osm,
612     }
613   }
614 ];
615
616 var overlays = [
617   {
618     groupName: "Cartografía",
619     expanded: false,
620     layers: {
621       "Modelo digital del terreno MDT": wmsMDT,
622       "Ortofoto": wmsortofoto,
623       "Parroquia Chimbacalle": wmschimbacalle,
624       "Barrios": wmsbarrios,
625       "Unidades Constructivas": wmsconstrucciones,
626       "árboles": wmsarboles,
627       "Cámaras existentes": wmscamarasexistentes,
628       "Cámaras existentes geojson": geojson_camarasexistentes,
629       "Alarmas existentes geojson": geojson_alarmasexistentes,
630       "Alarmas existentes": wmsalarmasexistentes
631     }
632   },{

```

```

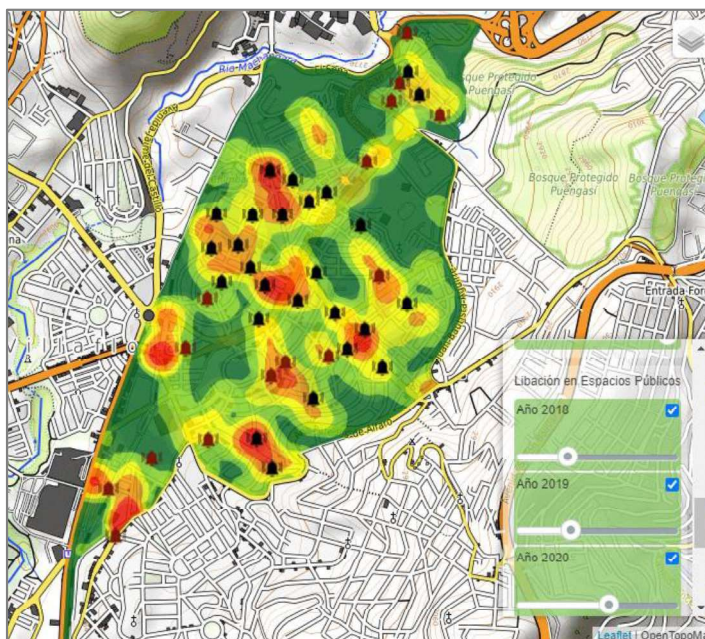
633     groupName : "Productos generados",
634     expanded : false,
635     layers : {
636         "Modelo digital de superficie MDS": wmsMDS,
637         "Cámaras propuestas": wmscamaraspropuestas,
638         "Cámaras propuestas geojson": geojson_camaraspropuestas,
639         "Alarmas propuestas": wmsalarmaspropuestas,
640         "Alarmas propuestas geojson": geojson_alarmaspropuestas,
641         "Cuencas visuales cámaras existentes": wmscuencasvisualescamarasexistentes,
642         "Cuencas visuales cámaras propuestas": wmscuencasvisualescamaraspropuestas,
643         "Cuencas auditivas alarmas existentes": wmscuencasauditivasexistentes,
644         "Cuencas auditivas alarmas propuestas": wmscuencasauditivaspropuestas,
645         "Líneas de visión cámaras existentes": wmslineasdevisioncamarasexistentes,
646         "Líneas de visión cámaras propuestas": wmslineasdevisioncamaraspropuestas
647     },
648     }, {
649     groupName : "Emergencias reportadas SIS ECU 911",
650     expanded : false,
651     layers : {
652         "Delitos 2018": wmsdelitos2018,
653         "Delitos 2019": wmsdelitos2019,
654         "Delitos 2020": wmsdelitos2020
655     }
656 }
657 ];
658 esri_img.addTo(map);
659 var control = L.Control.styledLayerControl(baseMaps, overlays);
660 map.addControl(control);

```

- **Leaflet-panel-layers<sup>15</sup>**: Complemento que permite elaborar un control deslizante de rango de opacidad de las capas y agrega un panel de control para dichas capas, en la siguiente figura se visualizan los mapas de calor correspondientes a la categoría libación en espacios públicos con una opacidad media.

**Figura 36**

*Control de capas deslizante del Geovisor.*



<sup>15</sup> <https://github.com/stefanocudini/leaflet-panel-layers>

**Contactos.**

Corresponde al módulo de ingreso al geoportal denominado “contact.html” en cuya interfaz se muestra la información de contacto de los desarrolladores del presente estudio. Como base de diseño se mantuvo la línea de diseño del visor de mapas y se añadió un menú lateral para acceder a los distintos módulos del geopotat.

## CAPÍTULO IV

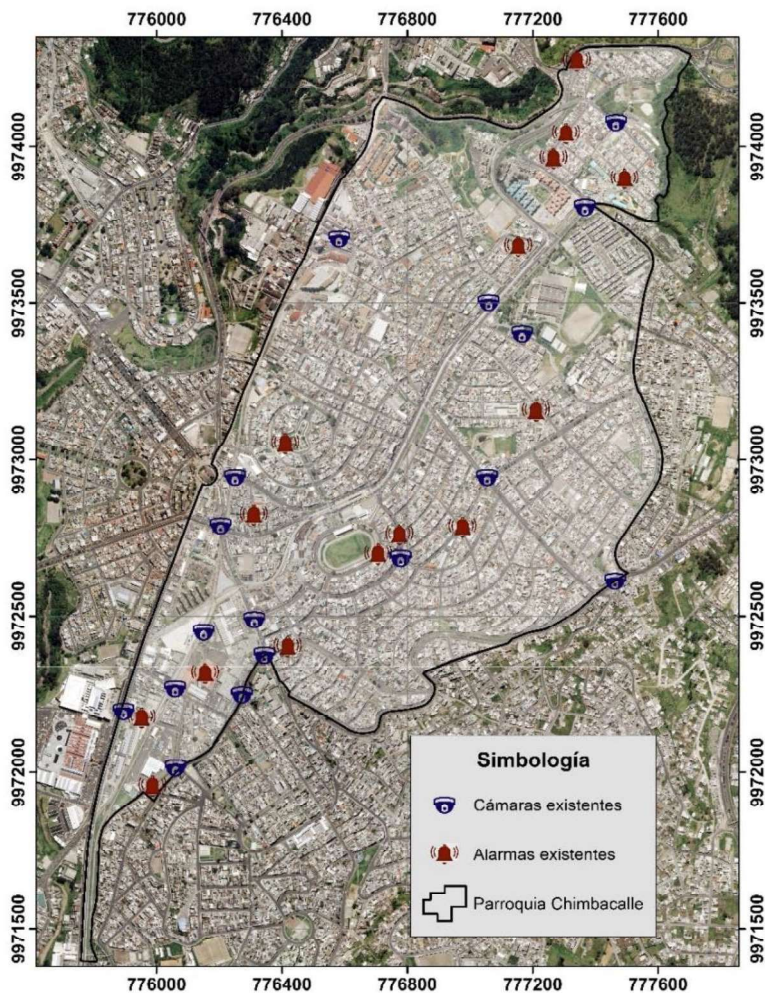
### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### Distribución espacial de los mecanismos de alerta

La parroquia Chimbacalle cuenta con un área de 241,7 Ha aproximadamente, dentro de la cual están distribuidas 17 cámaras de videovigilancia del tipo domo y 15 alarmas comunitarias, estas están disponibles las 24 horas del día para monitorear y alertar la existencia de actividades ilícitas en cualquier lugar dentro de su área de cobertura. En la Figura 37 se puede observar cómo los mecanismos de alerta están espacialmente distribuidos dentro de la parroquia.

**Figura 37**

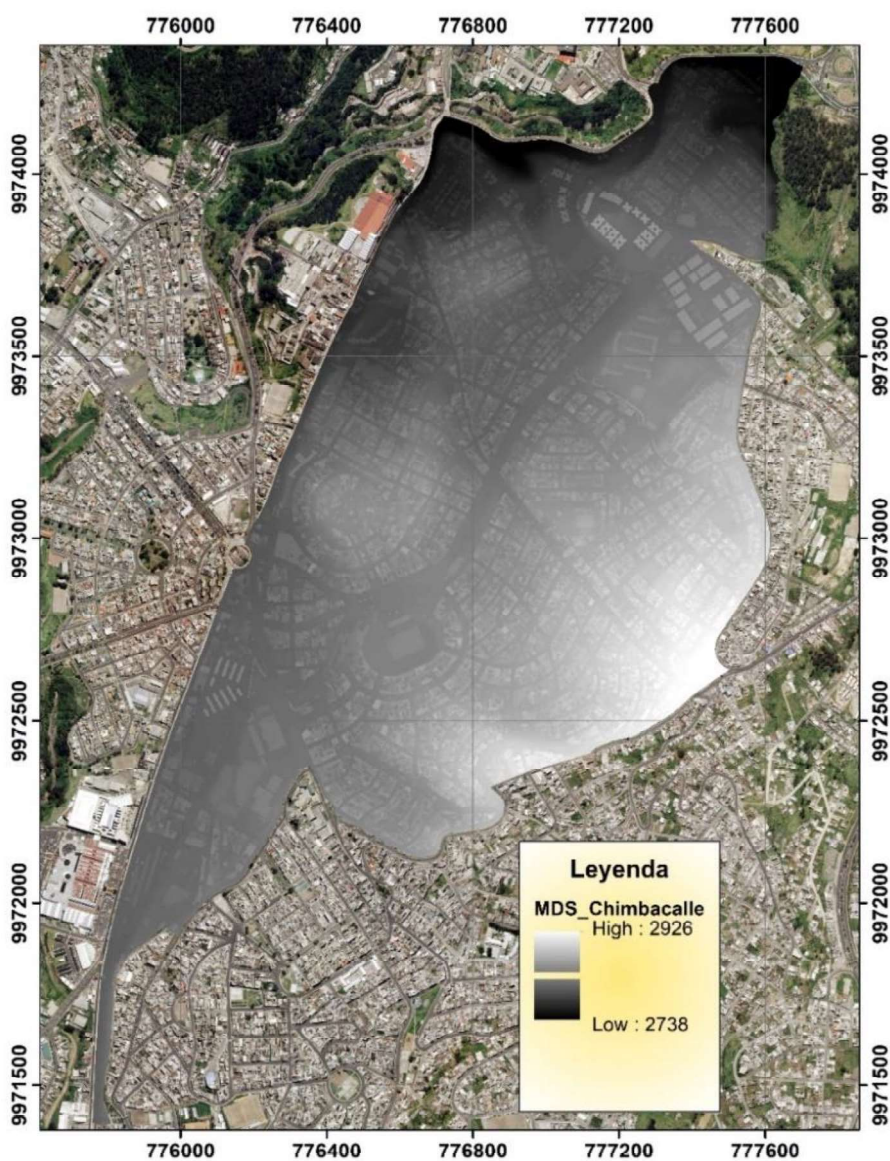
*Distribución espacial de los mecanismos de alerta en la parroquia Chimbacalle.*



En cuanto al área de cobertura de cada cámara de videovigilancia, se obtuvo a partir de la generación de cuencas visuales con el MDS (Figura 38). La aplicación de dicho análisis de visibilidad toma en cuenta las obstrucciones (edificaciones, especies arbóreas, entre otros) que existen alrededor de un punto de observación e identifica las zonas visibles o el campo de visión de cada dispositivo. Los resultados se muestran en la Figura 39.

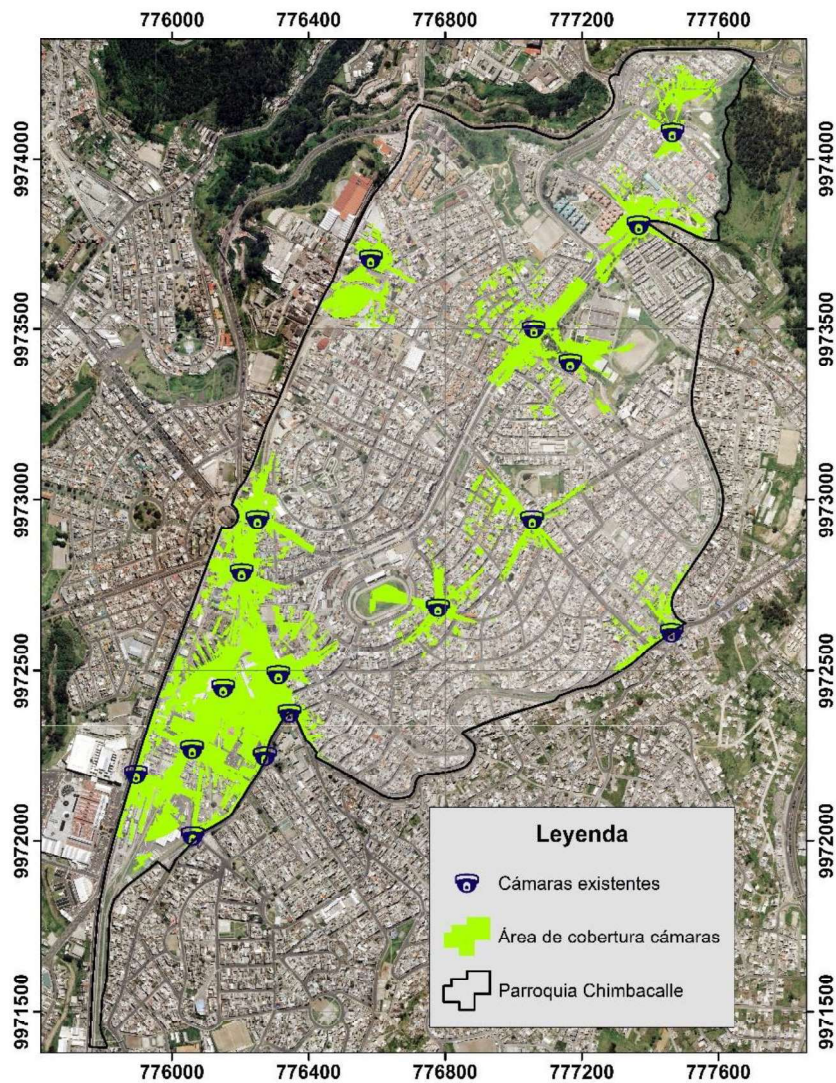
**Figura 38**

*Modelo Digital de Superficie (MDS) de la parroquia Chimbacalle.*



**Figura 39**

Modelo de distribución espacial de las cámaras de videovigilancia y sus áreas de cobertura.



Luego se obtuvo el área (Tabla 8) la cual se utilizó para los posteriores cálculos como el cociente de localización (LQ) y la diferencia del cociente de localización (DLQ).

