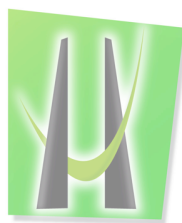


**ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS ESTACIONES DE BOMBEROS EN EL ÁREA  
URBANA DEL MUNICIPIO SANTIAGO DE CALI PARA EL AÑO 2014,  
ESTIMACIÓN DE SU COBERTURA Y TIEMPO DE RESPUESTA**

**DIEGO FERNANDO NAVARRETE GALLEGO**

**DAVID ANTONIO TORRES SUÁREZ**



**UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2015**

**ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS ESTACIONES DE BOMBEROS EN EL ÁREA  
URBANA DEL MUNICIPIO SANTIAGO DE CALI PARA EL AÑO 2014,  
ESTIMACIÓN DE SU COBERTURA Y TIEMPO DE RESPUESTA**

**DIEGO FERNANDO NAVARRETE GALLEGO**

**DAVID ANTONIO TORRES SUÁREZ**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar  
al título de Especialistas en Sistemas de Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Fernando Aponte Hincapié, E.S.E Hospital del Sur, Bogotá, Geógrafo de Análisis de Situación en Salud (ASIS), su aporte al trabajo fue la orientación al desarrollo y buena ejecución en la parte de análisis, obtención de información y datos, y su constante y desinteresado acompañamiento a lo largo de este proyecto.*

*Luis Carlos Correa Ortiz, Ingeniero Electrónico, Docente Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales, su constante apoyo, por el tiempo dedicado, su aporte con su conocimiento fue de suma importancia para la ejecución de este trabajo y sus comentarios objetivos para una buena culminación del proyecto.*

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>10</b>
<b>1. ÁREA PROBLEMÁTICA</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>2.1 OBJETIVO GENERAL</b>	<b>14</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>14</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>15</b>
<b>4. MARCO TEÓRICO</b>	<b>17</b>
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
5.1 TIPO DE TRABAJO	19
5.2 PROCEDIMIENTO	19
5.2.1 FASE 1. DOCUMENTACIÓN Y OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL Y DE ATRIBUTOS	20
5.2.2 FASE 2. DIGITALIZACIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA	20
5.2.3 FASE 3. TRABAJO DE CAMPO	21
5.2.4 FASE 4. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	21
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>22</b>
6.1 MORFOLOGÍA DEL SISTEMA DE ESTACIONES DE BOMBEROS EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI.	22
6.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESTACIONES DE BOMBEROS	22

6.3 CENTRO DE GRAVEDAD SIMPLE Y RADIO DE INFLUENCIA.	24
6.4 ANÁLISIS DE COBERTURA DE LAS ESTACIONES DE BOMBEROS	26
6.4.1 ÁREAS CON COBERTURA DEL SERVICIO DE BOMBEROS DEPENDIENDO DE LA DISTANCIA.	26
6.4.2 ÁREAS CON COBERTURA DEL SERVICIO DE BOMBEROS DEPENDIENDO DEL TIEMPO DE RESPUESTA (4 MINUTOS).	29
6.4.3 ÁREAS CON COBERTURA DEL SERVICIO DE BOMBEROS DEPENDIENDO DEL TIEMPO DE RESPUESTA (7 MINUTOS).	34
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>37</b>
<b>8. RECOMENDACION</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>39</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 6.1</b> Distribución de estructuras en el espacio	22
<b>Figura 6.2</b> Cálculo sistematizado del índice Rn	24
<b>Figura 6.3</b> Vecino más cercano, Centro de gravedad Simple y Radio de Influencia	25
<b>Figura 6.4</b> Área de cobertura en metros de estaciones de Bomberos Cali	28
<b>Figura 6.5</b> Cobertura en tiempo de respuesta de estaciones de Bomberos Cali	29
<b>Figura 6.6</b> Expansión urbana en las últimas décadas de la ciudad de Cali	31
<b>Figura 6.7</b> Cobertura en tiempo de respuestas de estaciones de Bomberos	34

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 5.1</b> Estructuras Lineal, Puntual y Poligonal	20
<b>Tabla 6.1</b> Cálculo del índice Rn	23
<b>Tabla 6.2</b> Fechas de fundación de las estaciones	32

## **RESUMEN**

A través del presente trabajo, se da a conocer la distribución espacial que presentan las estaciones de bomberos en el municipio de Santiago de Cali, por medio de técnicas de estadística espacial como lo es el índice RN y el centro de gravedad simple, también se muestra a través de análisis de redes, y teniendo en cuenta distancia, tiempo y velocidad, la cobertura que presentan en servicio las estaciones de bomberos. Teniendo en cuenta lo anterior, este análisis permitirá la toma de decisiones por parte del organismo municipal encargado de los organismos de socorro en el municipio de Cali.