**Tabla 8**

*Área de cobertura de las cámaras de videovigilancia.*

| <b>ID_CAMARA</b> | <b>Área de cobertura (m<sup>2</sup>)</b> |
|------------------|------------------------------------------|
| UIO-010-DOMO     | 24848.15                                 |
| UIO-011-DOMO     | 35352.60                                 |
| UIO-012-DOMO     | 50667.56                                 |
| UIO-014-DOMO     | 25410.07                                 |
| UIO-133-DOMO     | 23181.14                                 |
| UIO-177-DOMO     | 8223.39                                  |
| UIO-203-DOMO     | 24536.99                                 |
| UIO-208-DOMO     | 19552.88                                 |
| UIO-334-DOMO     | 29893.10                                 |
| UIO-335-DOMO     | 44763.77                                 |
| UIO-338-DOMO     | 13324.65                                 |
| UIO-455-DOMO     | 25600.24                                 |
| UIO-461-DOMO     | 25987.91                                 |
| UIO-488-DOMO     | 31186.14                                 |
| UIO-496-DOMO     | 46739.97                                 |
| UIO-604-DOMO     | 27637.34                                 |
| UIO-605-DOMO     | 16577.54                                 |

Las cámaras de videovigilancia con menor área de cobertura son: UIO-117-DOMO, ubicada en las calles José Peralta y El Tambo; UIO-338-DOMO, en las calles Ana Paredes y Pérez Guzmán; UIO-605-DOMO, en las calles Alberto Larrea y Chiriboga; UIO-208-DOMO Alpahuasi y Bartolomé Alves. Por otro lado, las cámaras con mayor área de cobertura son: UIO-012-DOMO, ubicada en las calles Juan del Valle y Gualberto Pérez; UIO-335-DOMO, en las calles Rafael Arteta y García Calvas; UIO-011-DOMO en las calles Napo y Casitagua.

Una vez obtenidas las áreas de cobertura de cada cámara de videovigilancia, se graficaron las líneas de visibilidad en 3D. Este resultado se muestra en la Figura 40.



**Figura 40**

*Modelo de distribución de las líneas de visibilidad en 3D de las cámaras de videovigilancia.*

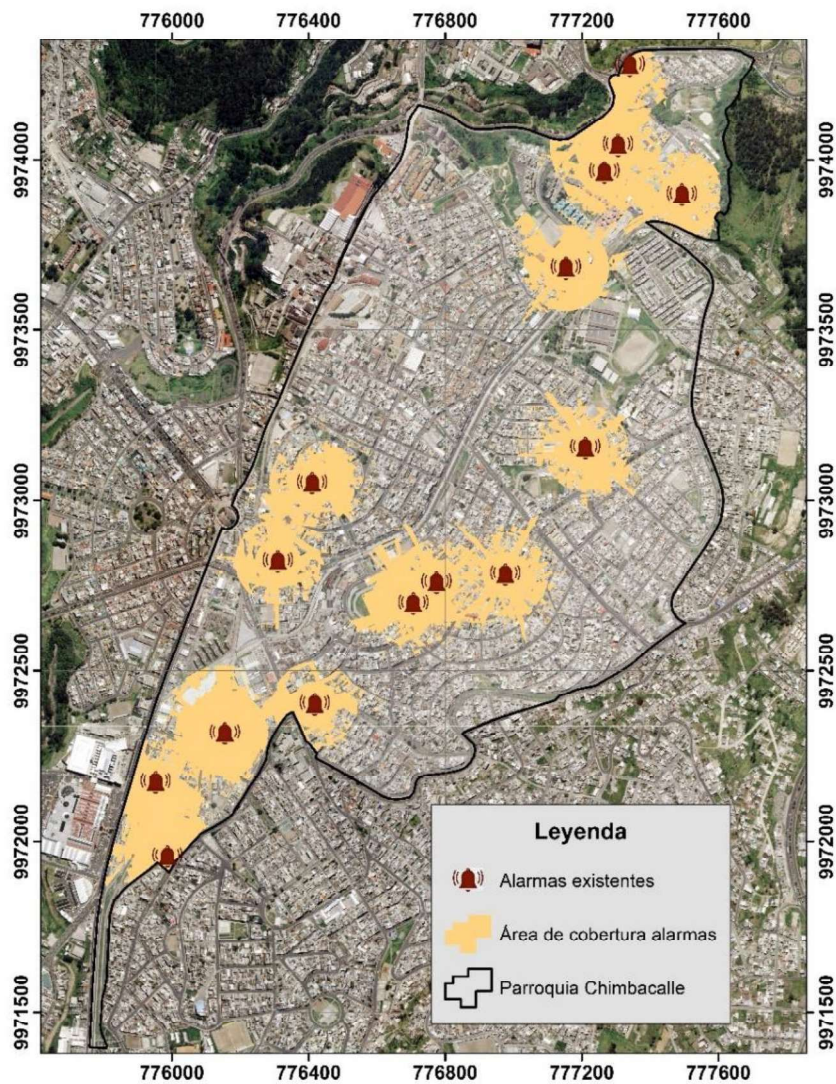


Con respecto a la propagación del sonido de una alarma comunitaria al aire libre, se consideraron las atenuaciones (también conocidas como impedancias) de los obstáculos que se encuentran en la trayectoria del sonido. La atenuación va a depender de la distancia a la cual se encuentra el objeto y del material del que esté construido (Dominguez, 2018).

De la misma manera que las cámaras de videovigilancia, se generaron cuencas visuales para identificar la proyección de las sombras de los obstáculos (las sombras se refieren a los lugares donde no existe una línea de visión directa entre el emisor y el receptor, debido a que se le antepone un obstáculo que difracta el sonido). Para el presente estudio, se consideraron dos tipos de sombras: 1) Edificaciones y bosques densos, 2) Relieve. Mediante álgebra de mapas y la transformación a formato vector se obtuvo la cobertura ilustrada en la Figura 41.

**Figura 41**

*Modelo de distribución espacial de las alarmas comunitarias y sus áreas de cobertura.*



Posteriormente, se calculó el área de cobertura para cada alarma (Tabla 9), dicho dato se utilizó para los posteriores análisis.

**Tabla 9**

*Área de cobertura de las alarmas comunitarias.*

| <b>ID_ALARMA</b> | <b>Área de cobertura (m<sup>2</sup>)</b> |
|------------------|------------------------------------------|
| A0156            | 50736.19                                 |
| A0157            | 53768.78                                 |
| A0158            | 41276.90                                 |
| A0159            | 34473.40                                 |
| A0163            | 20592.99                                 |
| A0164            | 54010.39                                 |
| A0165            | 39904.16                                 |
| A0166            | 44606.24                                 |
| A1212            | 74348.22                                 |
| A0171            | 54006.41                                 |
| A0172            | 47337.31                                 |
| A0167            | 51822.21                                 |
| A1213            | 40880.85                                 |
| A1214            | 48057.35                                 |
| A0               | 49615.88                                 |

Las alarmas comunitarias con menor área de cobertura son: A0163, ubicada en las calles Luis Ruiz y Simón Bolívar; A0159, en las calles Baltazar Gonzales y Gualberto Pérez; A0165, en las calles Fidel López y Luis Rivadeneira. Por otro lado, las alarmas comunitarias con mayor área de cobertura son: A1212, en las calles Rafael Arteta y Alamor; A0164, en las calles López Arteta y Alejandro Calisto; A0171, en las calles Cutuchi y Paute; A0157, en las calles Benjamín lastra y Pedro Cepero.

En cuando a los porcentajes de cobertura, con respecto a la parroquia, de los mecanismos de alerta: el 16.17% corresponde a las cámaras de videovigilancia, el 25.30% a las alarmas comunitarias y el 7.03% corresponde a las zonas de traslape entre áreas de cobertura

de ambos mecanismos de alerta.

Por tanto, se puede evidenciar en cada una de las Figuras 39 y 41 que existen zonas que no están siendo cubiertas por algún mecanismo de alerta, estas representan el 65.56% de la parroquia.

### **Densificación y reubicación de los mecanismos de alerta**

Con la finalidad optimizar y maximizar el área de cobertura de los mecanismos de alerta y evitar puntos ciegos en donde existen aglomeraciones de actividades ilícitas, se propone implementar nuevas unidades y reubicar aquellas que presenten una baja recopilación de actividades ilícitas en los últimos años.

Por ello, en primer lugar, se calculó el cociente de localización (LQ) de los mecanismos existentes tomando en cuenta los registros proporcionados por el SIS ECU 911 de los años: 2018, 2019 y 2020. Aquellos que presenten valores menores a 1, se considerarán irrelevantes y se analizará su reubicación.

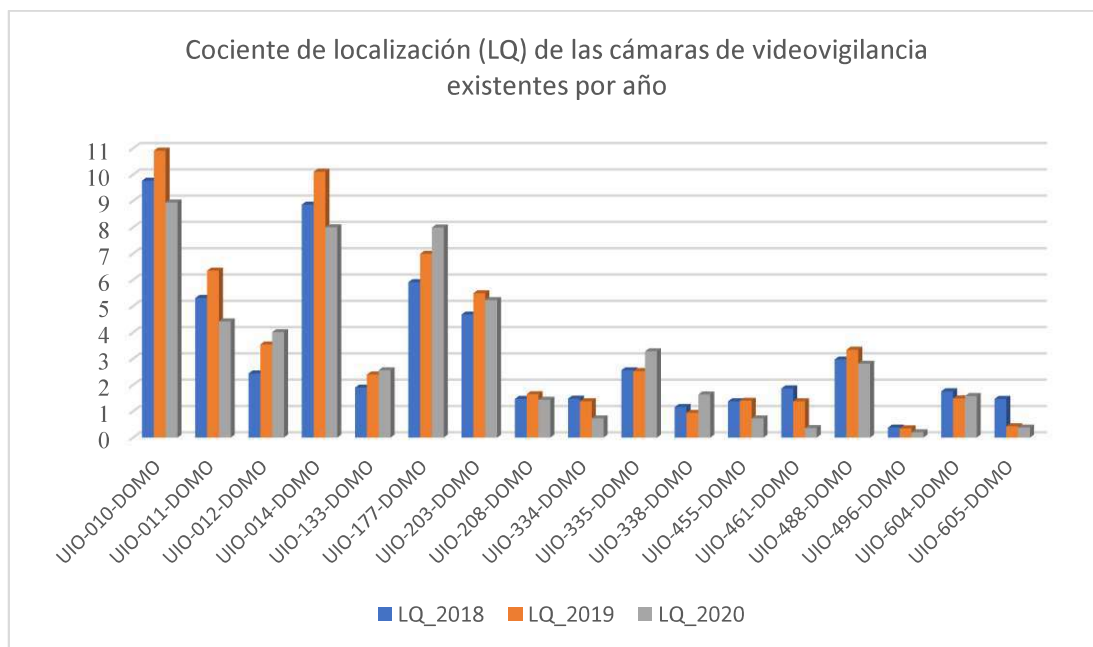
En primera instancia, se puede evidenciar en las Tablas 10 y 11 y Figuras 42 y 43 que los resultados de LQ para el año 2020, presentan un comportamiento atípico con respecto a los años anteriores. La razón se puede atribuir a la pandemia de coronavirus COVID-19, de modo que, se consideraron los años 2018 y 2019 para efectuar los cálculos posteriores.

**Tabla 10***Emergencias y cociente de localización (LQ) de las cámaras de videovigilancia por cada año.*

| <b>ID_CAMARA</b> | <b>emer_2018</b> | <b>emer_2019</b> | <b>emer_2020</b> | <b>emer_total</b> | <b>LQ_2018</b> | <b>LQ_2019</b> | <b>LQ_2020</b> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| UIO-010-DOMO     | 110              | 151              | 71               | 332               | 9.77           | 10.91          | 8.94           |
| UIO-011-DOMO     | 85               | 125              | 50               | 260               | 5.31           | 6.35           | 4.42           |
| UIO-012-DOMO     | 56               | 100              | 65               | 221               | 2.44           | 3.54           | 4.01           |
| UIO-014-DOMO     | 102              | 143              | 65               | 310               | 8.86           | 10.11          | 8.00           |
| UIO-133-DOMO     | 20               | 31               | 19               | 70                | 1.90           | 2.40           | 2.56           |
| UIO-177-DOMO     | 22               | 32               | 21               | 75                | 5.91           | 6.99           | 7.99           |
| UIO-203-DOMO     | 52               | 75               | 41               | 168               | 4.68           | 5.49           | 5.23           |
| UIO-208-DOMO     | 13               | 18               | 9                | 40                | 1.47           | 1.65           | 1.44           |
| UIO-334-DOMO     | 20               | 23               | 7                | 50                | 1.48           | 1.38           | 0.73           |
| UIO-335-DOMO     | 52               | 63               | 47               | 162               | 2.56           | 2.53           | 3.28           |
| UIO-338-DOMO     | 7                | 7                | 7                | 21                | 1.16           | 0.94           | 1.64           |
| UIO-455-DOMO     | 16               | 20               | 6                | 42                | 1.38           | 1.40           | 0.73           |
| UIO-461-DOMO     | 22               | 20               | 3                | 45                | 1.87           | 1.38           | 0.36           |
| UIO-488-DOMO     | 42               | 58               | 28               | 128               | 2.97           | 3.34           | 2.81           |
| UIO-496-DOMO     | 8                | 9                | 3                | 20                | 0.38           | 0.35           | 0.20           |
| UIO-604-DOMO     | 22               | 23               | 14               | 59                | 1.76           | 1.49           | 1.58           |
| UIO-605-DOMO     | 11               | 4                | 2                | 17                | 1.47           | 0.43           | 0.38           |

**Figura 42**

Comparativa del cociente de localización (LQ) de las cámaras de videovigilancia existentes por año.