***Palabras Claves:*** *Distribución espacial, Estadística espacial, Centro de gravedad simple, Análisis de redes, Cobertura, Índice Rn.*



## ABSTRACT

Through this work is disclosed the spatial distribution of the fire stations in the city of Santiago de Cali, through spatial statistical techniques such as the RN and the simple gravity center index, also shown through network analysis, and taking into account distance, time and speed, service coverage presented in firehouses. Given the above, this analysis will enable decision making by the municipal authority in charge of the relief agencies in the city.

**Key Words:** *Spatial distribution, Spatial statistics, Simple gravity center, Network analysis, Coverage, Rn Index.*

## INTRODUCCIÓN

El espacio urbano está inmerso en una etapa de profunda renovación no solamente desde el punto de vista conceptual sino también las transformaciones que tienen lugar en estas áreas urbanas, por tal razón, la geografía tiene la necesidad de estudiarlas e incorporar nuevas temáticas y métodos de estudios.

Para efectos del presente estudio, se tuvieron en cuenta particularmente las estaciones de bomberos en el municipio de Santiago de Cali con el fin de convertirse en una herramienta de planeación al servicio de la calidad y de quienes tienen la facultad de tomar decisiones, con el fin de orientar las estrategias que en materia de organismos de socorro se adopten.

Con el presente trabajo se pretende realizar un análisis espacial de las estaciones de Bomberos de la ciudad de Santiago de Cali (de ahora en adelante Cali), que se realizará a partir de la distribución en el espacio y análisis de redes en el cual se tendrá en cuenta la red vial y su estructuración. Lo anterior por medio de análisis espacial utilizando programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG), trabajo de campo básico, el cual será a través de la observación e indagación.

Actualmente la accesibilidad de los organismos de socorro (bomberos) en la ciudad de Cali, tiene problemas debido a la infraestructura vial existente en la ciudad, esto sumado a la gran cantidad de obras ejecutadas desde pasadas administraciones municipales, obras que se desarrollan en la ciudad en diferentes puntos de esta, además con el aumento paulatino de vehículos que circulan por las vías de la ciudad (38.000 anualmente se matriculan en la ciudad<sup>1</sup>). Además la falta de cultura ciudadana (como lo es no dar paso a los vehículos de Emergencia y estacionarse en zonas no adecuadas), es una de las causas de accesibilidad a los diferentes incidentes presentados y que son atendidos por los Bomberos, además de otros problemas que trataremos de identificar dentro de la investigación.

Por otro lado las estaciones de bomberos no tienen una buena distribución dentro del territorio municipal, causado posiblemente por el crecimiento acelerado de la ciudad, lo que lleva consigo es que algunas partes de la ciudad se encuentren expuestas a la demora de la atención de emergencias, además algunas zonas de la ciudad, por ejemplo el barrio Siloé ubicado en zonas de ladera y el distrito de Aguablanca con la mayor densidad poblacional de la ciudad son de difícil acceso tanto por las condiciones de seguridad como por las vías tan estrechas existentes. Por otro lado el centro de la ciudad donde se desenvuelve el comercio se presentan ventas ambulantes en la calles además las vías son estrechas y con congestión vehicular en gran parte del día.

Partiendo del análisis realizado, se tendrá una herramienta de verificación para saber

---

<sup>1</sup> Movilidad: ¿una crisis sin solución?. Cámara Colombiana de Infraestructura en: [http://www.infraestructura.org.co/historial/noticia9\\_052807.php](http://www.infraestructura.org.co/historial/noticia9_052807.php)

cómo es la distribución de las estaciones de bomberos, además a partir de un análisis de redes se podrá identificar los tiempos de respuesta de las estaciones de bomberos a partir de la velocidad, distancia y tiempo, dando como resultado los lugares que presentan cobertura y los que requieren de una posible construcción de estaciones de bomberos.