**Tabla 11**

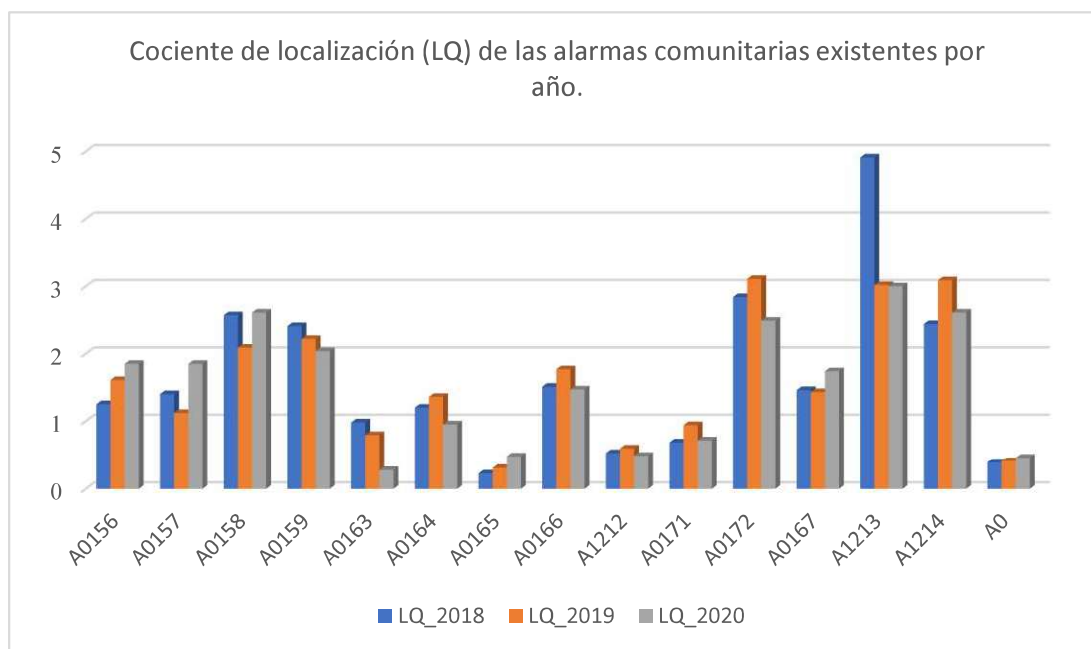
*Emergencias y cociente de localización (LQ) de las alarmas comunitarias por cada año.*

| ID_ALARMA | emer_2018 | emer_2019 | emer_2020 | emer_total | LQ_2018 | LQ_2019 | LQ_2020 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|---------|---------|
| A0156     | 88        | 110       | 100       | 298        | 1.25    | 1.61    | 1.85    |
| A0157     | 104       | 81        | 106       | 291        | 1.40    | 1.12    | 1.85    |
| A0158     | 147       | 116       | 115       | 378        | 2.57    | 2.09    | 2.61    |
| A0159     | 115       | 103       | 75        | 293        | 2.41    | 2.22    | 2.04    |
| A0163     | 28        | 22        | 6         | 56         | 0.98    | 0.79    | 0.27    |
| A0164     | 90        | 99        | 55        | 244        | 1.20    | 1.36    | 0.95    |
| A0165     | 12        | 16        | 20        | 48         | 0.22    | 0.30    | 0.47    |
| A0166     | 93        | 106       | 70        | 269        | 1.51    | 1.77    | 1.47    |
| A1212     | 53        | 59        | 38        | 150        | 0.52    | 0.59    | 0.48    |
| A0171     | 51        | 68        | 41        | 160        | 0.68    | 0.94    | 0.71    |
| A0172     | 186       | 198       | 126       | 510        | 2.84    | 3.11    | 2.49    |

|       |     |     |     |     |      |      |      |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| A0167 | 105 | 100 | 96  | 301 | 1.46 | 1.43 | 1.74 |
| A1213 | 278 | 166 | 131 | 575 | 4.91 | 3.02 | 3.00 |
| A1214 | 162 | 200 | 134 | 496 | 2.44 | 3.09 | 2.61 |
| A0    | 26  | 27  | 24  | 77  | 0.38 | 0.40 | 0.45 |

**Figura 43**

*Comparativa del cociente de localización (LQ) de las alarmas comunitarias existentes por año.*



Con relación a lo antes mencionado, se puede identificar que existen dos cámaras de videovigilancia y cinco alarmas comunitarias con valores de LQ inferiores a 1, de modo que se analizó cada una para ejecutar una acción, ver Tabla 14.

Por otro lado, para la implementación de nuevas unidades, una de las condiciones trata de que los mecanismos de alerta supuestos se encuentren instalados en las intersecciones de las vías. Así, se obtuvo aproximadamente 350 mecanismos supuestos de cada tipo, es decir, se procesó alrededor de 700 unidades para identificar cuáles son las más idóneas a implementar.

De todos los mecanismos de alerta supuestos, se tomaron aquellos que presentan el

LQ más elevado. Los resultados de aquellos se detallan en las Tablas 12 y 13.

**Tabla 12**

*Cámaras de videovigilancia propuestas para su implementación.*

| #  | ID_CAMARA      | TIPO | ÁREA (m <sup>2</sup> ) | LQ   | DLQ_19_18 | ACCIÓN      |
|----|----------------|------|------------------------|------|-----------|-------------|
| 1  | C044-PROPUESTA | DOMO | 21826.79               | 2.08 | 0.12      | Implementar |
| 2  | C071-PROPUESTA | DOMO | 16825.18               | 3.73 | 0.64      | Implementar |
| 3  | C106-PROPUESTA | DOMO | 17265.09               | 2.35 | -1.17     | Implementar |
| 4  | C140-PROPUESTA | DOMO | 24108.18               | 1.60 | 0.82      | Implementar |
| 5  | C180-PROPUESTA | DOMO | 29472.36               | 7.07 | 1.10      | Implementar |
| 6  | C203-PROPUESTA | DOMO | 52516.97               | 1.77 | -0.74     | Implementar |
| 7  | C217-PROPUESTA | DOMO | 19821.05               | 2.07 | 0.57      | Implementar |
| 8  | C221-PROPUESTA | DOMO | 47377.79               | 1.44 | -0.38     | Implementar |
| 9  | C225-PROPUESTA | DOMO | 19058.08               | 2.27 | 1.30      | Implementar |
| 10 | C267-PROPUESTA | DOMO | 48231.46               | 2.49 | -0.06     | Implementar |
| 11 | C287-PROPUESTA | DOMO | 36872.43               | 2.24 | 0.40      | Implementar |
| 12 | C303-PROPUESTA | DOMO | 21420.53               | 1.93 | -1.51     | Implementar |
| 13 | C309-PROPUESTA | DOMO | 14840.85               | 2.16 | 0.76      | Implementar |
| 14 | C337-PROPUESTA | DOMO | 17202.96               | 3.19 | -0.54     | Implementar |
| 15 | C353-PROPUESTA | DOMO | 33140.25               | 3.54 | -0.25     | Implementar |
| 16 | C360-PROPUESTA | DOMO | 31141.63               | 1.92 | -1.41     | Implementar |
| 17 | C365-PROPUESTA | DOMO | 16879.84               | 2.04 | 1.46      | Implementar |
| 18 | C430-PROPUESTA | DOMO | 31982.53               | 2.50 | -0.95     | Implementar |
| 19 | C437-PROPUESTA | DOMO | 24800.40               | 1.43 | 0.19      | Implementar |
| 20 | C445-PROPUESTA | DOMO | 11444.16               | 1.67 | -0.52     | Implementar |
| 21 | C466-PROPUESTA | DOMO | 15971.15               | 3.34 | -2.17     | Implementar |
| 22 | C495-PROPUESTA | DOMO | 17536.49               | 1.97 | 0.16      | Implementar |
| 23 | C504-PROPUESTA | DOMO | 29147.60               | 4.02 | -0.28     | Implementar |
| 24 | C515-PROPUESTA | DOMO | 14542.78               | 1.69 | 0.33      | Implementar |
| 25 | C540-PROPUESTA | DOMO | 20641.87               | 2.51 | 0.73      | Implementar |
| 26 | C555-PROPUESTA | DOMO | 21483.75               | 1.60 | 0.32      | Implementar |
| 27 | C573-PROPUESTA | DOMO | 28354.51               | 1.21 | 0.24      | Implementar |



|    |                |      |          |      |       |                 |
|----|----------------|------|----------|------|-------|-----------------|
| 28 | C599-PROPUESTA | DOMO | 27466.08 | 1.69 | 0.16  | Implementar     |
| 29 | C612-PROPUESTA | DOMO | 14603.97 | 2.53 | -0.38 | Implementar     |
| 30 | C633-PROPUESTA | DOMO | 51412.15 | 1.89 | 0.00  | Implementar     |
| 31 | C685-PROPUESTA | DOMO | 18189.97 | 1.98 | -0.41 | Implementar     |
| 32 | C717-PROPUESTA | DOMO | 23311.55 | 2.31 | -0.48 | Nueva ubicación |
| 33 | C097-PROPUESTA | DOMO | 54402.42 | 1.34 | 0.82  | Nueva ubicación |

Con relación a las cámaras de videovigilancia que se propone implementar, se seleccionaron aquellas que cumplen con las siguientes características: cociente de localización mayor a 1; no estar cerca de otra cámara y de preferencia, estar ubicada en vías principales. Por consiguiente, de 350 cámaras supuestas, 33 cumplen con las condiciones expuestas, de ese valor se reservaron 2 que servirán como las nuevas ubicaciones de las cámaras de videovigilancia existentes que se propone reubicar. Estas se detallan en la Tabla 12.

Por otra parte, de una cantidad aproximada de 350 alarmas comunitarias supuestas, se seleccionaron para su implementación aquellas que cumplen con las siguientes características: cociente de localización mayor a 1; no estar cerca de otra alarma comunitaria y de preferencia, no estar ubicada en vías principales. Como resultado, 26 alarmas supuestas cumplen con los parámetros establecidos, 5 se reservaron como las nuevas ubicaciones de las alarmas comunitarias que se propone reubicar. Estas se detallan en la Tabla 13.

**Tabla 13**

*Alarmas comunitarias propuestas para su implementación.*

| # | ID_ALARMA      | ÁREA (m <sup>2</sup> ) | LQ   | DLQ_19_18 | ACCIÓN      |
|---|----------------|------------------------|------|-----------|-------------|
| 1 | A039-PROPUESTA | 37639.69               | 1.50 | 0.32      | Implementar |
| 2 | A056-PROPUESTA | 47044.18               | 1.33 | 0.57      | Implementar |
| 3 | A114-PROPUESTA | 53406.52               | 1.01 | -0.20     | Implementar |
| 4 | A171-PROPUESTA | 46550.48               | 1.73 | 0.51      | Implementar |
| 5 | A215-PROPUESTA | 46908.78               | 1.91 | 0.94      | Implementar |

|    |                |          |      |       |                 |
|----|----------------|----------|------|-------|-----------------|
| 6  | A265-PROPUESTA | 45012.45 | 2.02 | 0.66  | Implementar     |
| 7  | A292-PROPUESTA | 45935.80 | 1.06 | -0.15 | Implementar     |
| 8  | A307-PROPUESTA | 44411.99 | 1.67 | 0.11  | Implementar     |
| 9  | A329-PROPUESTA | 48775.86 | 1.58 | -0.54 | Implementar     |
| 10 | A377-PROPUESTA | 39092.82 | 2.23 | 0.49  | Implementar     |
| 11 | A412-PROPUESTA | 54844.61 | 1.24 | -0.39 | Implementar     |
| 12 | A427-PROPUESTA | 37302.02 | 1.24 | -0.12 | Implementar     |
| 13 | A476-PROPUESTA | 37569.28 | 1.90 | -0.20 | Implementar     |
| 14 | A485-PROPUESTA | 35737.16 | 1.66 | -0.03 | Implementar     |
| 15 | A523-PROPUESTA | 47752.43 | 1.80 | 0.17  | Implementar     |
| 16 | A543-PROPUESTA | 47861.81 | 1.05 | 0.01  | Implementar     |
| 17 | A548-PROPUESTA | 40479.14 | 1.54 | -0.46 | Implementar     |
| 18 | A549-PROPUESTA | 35117.76 | 1.10 | 0.22  | Implementar     |
| 19 | A569-PROPUESTA | 41816.61 | 1.35 | 0.56  | Implementar     |
| 20 | A604-PROPUESTA | 40359.96 | 1.36 | 0.00  | Implementar     |
| 21 | A620-PROPUESTA | 34912.41 | 2.60 | -0.64 | Implementar     |
| 22 | A697-PROPUESTA | 44568.77 | 1.48 | 0.24  | Nueva ubicación |
| 23 | A708-PROPUESTA | 52333.86 | 1.66 | 0.03  | Nueva ubicación |
| 24 | A347-PROPUESTA | 51957.36 | 2.98 | 0.13  | Nueva ubicación |
| 25 | A383-PROPUESTA | 41709.39 | 1.35 | -0.24 | Nueva ubicación |
| 26 | A589-PROPUESTA | 43600.44 | 1.73 | 0.18  | Nueva ubicación |

Con respecto a la diferencia del cociente de localización (DLQ), el autor Betancourt (2018) descarta aquellos que presentan un valor negativo; sin embargo, para la presente investigación sí se tomaron en cuenta debido al contraste de dicho valor con el LQ.

Si bien es cierto, los valores negativos de DLQ indican una disminución en las actividades ilícitas, no obstante, esto no asegura que la actividad dentro del área de cobertura se ha erradicado del todo, como evidencia, se pueden verificar los valores de LQ calculados para dichos mecanismos de alerta propuestos.

Una vez obtenidos los mecanismos de alerta que se pretende implementar en la

parroquia Chimbacalle, se procedió a analizar los existentes que presentan inconvenientes en su ubicación actual Tabla 14. Los coeficientes de localización calculados para dichos dispositivos fueron valores menores a 1; por consiguiente, se propone su reubicación. Para el caso de la alarma comunitaria con ID A1212, no se propone ninguna acción, esta está ubicada en las instalaciones del Mercado Municipal Chiriyacu “El Camal” y por la georreferenciación de las actividades ilícitas se pueden generar resultados equívocos.

**Tabla 14**

*Mecanismos de alerta que presentan inconvenientes en su ubicación actual.*

| CÁMARAS DE VIDEOVIGILANCIA |      |       |          | ALARMAS COMUNITARIAS |      |       |          |
|----------------------------|------|-------|----------|----------------------|------|-------|----------|
| ID                         | LQ   | DLQ   | ACCIÓN   | ID                   | LQ   | DLQ   | ACCIÓN   |
| UIO-496-DOMO               | 0.36 | -0.03 | Reubicar | A0163                | 0.89 | -0.19 | Reubicar |
| UIO-605-DOMO               | 0.95 | -1.03 | Reubicar | A0164                | 1.28 | 0.16  | Reubicar |
|                            |      |       |          | A0165                | 0.26 | 0.08  | Reubicar |
|                            |      |       |          | A1212                | 0.55 | 0.07  | Ninguna  |
|                            |      |       |          | A0171                | 0.81 | 0.25  | Reubicar |
|                            |      |       |          | A0                   | 0.39 | 0.03  | Reubicar |

Con relación a la tabla anterior, la alarma de ID A0164 presenta un LQ mayor a 1; sin embargo, se encuentra ubicada a un lado del lugar conflictivo, con esta propuesta de reubicación, se brindará una mejor cobertura a dicha zona sin disminuir su efectividad en su ubicación actual, ver Figura 46.

A continuación, en las Tablas 15 y 16 se plantea la propuesta de las nuevas ubicaciones de los mecanismos de alerta existentes en la parroquia que demandan ser reubicados. Las nuevas ubicaciones pertenecen a los mecanismos de alerta supuestos que cumplen con todos los parámetros requeridos para ser implementados.

Tabla 15

*Cámaras de videovigilancia a reubicar y su nueva ubicación.*

| EXISTENTES   |           |            |      |   | NUEVA UBICACIÓN |           |            |      |
|--------------|-----------|------------|------|---|-----------------|-----------|------------|------|
| ID           | Latitud   | Longitud   | LQ   | → | ID              | Latitud   | Longitud   | LQ   |
| UIO-496-DOMO | -0.249017 | -78.519068 | 0.36 | → | C097-PROPUESTA  | -0.248205 | -78.518816 | 1.34 |
| UIO-605-DOMO | -0.2343   | -78.507262 | 0.95 | → | C717-PROPUESTA  | -0.233646 | -78.508149 | 2.31 |

Figura 44

*Comparación de las emergencias asistidas dentro del área de cobertura de las cámaras de videovigilancia en su ubicación actual, con relación a su propuesta de reubicación.*

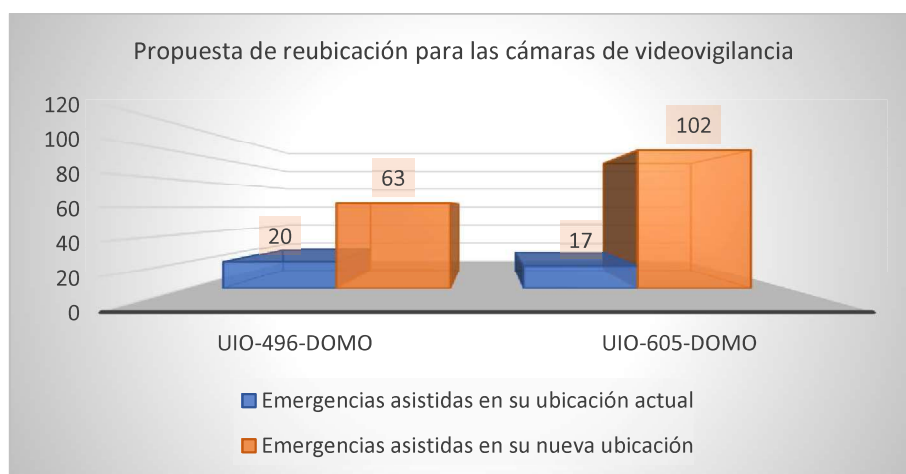
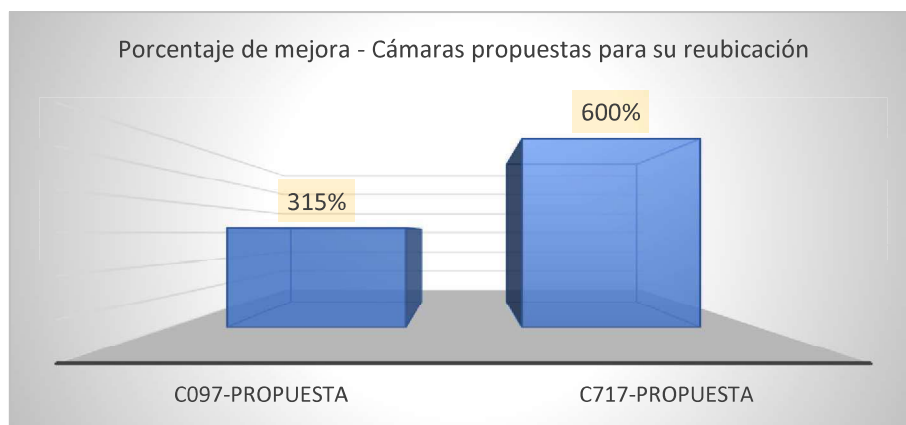


Figura 45

*Porcentaje de mejora de las cámaras de videovigilancia propuestas para su reubicación con relación a las emergencias asistidas.*



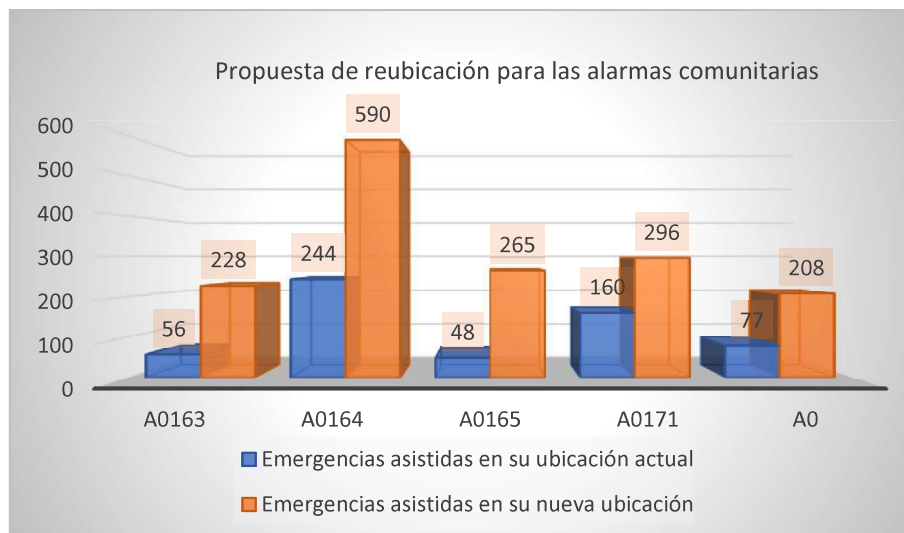
**Tabla 16**

*Alarmas comunitarias a reubicar y su nueva ubicación.*

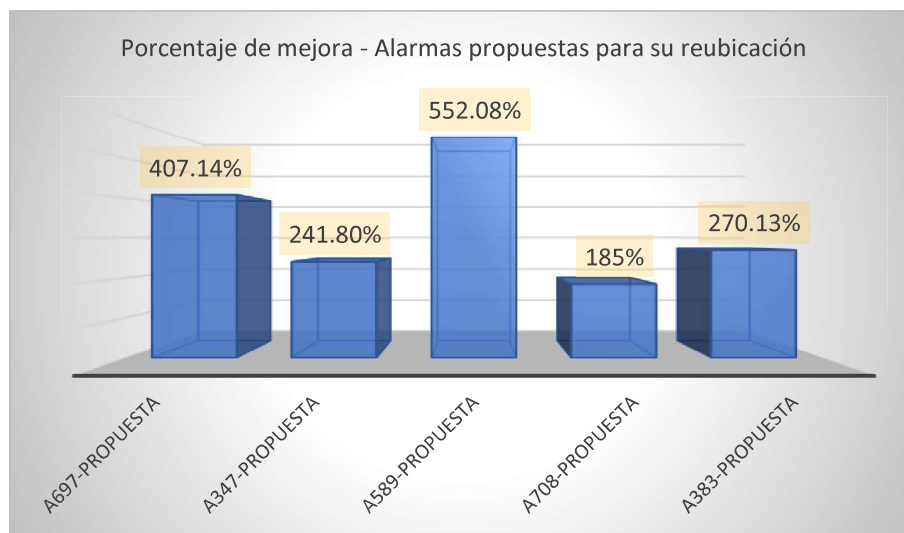
| EXISTENTES |           |           |      | NUEVA UBICACIÓN |                |           |            |      |
|------------|-----------|-----------|------|-----------------|----------------|-----------|------------|------|
| ID         | Latitud   | Longitud  | LQ   | ID              | Latitud        | Longitud  | LQ         |      |
| A0163      | -0.23252  | -78.50838 | 0.89 | →               | A697-PROPUESTA | -0.235087 | -78.507868 | 1.48 |
| A0164      | -0.23463  | -78.50869 | 1.28 | →               | A347-PROPUESTA | -0.243666 | -78.512929 | 2.98 |
| A0165      | -0.23535  | -78.50905 | 0.26 | →               | A589-PROPUESTA | -0.239151 | -78.511736 | 1.73 |
| A0171      | -0.23789  | -78.51006 | 0.55 | →               | A708-PROPUESTA | -0.234158 | -78.508339 | 1.66 |
| A0         | -0.243589 | -78.51673 | 0.81 | →               | A383-PROPUESTA | -0.242882 | -78.516097 | 1.35 |

**Figura 46**

*Comparación de las emergencias asistidas dentro del área de cobertura de las alarmas comunitarias en su ubicación actual, con relación a su propuesta de reubicación.*

**Figura 47**

*Porcentaje de mejora de las alarmas comunitarias propuestas para su reubicación con relación a las emergencias asistidas.*



Finalmente, se obtuvieron dos coberturas geográficas: una para las cámaras de videovigilancia y una para las alarmas comunitarias. En las cuales se puede observar la propuesta de densificación y reubicación de dichos mecanismos de alerta para una óptima y máxima cobertura en la parroquia Chimbacalle, ver Figuras 48 y 49.

Figura 48

Modelo de distribución espacial propuesto para las cámaras de videovigilancia.

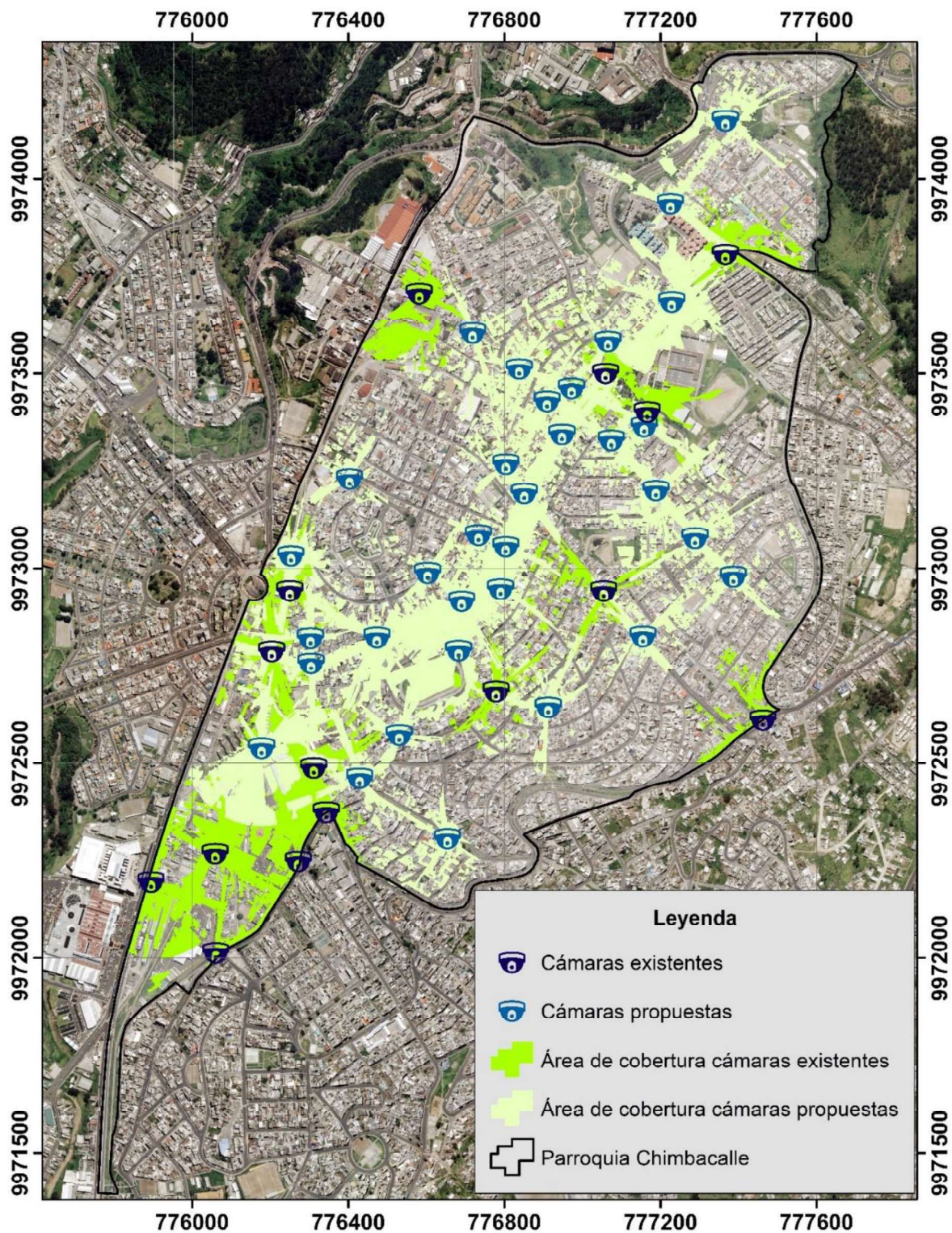
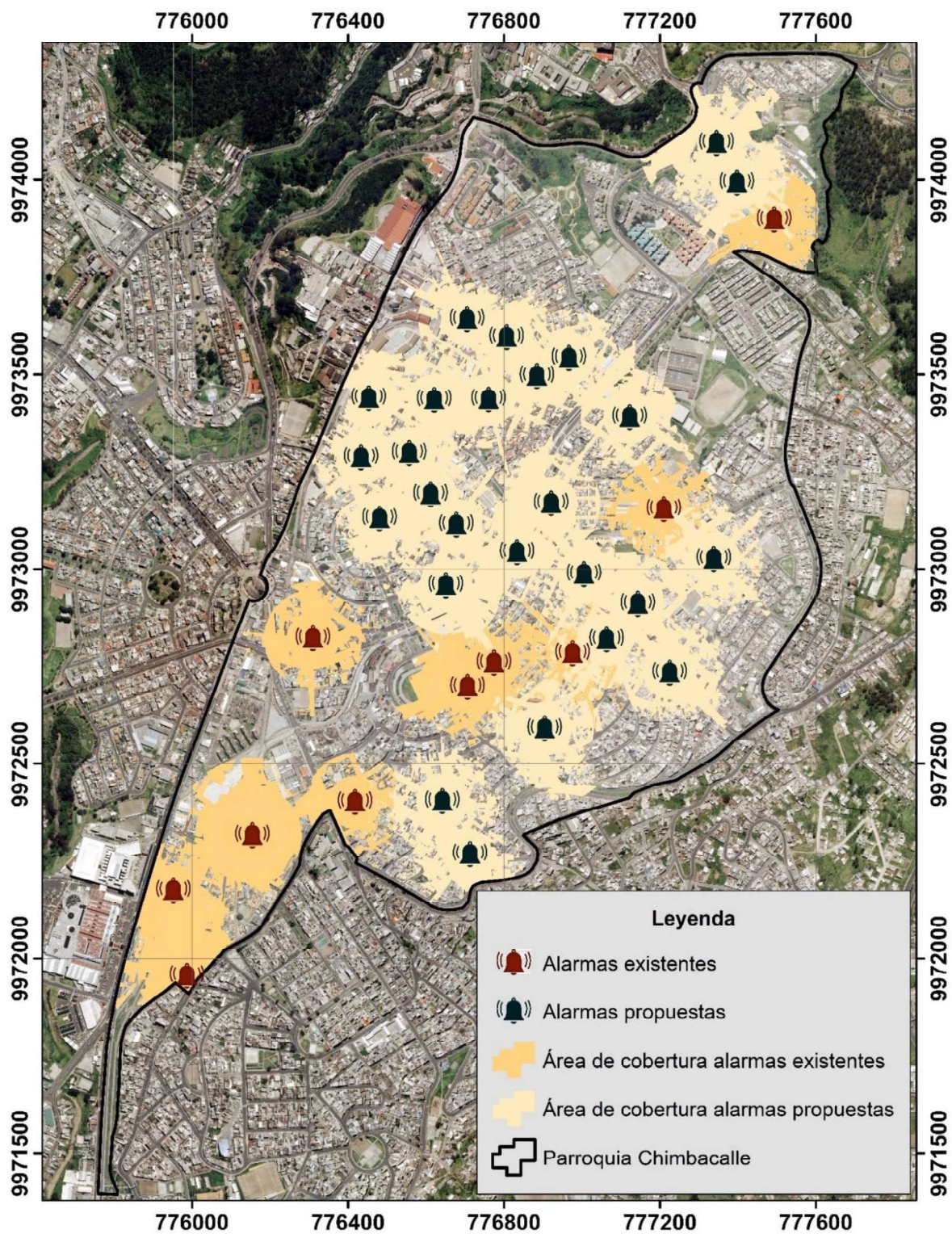


Figura 49

Modelo de distribución espacial propuesto para las alarmas comunitarias.