## **1. ÁREA PROBLEMÁTICA**

La concentración de la población urbana y de las actividades económicas inyecta dinamismo en áreas urbanas en el departamento del Valle del Cauca, particularmente en el municipio de Santiago de Cali. Los flujos migratorios y la tendencia al crecimiento de la ciudad llevan consigo fuertes impactos sobre el territorio, mientras que la rápida urbanización no tiene en cuenta los diferentes parámetros de la sostenibilidad ambiental.

Los flujos migratorios son generados por la busca de mejores formas de vida y siendo la ciudad de Cali una fuente de desarrollo debido a su cercanía con el puerto de Buenaventura, A partir de los resultados de los censos de 1973 y 1993 se observa que Cali era un territorio receptor de población, el saldo neto migratorio fue positivo durante esos dos momentos censales. Para el periodo 1993-2005, presenta como resultado un ligero saldo neto migratorio negativo, mostrando a Cali como un municipio expulsor de población<sup>2</sup>. En los últimos años la ciudad presenta una dinámica de emigración de profesionales a otras regiones del país, Cali muestra en el 2011 la tasa de crecimiento de la industria en Cali fue del 6.1%, y de la construcción fue de un 8%, lo cual da lugar a la necesidad de mano de obra barata para suplir la escasez de personal; generando que exista un mayor flujo de personas de diferentes ciudades del país que buscan fuentes de empleo.

Los nuevos migrantes y sus escasos recursos generan la ubicación de estos en sitios de alta vulnerabilidad, además de la construcción de sus viviendas con materiales de bajo costo o reciclables (madera, papel, metal entre otros), Esta situación deriva en una alta vulnerabilidad a conflagraciones. Lastimosamente, el municipio no cuenta con estrategias adecuadas para la planeación y distribución de equipamientos, sobre todo en este caso las estaciones de bomberos, al no contar con estudios detallados de análisis espacial no se podrían determinar áreas sin cobertura de servicios de bomberos, debido al crecimiento acelerado de la ciudad sobre todo al sur y al oriente de esta, se hace necesario identificar cuáles de éstas pueden estar siendo subutilizadas. Cabe anotar que solo hasta el año 2012 se redacta la ley 1575, donde se establece la Ley General de Bomberos en Colombia y se crea la estructura bomberil a nivel nacional, departamental y municipal con funciones específicas, entre ellas: la gestión integral del riesgo contra incendio, los preparativos y atención de rescates en todas sus modalidades y la atención de incidentes con materiales peligrosos.

La ciudad de Cali cuenta en la actualidad con 9 estaciones de Bomberos distribuidas por todo el territorio de la ciudad. La primera estación fue en la carrera 1ª con calle 15, la estación central, que fue demolida más tarde porque había peligro de desbordamiento del río Cali. Se adquirió entonces la estación en la

---

<sup>2</sup> CENSO GENERAL 2005. Movilidad poblacional de Cali y su área metropolitana Abril 11 de 2007. [http://www.dane.gov.co/censo/files/analisis/cali/movil\\_cal.pdf](http://www.dane.gov.co/censo/files/analisis/cali/movil_cal.pdf)

Avenida de Las Américas en 1978 donde, desde entonces, funciona la parte administrativa y la Estación Central, consecutivamente fueron construidas otras ocho (8) estaciones en diferentes lugares de la ciudad así:

- Estación Alameda 20 de julio de 1961
- Estación Municipal 20 de julio de 1968
- Estación Villa del Sur 28 de abril de 1988
- Estación Siloé 20 de julio de 1991
- Estación Forestal 15 de mayo de 1992
- Estación Agua blanca 28 de marzo de 1992
- Estación La Flora 1994
- Estación El Saladito. 7 de agosto de 1995

En la actualidad existe un proyecto para construir una nueva estación en el sur de la ciudad ya que es la parte más descuidada en este momento por la Institución. En 1996 se creó la ley 322 que rige los Cuerpos de Bomberos a nivel nacional, en uno de sus párrafos autoriza al consejo municipal para que cree un fondo que subsidie a los Bomberos voluntarios.

La capacidad de respuesta actual es de 3 a 7 minutos después de la confirmación de alarma, en la actualidad existen ocho estaciones operativas. En el presente estudio se propende hacer un análisis espacial de los equipamientos institucionales en este caso las estaciones de Bomberos en el municipio de Santiago de Cali para el año 2014.