Sobre la base del total de emergencias de seguridad ciudadana registradas por el SIS ECU 911 en la parroquia Chimbacalle, se llevó a cabo un análisis para obtener el porcentaje de asistencia de los mecanismos de alerta actuales contra propuestos al momento de monitorear y alertar sobre la presencia de actividades ilícitas dentro de la parroquia. Esto se evidencia en las Figuras 50, 51 y 52.

#### Figura 50

*Asistencia de las cámaras de videovigilancia en la ocurrencia de alguna actividad ilícita dentro de la parroquia Chimbacalle.*



Como resultado, actualmente las cámaras de videovigilancia existentes en la parroquia, dentro de su área de cobertura, pueden asistir al 38.63% del total de actividades ilícitas descritas en la Tabla 2. Con la propuesta de implementación y reubicación dicho porcentaje presenta un considerable aumento al 69.86%.

Además, recordando la parte metodológica, el uso de las cámaras se priorizó para las actividades de robo, venta-consumo de drogas y altercados, por lo tanto, eliminando de la base de datos aquellas emergencias que no corresponden a las categorías antes descritas, el porcentaje de asistencia asciende al 82.69%.

**Figura 51**

*Asistencia de las cámaras de videovigilancia en la ocurrencia de alguna de las actividades ilícitas dentro de la parroquia como: robo, venta-consumo de droga y altercados.*



Para las alarmas comunitarias, el porcentaje de asistencia a la hora de alertar la ocurrencia de alguna actividad ilícita, en la actualidad, es de 39,42%, aplicando la propuesta de densificación y reubicación, este asciende al 73,37%.

**Figura 52**

*Asistencia de las alarmas comunitarias en la ocurrencia de alguna actividad ilícita dentro de la parroquia Chimbacalle.*



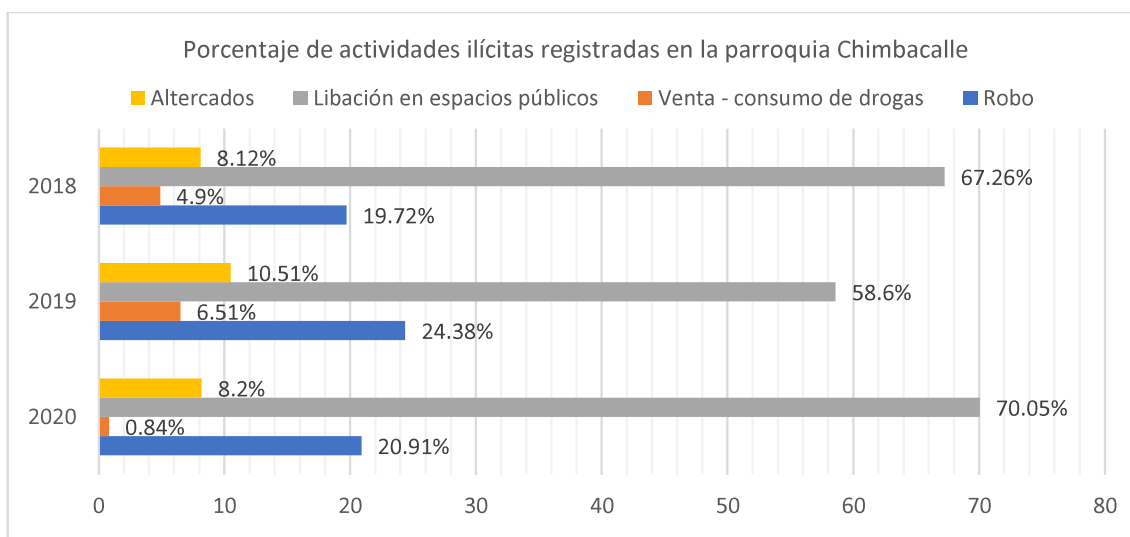
Con estos resultados, se puede evidenciar una notable mejoría en la participación y asistencia de los diferentes mecanismos de alerta al momento de monitorear y alertar la presencia de actividades ilícitas.

### Coberturas geográficas de densidad de las actividades ilícitas

Como parte del análisis espacial efectuado e identificación de puntos de calor, se analizó cuantitativamente el registro total de las cuatro actividades ilícitas consideradas en el presente estudio, en la Figura 53 presentada a continuación se ilustra el porcentaje total de cada actividad ilícita por año.

**Figura 53**

*Porcentaje de actividades ilícitas registradas en la parroquia Chimbacalle*



Según los datos proporcionados por el SIS ECU 911, los porcentajes de denuncias de actividades ilícitas suscitadas y registradas en la parroquia Chimbacalle asociadas a la categoría “Libación en espacios públicos” fueron de 67,26%, 58,6% y 70,05% para los años 2018, 2019 y 2020 respectivamente, siendo los porcentajes más altos con respecto a las otras actividades ilícitas analizadas y presentado el valor máximo con un total de 2285 hechos registrados en el año 2018 (Ver Figura 54). El análisis de los datos proporcionados también permitió determinar que los días sábado y domingo son los días en los que se registran con mayor frecuencia eventos asociados a esta categoría en el rango de hora (21:00 – 00:00).

En cuanto a las actividades ilícitas asociadas a “robo” se obtuvieron porcentajes medios de ocurrencia, siendo mayor en el año 2019 con 24,38%, valor que equivale a un total de 805 hechos registrados, siendo los días sábado y viernes en el rango de hora (19:00 – 22:00) para los años 2018 y 2019 y los lunes y sábados en horario (12:00 – 13:00) para el año 2020, los periodos de temporalidad en los que se registraron mayor número de incidentes relacionados a la categoría “robo”.

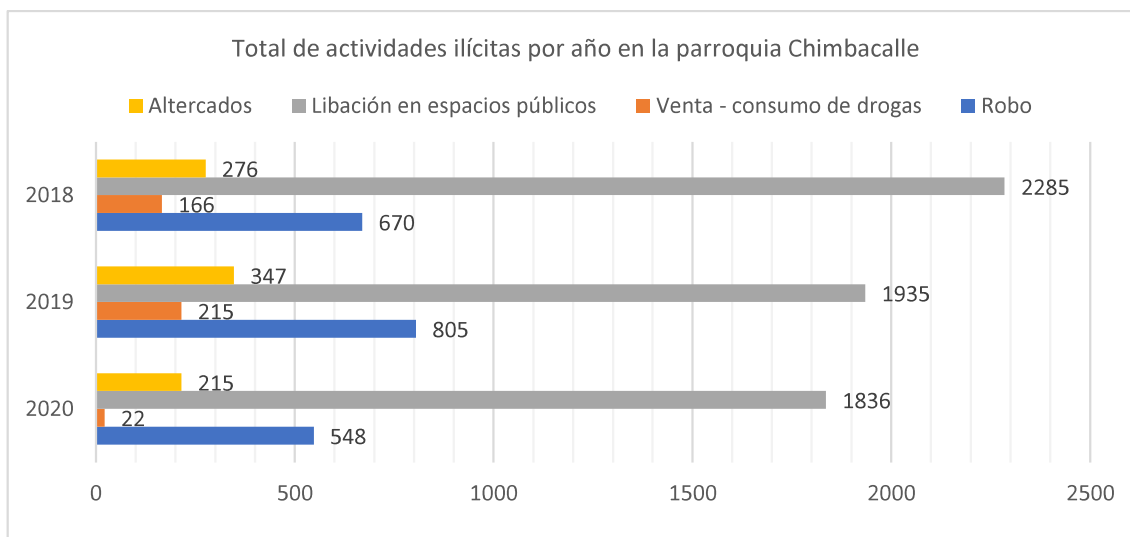
De manera similar a la categoría “robo”, las categorías “venta - consumo de drogas” y “altercados”, aumentaron en el año 2019. En cuanto a la categoría “venta – consumo de drogas” se determinó que los sábados entre las (23:00 - 01:00) se registró el mayor número de actividades ilícitas asociadas a esta categoría para los años 2018 y 2019, mientras que, en el año 2020, los viernes entre las (19:00 – 20:00) fue el horario con mayor número de registros.

La actividad ilícita asociada a “altercados” presentó el porcentaje más alto en el año 2019 con un total de 347 eventos registrados, se determinó además que los sábados y domingos entre las (18:00 – 22:00) es el rango de horas en el que se registró el mayor número de altercados en la parroquia Chimbacalle.

Por el contrario, en el año 2020, todas las actividades ilícitas analizadas disminuyeron considerablemente, presentando mayor disminución de registros asociados en la categoría “venta – consumo de drogas”. Como se ha mencionado en el apartado “cuantificación de actividades ilícitas”, el año 2020 presenta un comportamiento atípico en cuanto a tendencias delictuales.

**Figura 54**

*Total de actividades ilícitas registradas en la parroquia Chimbacalle*

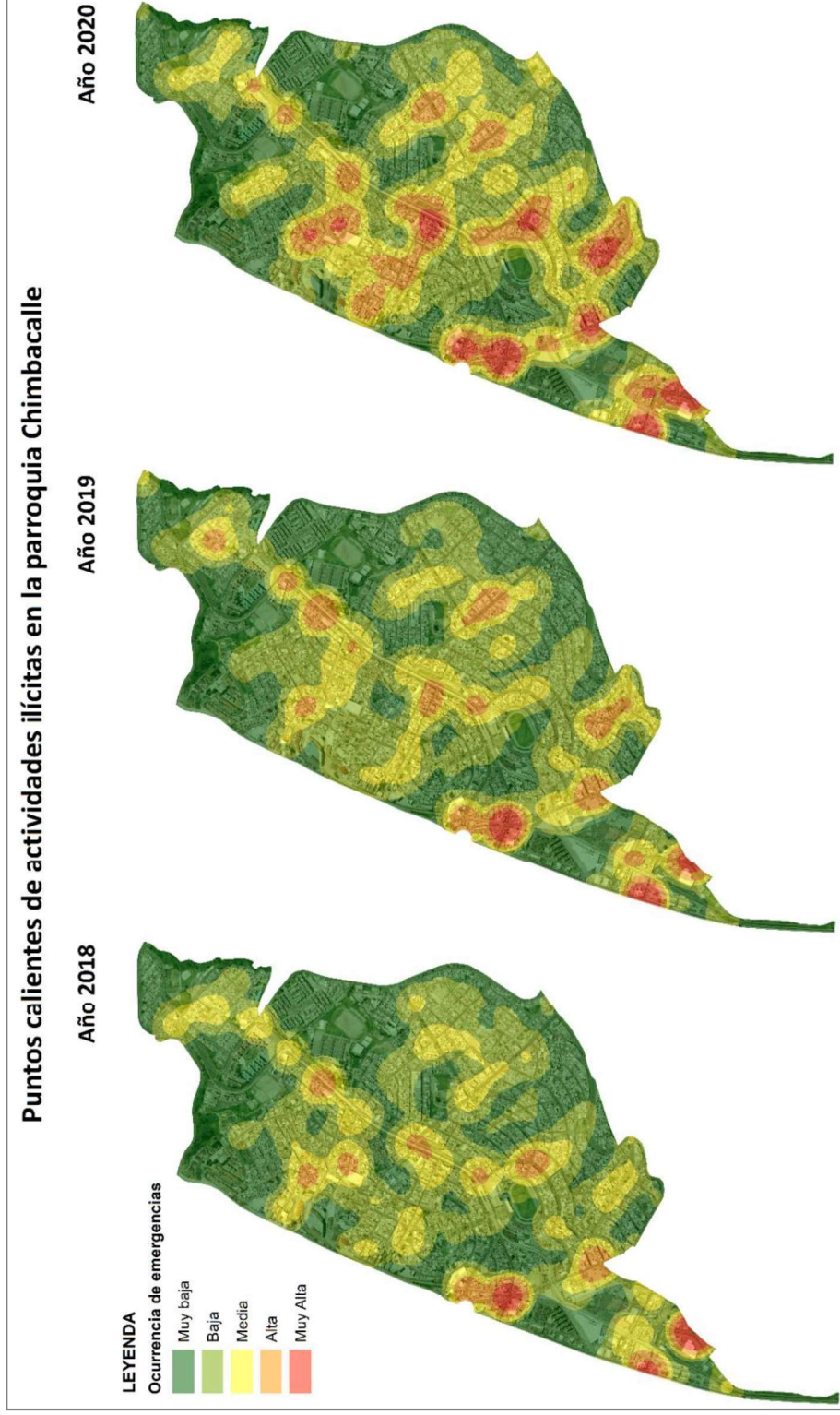


A continuación, se representan las coberturas de densificación del total de actividades ilícitas por año, su análisis permitió identificar patrones concluyentes en cuanto a su distribución espacial.

En la Figura 55 se observa un aumento de puntos de calor en el año 2020, sin embargo, es fundamental analizar su densificación por tipo de actividad ilícita, puesto que la categoría “libación en espacios públicos” pese a ser la que presenta mayor registro de denuncias, no constituye un peligro latente o pone en riesgo inmediato a las personas que circundan el lugar en donde se suscita el hecho delictivo. Por otro lado, se ha dado mayor importancia a las categorías “robo” y “venta-consumo de droga” al ser consideradas de mayor riesgo e interés en cuanto al monitoreo delictivo por parte del personal policial.

Figura 55

*Coberturas de puntos calientes de actividades ilícitas en la parroquia Chimbacalle.*



*Nota:* Las coberturas de puntos calientes correspondientes a cada tipo de actividad ilícita y año de estudio se representan en los anexos 1-12

Cabe mencionar que los datos que han sido analizados se basan en las denuncias realizadas por los habitantes de la parroquia mediante el número de emergencia único 9-1-1 o han sido captados mediante las cámaras de videovigilancia instaladas en la parroquia y monitoreadas permanentemente por el SIS ECU 911. En este sentido, es importante señalar que el número de emergencias registradas por año puede variar entre las instituciones oficiales que manejan y registran datos asociados a delincuencia en el país.

Al analizar la distribución espacial de actividades ilícitas relacionadas a robo, venta-consumo de droga, libación en espacios públicos y altercados en la parroquia Chimbacalle se logró determinar 9 puntos de calor en común, dichas áreas corresponden a los sectores descritos en la Tabla 17.