El estudio apunta a resolver el siguiente interrogante: ¿Cuál es la distribución espacial de las estaciones de Bomberos en el área urbana del municipio de Santiago de Cali para el año 2014 y cómo puede adecuarse su ubicación para mejorar su operación?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar espacialmente las estaciones de bomberos en el área urbana del municipio de Santiago de Cali para el año 2014, en términos de cobertura y tiempos de respuesta.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar, a través del Índice Rn (Nearest-neighbour), la distribución espacial que presentan las estaciones de bomberos en el municipio de Santiago de Cali.
- Identificar las áreas con cobertura (dependiendo de la distancia y del tiempo de respuesta) por parte del Organismo de Socorro (Bomberos) en el municipio de Santiago de Cali.
- Determinar los lugares idóneos para posibles reubicaciones o construcciones de nuevas estaciones de bomberos en el municipio de Santiago de Cali.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La geografía es la ciencia que estudia la descripción de la Tierra en general; social (sociedad y medios que habitan), espacial (localización y distribución de fenómenos naturales y culturales), corológica (sistemas naturales y regiones humanas), paisajística (paisajes naturales y culturales), física (relieve, clima, vegetación, etc...), y ecológica (interacciones de los humanos y el medio físico).

Es así que se hace necesario tomar una rama de esta disciplina como es el caso de la geografía humana que tiene como propósito la comprensión de los espacios y sistemas que conforman una ciudad. Busca explicar las relaciones internas y las que suceden con otros núcleos urbanos. La ciudad es un espacio muy complejo, en ella se encuentran áreas industriales, comerciales, de servicios, barrios de todos los estratos y condiciones económicas, calles, parques y otros espacios públicos que conforman relaciones que van modificando el espacio de manera permanente.

Para la geografía, el estudio de los equipamientos sociales en este caso los institucionales tiene un significado especial debido a la relación entre espacio geográfico y equipamientos urbanos en nuestro caso estaciones de bomberos; este último impacta directamente el territorio, lo transforma y lo organiza debido a los servicios que este presta a la sociedad.

Se pretende realizar un estudio detallado de la ubicación espacial y el análisis de este en los equipamientos urbanos, en este caso las estaciones de Bomberos de la ciudad de Santiago de Cali, ya que en la actualidad las dinámicas mismas de la ciudad como el crecimiento de esta a lugares distantes que no cuentan con los servicios básicos públicos (agua, energía, gas), lo cual hace que las empresas públicas de la ciudad se afanen en atender estas necesidades dando como resultado la ampliación de la zona urbana del municipio dando consigo que aparezcan grandes aglomerados habitacionales (edificios de gran altura 5 pisos y más).

No solamente se hace necesario la intervención de las empresas de servicios públicos en estos sectores de expansión urbana de la ciudad sino de todos los entes que intervienen en las grandes metrópolis del mundo, es por eso que se hace adecuado la determinación de una ubicación correcta o adecuada para la construcción de Estaciones de Bomberos necesarias para la oportuna prestación de los servicios cuando sean necesarios.

Este estudio en el municipio de Santiago de Cali se convierte en un instrumento eficaz del ordenamiento territorial, ya que constituye una de las estrategias territoriales dirigidas a reequilibrio de un espacio geográfico, la distribución equilibrada de los equipamientos institucionales (estaciones de bomberos), busca entre sus objetivos mejorar la seguridad y la calidad de vida de las personas que se encuentran ubicadas cerca de éste servicio y en especial a toda la comunidad en general, por esto surge la

necesidad de hacer este estudio desde un enfoque espacial a través de instrumentos conceptuales y metodológicos aportados por la ciencia geográfica.



## 4. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del proyecto se tuvo como base la geografía urbana que se define como: la rama especializada de la Geografía Humana que tiene como finalidad explicar el fenómeno urbano - después de un estudio o análisis del sistema urbano, tanto su parte formal como funcional y sus relaciones con el sistema de ciudades del mundo; en diferentes escalas y con diversos enfoques; que estarán relacionados con los objetivos que se persigan respecto del objeto de estudio (la ciudad). Por medios de los conceptos generados en las diferentes teorías que desarrolla la geografía urbana, se desarrollara el trabajo de investigación<sup>3</sup>.