**Tabla 17**

*Hotspots en común de las actividades ilícitas*

| <b>N° de HotSpot</b> | <b>Barrio/Barrios</b>                                  | <b>Sectores de Referencia</b>                                                              | <b>Intersecciones viales</b>                 |
|----------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                    | Chiriyacu Bajo                                         | Ingreso a la parada de Trole el Recreo, Frente al Centro Comercial el Recreo               | Av. Pedro Vicente Maldonado y Miguel Carrión |
| 2                    | Chiriyacu Bajo                                         | Sector posterior a la parada de Trole el Recreo                                            | Av. Andrés Pérez y El Tambo                  |
| 3                    | Chiriyacu Bajo<br>Chiriyacu Medio<br>Chiriyacu Central | Alrededores del Mercado Municipal Chiriyacu, Mercado El Camal y Centro Comercial Chiriyacu | Av. Andrés Pérez y Gualberto Pérez           |
| 4                    | Los Andes                                              | Alrededores de los rieles del tren en el sector del redondel de la Villaflora              | El Corazón y Casitagua                       |
| 5                    | Los Andes<br>Chiriyacu Bajo                            | IESS Chimbacalle                                                                           | Av. Napo y Gualberto Pérez                   |

|          |                              |                                                                                                                        |                            |
|----------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>6</b> | Los Andes<br>Chiriyacu Bajo  | IESS Chimbacalle                                                                                                       | Av. Napo y Casitagua       |
| <b>7</b> | Los Andes<br>Chiriyacu Medio | Alrededores de la Estación<br>del Estadio Chimbacalle,<br>Centro de Salud N° 4 de<br>Chimbacalle, sector 5<br>Esquinas | Av. Napo y Juan de Alcázar |
| <b>8</b> | México<br>Pío XII            | Exteriores del colegio<br>Montufar                                                                                     | Av. Napo y Paute           |
| <b>9</b> | México<br>Pío XII            | Parada Ecovía – Teatro<br>México                                                                                       | Av. Napo y Av. Bobonaza    |

Como se puede observar en la Tabla 17, los focos delictuales permitieron visualizar la distribución espacial de las actividades ilícitas, evidenciando comportamientos tendenciales y determinados sitios con características particulares que favorecen su ocurrencia, los puntos de calor identificados se ubican principalmente alrededor de importantes puntos de comercio que presentan afluencia masiva de personas, tal es el caso del Centro Comercial el Recreo, Centro Comercial Chiriyacu, Mercado El Camal, Mercado Municipal Chiriyacu y Supermercado Santa María.

Así también, se pudo identificar una relación significativa en cuanto a la ubicación de hotspots a lo largo de la Avenida Napo e intersecciones menores cercanas a paradas del ecovía. Resultados que se asemejan a los obtenidos por Martínez (2016) en su estudio en el que analiza espacialmente la percepción de seguridad ciudadana en la parroquia Chimbacalle en el año 2016.

El análisis de puntos de calor por tipo de actividad ilícita permitió determinar también que en el caso de la categoría delictual “libación en espacios públicos”, se presentaron altos registros en zonas diferenciadas que no cumplen con las características de ser zonas con alta





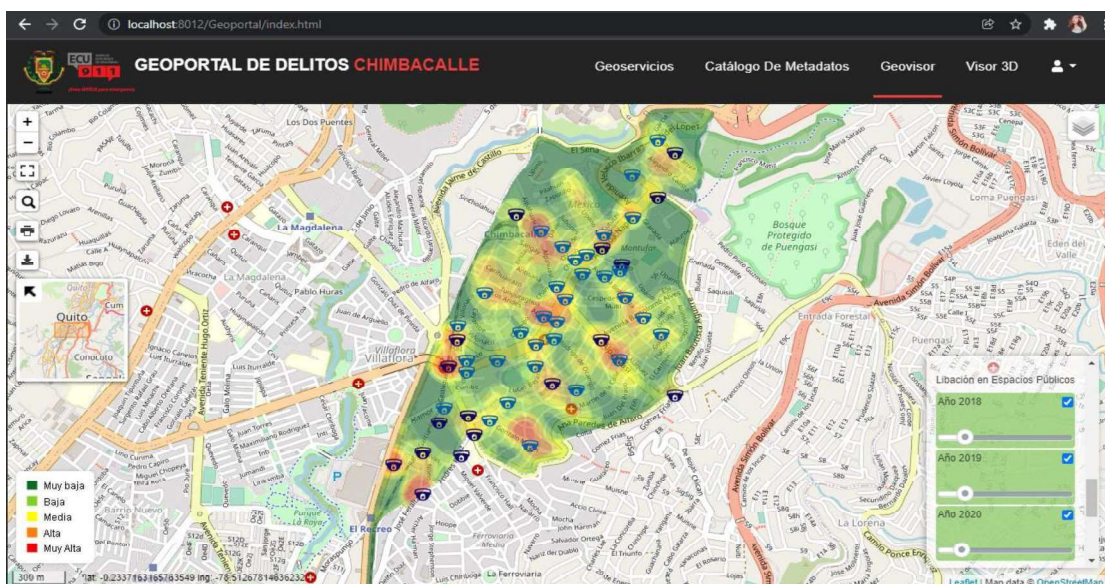


En la siguientes figuras se presenta la distribución espacial de las cámaras de videovigilancia existentes (en color azul oscuro) y cámaras de videovigilancia propuestas (color celeste) (Figura 56) y la distribución espacial de las alarmas comunitarias existentes (en color rojo) y alarmas comunitarias propuestas (color negro) en la parroquia Chimbacalle (Figura 57), visualizadas sobre las coberturas de los mapas de calor de actividades ilícitas de los años 2018, 2019 y 2020 mediante el visualizador de mapas que conforma el geoportal creado. Como se observa, los análisis espaciales efectuados en los mecanismos de alerta permitieron determinar

su adecuada ubicación o reubicación con la finalidad de abarcar mayor área de vigilancia de los sitios que presentan mayor ocurrencia de hechos delictivos.

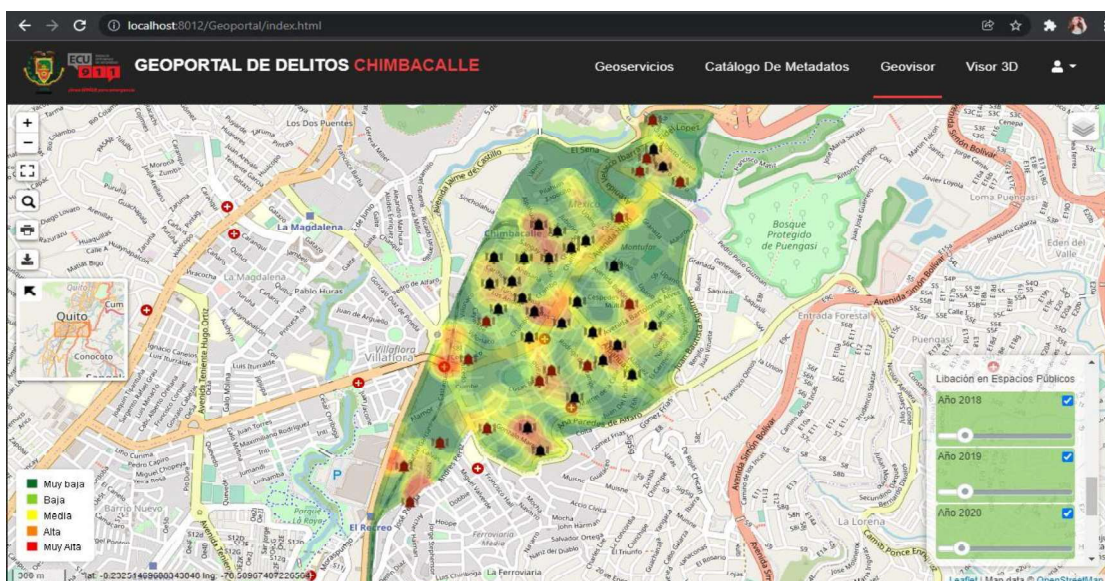
**Figura 56**

*Distribución de las cámaras de videovigilancia existentes y propuestas con relación a los puntos de calor delictuales*



**Figura 57**

*Distribución de las alarmas comunitarias existentes y propuestas con relación a los puntos de calor delictuales*

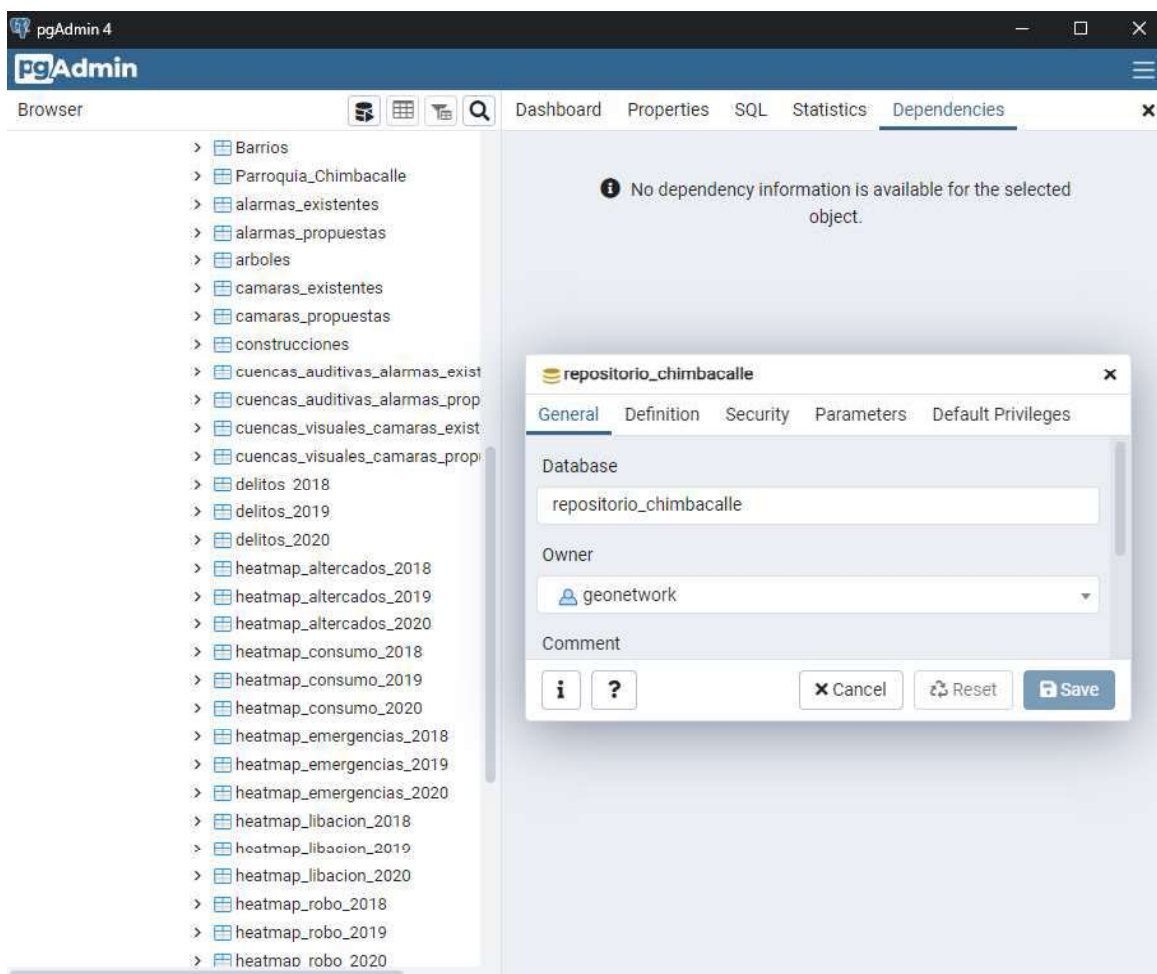


## Base de datos geográfica PostGIS

Una vez organizada y estandarizada la información espacial recopilada y, obtenidas las capas producto de los análisis espaciales efectuados, se desarrolló una base de datos geográfica siguiendo la metodología detallada en el apartado 2. Creación de la base de datos geográfica PostGIS". A continuación, se presentan las capas vectoriales y ráster que fueron importadas a la base de datos denominada "repositorio\_chimbacalle", la cual consta de un total de 36 tablas.

### Figura 58

*Base de datos creada en pgAdmin 4*



## Geoservicios web generados: WMS y WFS

Con la finalidad de consumir los geoservicios web implementados a través del visualizador de mapas, así como también a través de sistemas web o SIG, tal como se explica en el apartado denominado “Geoservicios” se adicionó al geoportal un módulo que contiene la dirección de los estándares WMS y WFS provenientes del servidor de mapas empleado, el cual fue GeoServer (Ver Figura 59).

**Figura 59**

*Módulo de geoservicios.*



## Metadatos de las coberturas geográficas generadas

Se generaron metadatos empleando el software Geonetwork para las capas obtenidas como producto de los análisis espaciales, como resultado, se obtuvo un catálogo completo en el que se puede acceder a la información de dichas capas a través del geoportal. En la figura presentada a continuación se visualiza la vista general de uno de los recursos del catálogo de metadatos (Figura 60). Adicionalmente se adjunta una vista de la interfaz completa con el conjunto de 26 datos que conforman el catálogo de metadatos (Figura 61).

Figura 60

Vista general de un metadato del catálogo



Figura 61

Interfaz del catálogo de metadatos generado.

The screenshot displays the 'My GeoNetwork catalogue' interface. At the top, there is a navigation bar with 'My GeoNetwork catalogue', 'Q Buscar', 'Mapa', '+ Contribuir', and 'Consola de Administrador'. On the right, there is a language dropdown set to 'Español' and a user profile for 'admin admin (Administrator)' with a 'Salir' button. Below the navigation bar is a large search bar with the text 'Buscar sobre 26 conjuntos de datos, servicios y mapas...'. To the right of the search bar is a 'Portal de Datos de My organization' section with the text 'Aquí puedes encontrar datos, servicios, mapas y más'. Below the search bar, there are 'Buscar por topics' (Cobertura de la tierra..., Elevación, Biota) and 'Explorar recursos' (Conjunto de datos 26). The main content area features a grid of data set thumbnails with titles like 'camaras\_propuestas', 'arbolado\_urbano', 'MDS', 'cuencas\_visuales\_cameras\_propues', 'cuencas\_visuales\_cameras\_existent', 'cuencas\_auditivas\_alarmas\_propues', 'cuencas\_auditivas\_alarmas\_existent', 'alarmas\_propuestas', and 'lineas\_de\_vision\_cameras\_propuest'. At the bottom, there is a footer with 'Acerca de', 'Github', and 'Powered by geonetwork 3.0.5.0'.