La ubicación de varios sitios es un asunto que preocupa para poder entender el desplazamiento de los Organismos de Socorro, para este caso específico y el cual está siendo objeto de estudio las estaciones de bomberos de Calí, desde a dónde (estaciones, cuarteles, clínicas, etc., hacia los distintos lugares donde ocurren los incidentes atendidos por estos ) comienza su recorrido para atender los diferentes incidentes y luego hacia donde se dirigen (Hospitales, clínicas, centros de salud, etc.) para esto entender mejor se hace necesario hacer un análisis locacional utilizando la teoría generada por Von Thünen “la intensidad del uso del suelo variaba con la distancia al mercado” para este caso a más distancia se encuentren los incidentes mayor es el tiempo de desplazamiento. Una forma de comprender el tiempo de reacción de estas entidades puede explicarse de la forma como planteó Christaller con la localización óptima de las actividades comerciales y de servicios en una región cualquiera<sup>4</sup>.

Una de las teorías que también son de gran utilidad para el desarrollo de la investigación es la de Weber lo cual nos formuló una teoría de la localización industrial en la cual una industria está situada donde están un mínimo los costes del transporte de materias primas y del producto final<sup>5</sup>. Lo cual se tendría que transpolar a la realidad que se está siendo estudiada.

La teoría de grafos permite asociar a redes de transporte o de circulación una estructura sencilla la conexión entre nodos (Estaciones de Bomberos), y arcos (vías, ferrocarril, etc.), porque sus elementos pueden asociarse fácilmente a objetos geográficos de la vida real<sup>6</sup>. La aplicación de la Teoría de Grafos responde principalmente a un análisis descriptivo explicativo, es decir, al estudio morfométrico de las redes para conocer su estructura y desarrollo, donde según Haggett (1976) se pone el acento fundamentalmente en las propiedades topológicas (conectividad, accesibilidad) más que en sus dimensiones reales. Bajo esta perspectiva, se

---

<sup>3</sup> CARTER, Harold. (1980) El estudio de la Geografía Urbana. Ed. IEAL. Madrid. España.

<sup>4</sup> Haggett Peter. Análisis Locacional en Geografía Humana. Barcelona. Gustavo Gili. 1976

<sup>5</sup> Ibid.

<sup>6</sup> Cardozo Osvaldo Daniel; Gómez Erica Leonor ; Parras Miguel Alejandro. Teoría De Grafos Y Sistemas De Información Geográfica Aplicados Al Transporte Público De Pasajeros En Resistencia. Revista Transporte y Territorio N° 1, Universidad de Buenos Aires, 2009.

considera que se trata de un buen mecanismo de abstracción para evidenciar las relaciones funcionales e interacciones entre infraestructuras de transporte, asentamientos y actividades humanas con el territorio sobre el cual se ubican<sup>7</sup>

Por otro lado la geografía del transporte que también es de utilidad para explicar los procesos de movimiento de las estaciones de bomberos de la ciudad de Cali. A finales del siglo el eje central en estudios de transportes es la movilidad, el comportamiento y el cambio social que este genera a la población servida. Actualmente los estudios se centran en cuál es el impacto de las nuevas infraestructuras, como disminuye la fricción de la distancia: a través de la localización y la innovación del transporte.

En Colombia estudios referentes a estaciones de bomberos es nulo, lo más parecido tiene que ver con equipamientos educativos, entre ellos se encuentra un estudio realizado por: Hernández (2009), sobre análisis espacial de los equipamientos educativos oficiales en la zona rural del municipio de Montería 2009, encontrando una distribución desequilibrada de equipamientos educativos oficiales en dicho municipio.

En la presente investigación se tienen en cuenta índices Rn (Nearest-neighbour), centros de gravedad simple y ponderado, los cuales Godoy al et. (2007), uso en un estudio sobre Subregionalización del departamento del Atlántico.

Un estudio realizado por Díaz (2005), sobre equipamientos sociales en la ciudad de Montería, donde encontró que se presenta una concentración de equipamientos sociales hacia la parte sur del casco urbano de la ciudad de Montería. La presente investigación se diferencia del trabajo anterior, en la zona de estudio y en que solo se tiene en cuenta el equipamiento educativo.