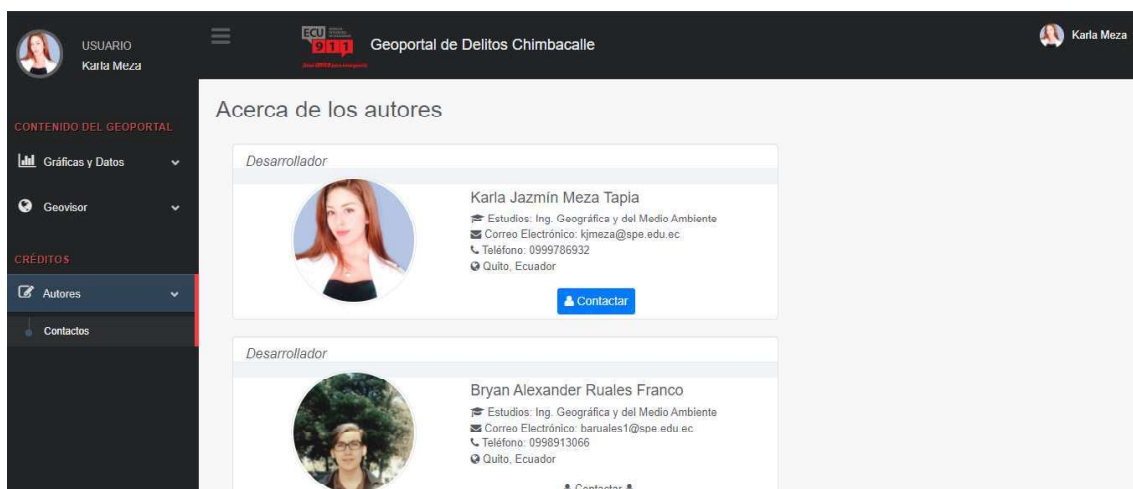
## Geoportal de delitos Chimbacalle

Como resultado del estudio se obtuvo un geoportal open source conformado por un módulo de gráficas y datos, un módulo de metadatos, un módulo correspondiente al visualizador de mapas y un módulo de contactos. Es importante señalar que, por protección de la información, los datos desplegados en la interfaz varían de acuerdo con el tipo de rol con el que se accede al sistema.

A continuación, se presenta la vista de ingreso general al geoportal, misma que corresponde al módulo de contactos, a partir de la cual seleccionando las opciones de la barra lateral se puede acceder a cualquiera de sus módulos (Ver Figura 62). Finalmente se representa una vista general del visualizador 2D con las capas: cámaras propuestas, cuencas visuales de las cámaras propuestas y el mapa de calor correspondiente al año 2018 activas (Ver Figura 63).

### Figura 62

*Módulo autores del geoportal.*

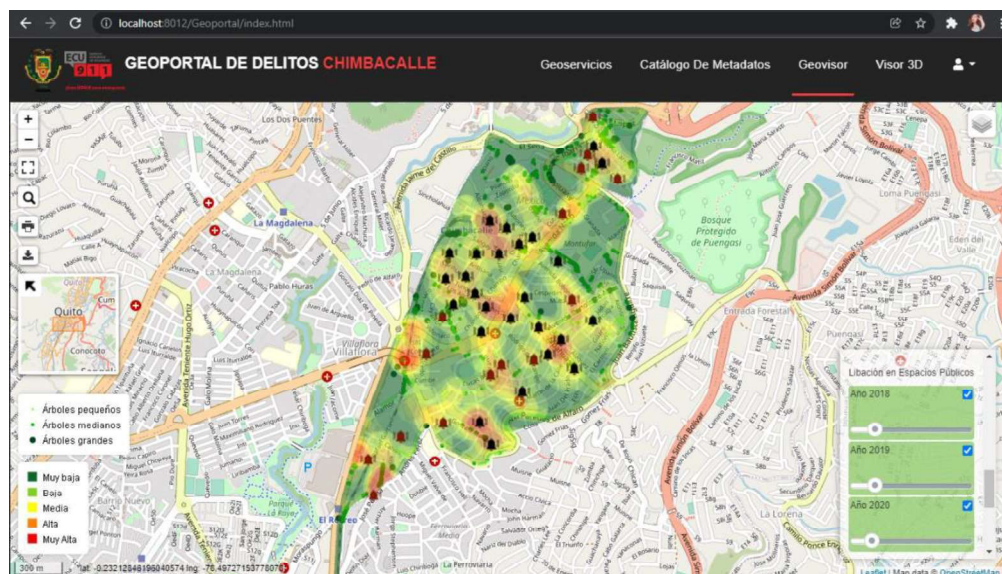


The screenshot shows the 'Geoportal de Delitos Chimbacalle' interface. At the top, the user 'Karla Meza' is logged in. The navigation menu on the left includes 'Gráficas y Datos', 'Geovisor', 'Autores', and 'Contactos'. The main content area is titled 'Acerca de los autores' and lists two developers:

- Desarrollador:** Karla Jazmín Meza Tapla  
Estudios: Ing. Geográfica y del Medio Ambiente  
Correo Electrónico: kjmeza@spe.edu.ec  
Teléfono: 0999786932  
Quito, Ecuador  
Contactar
- Desarrollador:** Bryan Alexander Ruales Franco  
Estudios: Ing. Geográfica y del Medio Ambiente  
Correo Electrónico: baruales1@spe.edu.ec  
Teléfono: 0998913066  
Quito, Ecuador  
Contactar

Figura 63

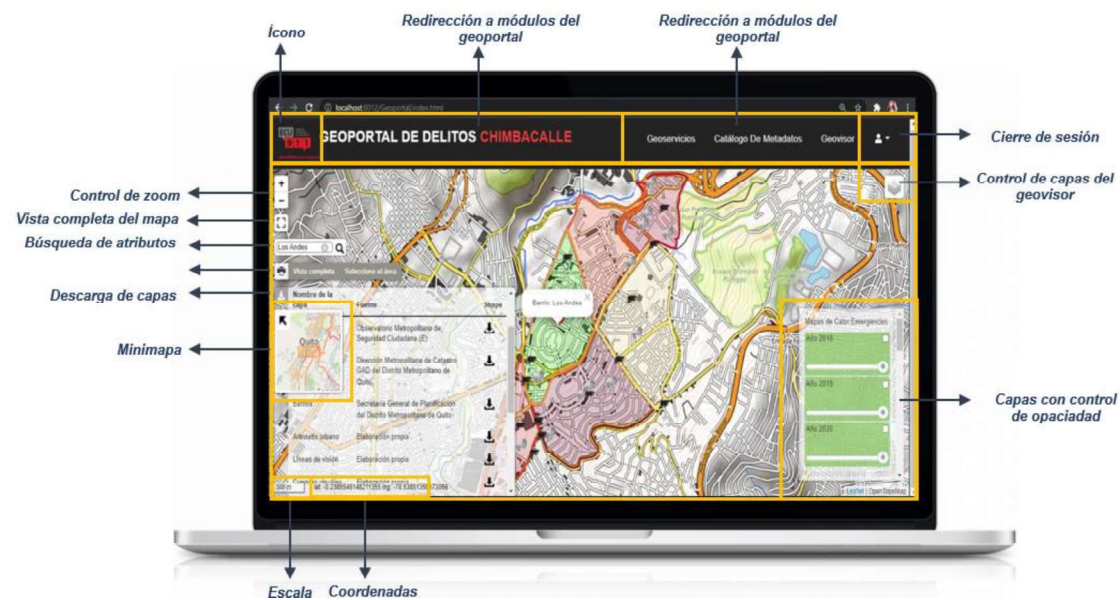
Interfaz del geovisor del geoportal



Como se observa en la figura 64, los complementos que fueron agregados al visualizador 2D se encuentran en funcionamiento y localizados como se detalló en el apartado correspondiente al diseño de la interfaz del geoportal.

Figura 64

Herramientas de la interfaz del geovisor del geoportal.





A continuación, se presenta un cuadro de resumen de las herramientas comunes que fueron agregadas al geoportal de delitos Chimbacalle:

**Tabla 19**

*Herramientas del geoportal*

| Herramientas                  | Geoportal de Delitos Chimbacalle |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Buscador                      | ✓                                |
| Herramientas de visualización | ✓                                |
| Control de capas estructurado | ✓                                |
| Impresión de cartografía      | ✓                                |
| Ventanas emergentes (pop-ups) | ✓                                |
| Información de objetos        | ✓                                |
| Ubicación                     | ✓                                |
| Geoservicios                  | ✓                                |
| Mini-mapa                     | ✓                                |
| Control de zoom               | ✓                                |

**Publicación del geoportal**

Debido a la extensión de la codificación desarrollada y disposición de ésta en varios archivos con extensión .php y .html con sus respectivos plugins, se ha creado un repositorio público en la plataforma colaborativa GitHub, en donde se encuentra disponible el código fuente del geoportal desarrollado. Una vez creado el repositorio y realizado el primer “commit”, mediante GitHub pages se publicó el geovisor agregando algunas de las capas generadas en el proyecto en formato geojson para su visualización.

En este sentido es pertinente mencionar que a razón de la confidencialidad de los datos empleados y al ser un geoportal piloto, se ha trabajado desde un servidor web local, es decir, que los servicios WMS y WFS implementados, no pueden consumirse públicamente desde la

web, para ello es necesario emplear un servidor web en un entorno de producción o publicar el proyecto en un Host SIG que soporte los lenguajes de programación empleados.

Repositorio GitHub del geoportal:

[https://github.com/KarlaMeza/Geoportal\\_Chimbacalle.git](https://github.com/KarlaMeza/Geoportal_Chimbacalle.git)

Enlace del geoportal publicado mediante GitHub pages:

[https://karlameza.github.io/Geoportal\\_Chimbacalle/](https://karlameza.github.io/Geoportal_Chimbacalle/)

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

De la investigación realizada en la parroquia Chimbacalle se llegó a la conclusión general de que los mecanismos de alerta existentes en la parroquia, en su mayoría, se encuentran en ubicaciones óptimas, sin embargo, no satisfacen a las necesidades requeridas en aquellos lugares donde existe una alta aglomeración de actividades ilícitas. Por ello, de acuerdo con las metodologías, análisis y cálculos realizados a través de herramientas geoinformáticas de software libre, se proponen diferentes acciones a fin de optimizar y maximizar el área de cobertura de los distintos mecanismos de alerta en apoyo a la seguridad ciudadana.

Simultáneamente se ha logrado desarrollar un geoportal piloto empleando en su totalidad herramientas de software libre, el cual constituye una línea base cuya implementación en producción no requiere de costos de licenciamiento. Permite optimizar la gestión de la información y garantizar su interoperabilidad al presentar servicios geoespaciales, un dashboard, un catálogo de metadatos y un visualizador funcional que permite realizar consultas, descargas e integra la información geoespacial en una interfaz amigable para el usuario. A término del presente estudio, se ha gestionado la presentación de los resultados con diversas autoridades del SIS ECU 911, con la finalidad de publicar el geoportal y completar procesos de evaluación de su funcionamiento y rendimiento en producción.

El análisis de las coberturas geográficas de densidad permitió identificar los focos delictuales durante el periodo de estudio 2018-2020, de manera general se identificó que dichas áreas se ubican principalmente alrededor de importantes puntos de comercio que presentan afluencia masiva de personas, tal es el caso de los principales centros comerciales localizados en

la parroquia. Así también se pudo identificar una relación significativa en cuanto a la ubicación de hotspots a lo largo de la Avenida Napo e intersecciones menores cercanas a paradas del ecovía a excepción de denuncias registradas asociadas a libación en espacios públicos y altercados que también presentaron alta ocurrencia en calles alternas alejadas de las vías principales. Finalmente se concluye, que los barrios Chiriyacu Bajo, Chiriyacu Medio, Chiriyacu Central y Los Andes, son los barrios que presentan mayor índice de ocurrencia de actividades ilícitas en la parroquia siendo mayor su incidencia los días sábados en la noche y madrugada.

Se analizó el área de cobertura y alcance de los 32 mecanismos de alerta existentes en la parroquia Chimbacalle. A través de la aplicación de las diferentes metodologías de análisis espacial, se obtuvo que estos cubren un 34.44% del área total de la parroquia y asisten, en promedio, a cerca del 30% de las emergencias registradas en los años de estudio, en consecuencia, no satisfacen las necesidades de toda la parroquia, por ello: se propone la implementación de 31 nuevas cámaras de videovigilancia y 21 Alarmas comunitarias; además, se plantea la reubicación de 7 unidades (2 Cámaras de Videovigilancia y 5 Alarmas Comunitarias) ampliando así el área de cobertura a un 63.14% y brindando una cobertura de asistencia, en promedio, del 71% a las emergencias suscitadas en la parroquia.

Al presentar el geoportal una interfaz simple e intuitiva, no requiere de conocimientos especializados para su uso o entendimiento. Se trata de un sistema portable, capaz de ser visualizado en diversas plataformas como windows, linux o unix. Es escalable, puesto que su arquitectura permite adicionar nuevas funcionalidades mediante la integración de plugins de la librería leaflet, a la vez que brinda inmediatez al requerir de un mínimo de ancho de banda y tiempos cortos de respuesta para el renderizado de la información espacial. Sin embargo, la desventaja que presenta este tipo de estructura es que requiere de una conexión a internet para consumir los geoservicios en el aplicativo web y de personal capacitado y familiarizado

con lenguaje de programación web.

En este sentido, se concluye que su implementación por parte del Servicio Integrado de Seguridad SIS ECU 911, podría constituirse como una herramienta valiosa que puede contribuir a la seguridad ciudadana en la parroquia Chimbacalle al poner a disposición de su personal, datos de información delictiva de manera visual a través de un geoportal desarrollado con herramientas de software libre.

### **Recomendaciones**

Para futuras implementaciones de cámaras de videovigilancia y alarmas comunitarias, se recomienda seguir las metodologías expuestas en el presente estudio con la finalidad de identificar aquellos mecanismos que van a desempeñar un papel fundamental a la hora de monitorear y alertar la ocurrencia de actividades que van en contra del orden público, permitiendo así optimizar recursos y maximizar su cobertura.

Es primordial que todas aquellas instituciones generadoras de información espacial realicen esfuerzos conforme lo estipula la política gubernamental Ecuatoriana en materia de desarrollo tecnológico espacial, esfuerzos que deberían emplearse para estandarizar la información potencializando el uso de herramientas de software libre que permitan garantizar su interoperabilidad entre instituciones, con la academia y con el público en general, que permitan disminuir la duplicidad de esfuerzos, el desperdicio de recursos económicos y humanos y que faciliten procesos de obtención de información, necesaria para el desarrollo investigativo.

Se recomienda adicionar al geoportal propuesto nuevas funcionalidades que se adapten a los requerimientos técnicos y necesidades de los funcionarios del SIS ECU 911. Algunas funcionalidades que se recomiendan adicionar son la adición de información geográfica en diversos formatos desde el visualizador o a partir de un formulario sencillo que se integre con la

base de datos y actualice la información en tiempo real, evitando así el empleo de SIG para dicho proceso. Además de incorporar modelos predictivos delictuales desarrollados a partir de los datos históricos de delitos que dispone el SIS ECU 911.

Al tratarse de un geoportal piloto, es necesario evaluar varias características que permitan determinar su correcta visualización en distintos dispositivos electrónicos como celulares y tabletas, así como también contar con la aprobación del personal que conforma el SIS ECU 911 para su posterior publicación en producción y poner el geoportal a disposición de la ciudadanía.

Paralelamente al desarrollo del visualizador 2D, se ha visto la utilidad de explorar herramientas de código abierto que permitan visualizar datos 3D en la web, en futuros trabajos se recomienda evaluar opciones como la aplicación JavaScript TR3.js o la librería de JavaScript Cesium como alternativas compatibles que pueden integrarse con la librería Leaflet empleada para el desarrollo del geoportal. Sabiendo que su aplicación permitirá representar información como edificaciones y cuencas visuales brindando un mayor sentido de orientación y comprensión a los usuarios, no obstante, se deben analizar las ventajas y desventajas que su implementación representa, como velocidades de procesamiento de consultas reducidas en archivos ráster de gran tamaño.

En el caso de que las autoridades competentes, por diversos motivos, requieran implementar por etapas los nuevos mecanismos de alerta propuestos para la parroquia Chimbacalle, se recomienda implementar en primer lugar aquellos dispositivos que presentan un coeficiente de localización (LQ) más alto e ir en descendencia hasta completar el total, con el fin de generar una óptima y máxima cobertura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, P. (2013). Elaboración de Mapas Temáticos WMS sobre Cobertura Vegetal de la Microcuenca e Índices de Vegetación de la Laguna de Colta vinculados con los servicios WMS del IGM, MAE, MAGAP. Quito.
- Antenucci, J., Brown, K., Croswell, P., & Kevany, M. (1991). *Geographic Information Systems* (Primera ed.). International Thomson Publishing.
- Apache Tomcat. (2018). Obtenido de <http://tomcat.apache.org/>
- Astudillo, Y. (2018). *Implementación de una plataforma de Infraestructura de Datos Espaciales*.
- Bernabé, M., & López, C. (2012). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). 17-27.
- Betancourt, C. (2020). *ANÁLISIS DEL SISTEMA DE VIDEOVIGILANCIA DEL SERVICIO INTEGRADO DE SEGURIDAD ECU 911 EN EL SECTOR "LA MARISCAL" EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, CON EL APOYO DE HERRAMIENTAS GEO-INFORMÁTICAS*.
- BOBA, R. (2005). *Crime analysis and crime mapping*. California: Sage, Thousand Oaks.
- Bonilla, M. (2016). Desarrollo de una aplicación SIG en la web usando software libre. Caso CONSEP, Ecuador.
- Brantingham, P. L., & Brantingham, P. J. (1998). *MAPPING CRIME FOR ANALYTIC PURPOSES: LOCATION QUOTIENTS, COUNTS, AND RATES*.
- Buzai, G. (2006). *Geografía y sistemas de información geográfica*, en Hiernaux, D., Lindón. México, D. F.
- Caballero, R., Brambilla, L., & Núñez, C. (2007). *SPIGVE Sistema de Publicación de Información Geográfica Mediante Gráficos Vectoriales Basadas en Arquitecturas Cliente Servidor*, en IX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación: Trelew. Argentina.
- Cabrera, P., Jiménez, G., & Melo, P. (2019). Types of Crime, Poverty, Population Density and Presence of Police in the Metropolitan District of Quito. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.*, 8(12), 558. doi:10.3390/ijgi8120558
- Carmina, J. (2019). *Uso y regulación de la videovigilancia con fines de seguridad nacional en México: entre el ser y el deber ser*. México : Facultad de Ciencias Políticas y Sociales.
- Carrascosa, J. (2018). Geoportal de Praga. *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/108381>
- Concha-Eastman. (2002). Salud, violencia e inseguridad. En F. Carrión, *Seguridad ciudadana, ¿espejismo o realidad?* (págs. 503-504). Quito: FLACSO, OPS/OMS.

- Dávalos, J. (2019). Propuesta de rutas óptimas de patrullaje preventivo en la parroquia urbana "La Magdalena" del Distrito Metropolitano de Quito a partir de la identificación de puntos calientes de delincuencia.
- Derrough, J. (2013). *Instant Interactive Map Designs with Leaflet JavaScript Library How-to*. Packt Publishing Ltd. Birmingham.
- Díaz, J., & Torres, J. (2017). Desarrollo del visor geográfico como soporte para el plan básico de ordenamiento territorial del Municipio de Tibú sobre el suelo urbano rural. *Universidad Santo Tomas*, 1-38.
- Domínguez, D., & Gómez, H. (2016). Implementación de un geovisor de mapas para la visualización e identificación de amenaza por movimiento de masa e inundación, prueba piloto del barrio trece de noviembre en el municipio de Medellín. *Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias e Ingeniería*.
- Dominguez, I. (2018). *Estudio acústico y simulación de un recinto al aire libre: Auditorio El Torreón*.
- Domínguez, J. (2000). *Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Madrid, España: CIEMAT.
- ECU 911. (2020). *Base de emergencias coordinadas de seguridad ciudadana en la parroquia Chimbacalle*.
- ECU 911. (s.f). *Servicio Integrado de Seguridad ECU 911*. Obtenido de <https://www.ecu911.gob.ec/servicio-integrado-de-seguridad-ecu-911/>
- ESRI. (2019). *¿Qué es una geodatabase?* Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm>
- Falconi, K. (2018). Propuesta para disminuir los niveles de inseguridad relacionados con la pobreza dentro del barrio Pisulí ubicado en la parroquia el Condado del cantón Quito. *Fiscalía General del Estado*. (2016). *Perfil Criminológico, El delitoscopio*.
- García S, H. D., Mendoza G, M. C., & Pérez G, T. (2019). Modelamiento y diseño de estrategias para la mitigación del ruido en el centro Grancolombiano del Paisaje Cultural Cafereto teniendo en cuenta la caracterización de la flora en el sector. En E. M. Serna, *Investigación formativa en ingeniería* (págs. 80-84). Medellín - Antioquia: Editorial IAI.



- Gaytán, M., Faria, N., Chávez, R., & Cervantes, F. (2020). Diseño e Implementación de un Geoportal Catastral para Visualización de Cartografía e Integración de Servicios Geoespaciales. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 8(45).
- Geoserver. (2021). *GeoServer is an open source server for sharing geospatial data*. Obtenido de <http://geoserver.org/>
- González, E., Salvador, G., & de Ory, G. (2013). Visión general de los Ssistemas de Información Geográfica. *1(1)*, 142.
- ILPES. (1997). Guía para la identificación, preparación y evaluación de proyectos de seguridad pública. Santiago de Chile.
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Obtenido de <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- Instituto Geográfico Nacional. (2016). *Infraestructura de Datos Espaciales*. Obtenido de <https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/IDE-Teoria.pdf>
- Jasson, L. C. (2018). *Prevención del delito y tecnología: La instalación de cámaras de videovigilancia y alarmas como medida de protección de los hogares de México*. Universidad de ciencias de la Seguridad.
- López Trigal, L. (2015). *Diccionario de Geografía aplicada y profesional*. Obtenido de Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio.
- López, R. (2010). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVICIO IDE 3D, ORIENTADO A LA GESTIÓN DE RIESGOS, Y SU PUBLICACIÓN EN EL GEOPORTAL DE LA ESPE (IDEESPE)*. Salngolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
- Lyon, D. (2002). Surveillance Studies: Understanding visibility, mobility and the. *Surveillance & Society*, 1-7.
- Maguire, D., & Longley, P. (2005). The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 3-14.
- Marcarell, P. (2014). Geoportal WEB IDE (Infraestructura de Datos Espaciales).
- Marhuenda, S. (2017). Evolución de la criminalidad en España. *Trabajo Final de Grado*.
- Martínez, J. (2017). Infraestructuras de Datos Espaciales Tridimensionales:.
- Martínez, K. (2016). *Análisis espacial de la percepción de seguridad ciudadana. Caso de estudio: Parroquia Chimbacalle*. Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13263>

- Mejías, J., & Cruz, R. (2015). Aplicación WEB-GIS para la visualización y edición de datos arqueológicos del Suroeste de la Península Ibérica. *Encuentro de arqueología do Sudoeste Peninsular Aroche-Serpa*, 161-175. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/312317743>
- Mesa, S. (2012). Desarrollo de un Sistema de Información Geográfica Web para el análisis espacial y temporal de las finanzas del Reino de Castilla en el siglo XVI. *Universidad complutense de Madrid*.
- Ministerio del Interior . (2015). *La seguridad ciudadana es un concepto integral para alcanzar el Buen Vivir*. Obtenido de <https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/ministro-serrano-la-seguridad-ciudadana-es-un-concepto-integral-para-alcanzar-el-buen-vivir/>
- Ministerio del Interior. (2014). Manual de usuario del sistema David Versión 1.0. *Manual Sistema David 20i2 Muertes Violentas*.
- Montero , A. L. (2014). Los SIG como herramienta para la “geoprevención”: análisis de los patrones espaciales de los delitos contra el patrimonio en el municipio de Santander (2008-2013). *Tesis de grado. Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Cantabria*.
- Morales, A. (2001). Base de Datos Geográfica para el Soporte de Toma de Decisiones en la Zona del Volcán Popocatepetl. Puebla, Mexico. Puebla.
- Ochoa, L., Mora, J., & Rodríguez, J. (2019). MONAMB: Aplicación móvil y visor geográfico para la captura y análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del recurso hídrico en Colombia.
- OpenLayers. (2021). *A high-performance, feature-packed library for all your mapping needs*. Obtenido de <https://openlayers.org/>
- OSGeo. (2018). *Catálogo de datos de GeoNetwork PARA INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES*. Obtenido de <https://www.osgeo.org/projects/geonetwork/>
- Pavarini, M. (1995). El orden carcelario: apuntes para una historia material de la pena. En *Homenaje a David Baigún*. Buenos Aires: Ediciones del Puerto.
- Paz, E., Spedding, A., Flores, G., Moreno, A., Hastie, N. J., Alanoca, F. A., & Morató, R. (2014). Temas sociales. En *FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES* (pág. 81). La Paz: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS.
- Pegoraro, J. S. (s.f). Violencia delictiva, inseguridad urbana. *Nueva sociedad*, 120.

- Plan Nacional de Desarrollo. (2017 - 2021). *Toda una vida*. Obtenido de <https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/EcuadorPlanNacionalTodaUnaVida20172021.pdf>
- PNUD. (1998). *Desarrollo Humano en Chile*. Santiago de Chile: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Ponce, T. (2016). *Inseguridad en los mercados y plazas en la ciudad de Santo Domingo en horas de la madrugada*.
- PostgreSQL. (febrero de 2021). *PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database*. Obtenido de <https://www.postgresql.org/>
- QGIS. (2021). *QGIS - The Leading Open Source Desktop GIS*. Obtenido de <https://qgis.org/en/site/about/index.html>
- Radilla, F. (2008). Modelados de datos para base de datos espaciales. Caso de estudio: sistemas de información geográfica.
- Resch, B., & Zimmer, B. (2013). User Experience Design in Professional Map-Based Geo-Portals. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2(4), 1015-1037.  
doi:<https://doi.org/10.3390/ijgi2041015>
- Reyes, D. (2019). DESARROLLO DE PERFILES GEOGRÁFICOS CRIMINALES MEDIANTE LA INVESTIGACIÓN GEOESPACIAL DE DELITOS EN APOYO A LA SEGURIDAD CIUDADANA, EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA. *TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE*, 74.
- Ruiz, M. (2016). Actualización del Servidor de Mapas para las Islas Shetland del Sur, Antártida. *Universidad de Sevilla*.
- Salcedo, M., Suarez, J., Estevez, M., & Gomez, J. (2020). *A Novel Method of Spatiotemporal Dynamic Geo-Visualization of Criminal Data, Applied to Command and Control Centers for Public Safety*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2220-9964/9/3/160>
- Sánchez, D., Erena, M., Gambín, M., Hernández, Z., Atenza, J., López, J., . . . Clemente, A. (2014). Una herramienta de código abierto para la estrategia territorial en el espacio MED. *IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales*, 1-12.
- Sanhouse, A. (2018). Planificación forestal y gestión territorial, mediante herramientas open source e imágenes de satélites.

- Sayago, J. (2015). *Geoportal Web e Infraestructura de Datos Espaciales de la Información del Plan de Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Provincial Del Cañar (Geoportal-IDE-GPC), Ecuador*. Obtenido de Universidad San Francisco de Quito.
- Secretaría de Territorio, Hábitat y Vivienda. (2020). *Informe Técnico Delimitación de barrios Administración Zonal Eloy Alfaro*. Quito. Obtenido de [http://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_Ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Proyectos%20ordenanzas/78.%20Delimitaci%C3%B3n%20Barrios/Expediente%20primer%20debate/Informes%20previos/Informe%20STHV/ANEXO3%20ELOY%20ALFARO/informe\\_t%C3%89cnico.pdf](http://www7.quito.gob.ec/mdmq_Ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Proyectos%20ordenanzas/78.%20Delimitaci%C3%B3n%20Barrios/Expediente%20primer%20debate/Informes%20previos/Informe%20STHV/ANEXO3%20ELOY%20ALFARO/informe_t%C3%89cnico.pdf)
- SESNP. (2017). *Norma Técnica para Estandarizar las características técnicas y de interoperabilidad de los sistemas de videovigilancia , México*. Obtenido de [www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172492/Norma\\_tecnica\\_sistemas\\_video\\_vigilancia.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172492/Norma_tecnica_sistemas_video_vigilancia.pdf)
- Shuterland, E., & Cressey, D. (1970). La escuela cartográfica de criminología británica. En F. Hernando, *antecedente de la Geografía del crimen* (págs. 11-22).
- Subires, M. (2012). Cartografía participativa y Web 2.0: Estudio de interrelaciones y análisis de experiencias. *Revista de Comunicación Vivat Academia*. Año XIV (Especial), 201-216.
- UNODC. (12 de UNODC de 2010). *12° Congreso de las Naciones Unidas sobre Prevención del Delito y Justicia Penal*. Obtenido de [www.un.org/es/events/crimecongress2010/pdf/factsheet\\_ebook\\_es.pdf](http://www.un.org/es/events/crimecongress2010/pdf/factsheet_ebook_es.pdf)
- Vázquez, C. (2013). Urbina Departamento de Derecho Penal y Criminología –UNED-. *REVISTA DE DERECHO PENAL Y CRIMINOLOGÍA*, 3.ª Época, n.º 9, 419-448.
- Vázquez, C., & Soto, C. (Enero de 2013). *EL ANÁLISIS GEOGRÁFICO DEL DELITO Y LOS MAPAS DE LA DELINCUENCIA*. Obtenido de Departamento de Derecho Penal y Criminología: <http://espacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:revistaDerechoPenalyCriminologia-2013-9-7110&dsID=Documento.pdf>
- Weisburd, & Mcewen. (1998). *Crime Mapping and Crime Prevention*.
- Welsh, B., & Farrington, D. (2002). *Crime Prevention Effects of Closed Circuit Television: A Systematic Review*. En *Home Office Research Study*. London: HMSO.
- Yanza, A. (2013). *Lineamientos para el desarrollo de aplicaciones SIG Web*. Obtenido de Universidad EAFIT.

Zúñiga, B. (2016). *Propuesta de diseño de un SIG para la gestión y consulta de información del Plan GAM 2013 y los bonos individuales en el Departamento de Información en Ordenamiento Territorial del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. Costa Rica.*

**ANEXOS**