Finalmente se tiene como referencia otro estudio realizado por Torres (2009), el cual se enfoca en análisis espacial de equipamientos educativos en el municipio de Valencia en el departamento de Córdoba, de este estudio se obtiene como resultado una distribución desigual de estos equipamientos y la falta de cobertura por parte de los mismos. En este estudio se tiene en cuenta factores geográficos, viales, climáticos entre otros.

---

<sup>7</sup> Ibid.

## **5. METODOLOGÍA**

La información utilizada fue para este proyecto, la selección de los equipamientos de los organismos de socorro, en este caso bomberos de la ciudad de Cali, además de la infraestructura vial del municipio, todo esto además sumado al tráfico que circula por ellas. Otro dato importante que se tuvo en cuenta fue el área de jurisdicción de cada una de las estaciones de Bomberos de Cali, además de los tiempos que ellos utilizan para responder a cualquier tipo de incidente dentro del área metropolitana de la ciudad de Cali.

### **5.1 TIPO DE TRABAJO**

Este trabajo partió de una situación problemática en el municipio de Santiago de Cali que requirió ser intervenida y mejorada, se inició con la descripción de la situación a mejorar como lo es para este caso la distribución espacial de las estaciones de bomberos, y las zonas en Cali donde este organismo de socorro no tiene cobertura, se expusieron los conceptos más importantes y pertinentes, proponiéndose al final secuencias de acción y un prototipo de solución mediante la aplicación de algoritmos y técnicas ejecutadas en un SIG. Todo lo anterior tuvo relación directa con la comunidad afectada por la problemática llevando consigo a que el tipo de investigación utilizada fue el de investigación aplicada de naturaleza descriptiva.

### **5.2 PROCEDIMIENTO**

Dentro de los métodos de investigación de la geografía cuantitativa, se considera que este estudio es de carácter descriptivo, puesto que al contrario del método explicativo (comprobación de explicaciones a través de modelos y pruebas de hipótesis) busca únicamente describir por medio de técnicas cuantitativas los componentes básicos, el nivel de cobertura y respuesta de las estaciones de bomberos y los posibles lugares óptimos en el municipio de Santiago de Cali. La información es recopilada de manera directa e indirecta con el fin de medir de manera conjunta o aislada las variables y conceptos utilizados en la investigación.

Teniendo en cuenta el método de investigación (descriptivo), se plantearon cuatro etapas o fases que permitieron desarrollar los objetivos propuestos y que se mencionaron en las temáticas que a continuación se desarrollan.

La herramienta de análisis fundamental que se utilizó es un SIG (sistema de información geográfica), la cual es una excelente opción para el procesamiento de una gran cantidad de datos, además de poder visualizar de forma sencilla todos los procesos realizados en el proceso del desarrollo del estudio, y así se pudo determinar las áreas de concentración o de déficit de los equipamientos urbanos (Estaciones de Bomberos) en la ciudad de Santiago de Cali.

### 5.2.1 Fase 1. DOCUMENTACIÓN Y OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN ESPACIAL Y DE ATRIBUTOS

La documentación se hizo con relación al contenido teórico - práctico del estudio por medio de revisión de trabajos anteriores disponibles en bibliotecas, Internet y bancos de datos, además de fuentes primarias de información que se obtuvieron por medio de entrevistas dirigidas al personal de la institución de Bomberos Cali.

Por otra parte, la obtención de información espacial y de atributos, se basó en el carácter territorial (municipio) del estudio, el cual permite trabajar cada uno de los índices propuestos: dicha información provino de fuentes primarias

Finalmente, en cuanto al trabajo de campo y las fuentes secundarias se realizó una recopilación de la información existente en: Bomberos Cali, Secretaría de Planeación Municipal, SISBEN Cali, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y Secretaría de Tránsito y Transporte de la ciudad de Cali.

### 5.2.2 Fase 2. DIGITALIZACION Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

Esta fase consistió en el desarrollo de dos etapas; una primera que se fundamentó en la entrada de datos espaciales requeridos para el desarrollo de la temática de estudio y una segunda en la que se realizó el cálculo de indicadores mediante la aplicación de logaritmos (Índice Rn, Centro de gravedad simple y ponderado e isócronas) y técnicas en un software de Sistemas de Información Geográfica (ArcGis 10x).

La digitalización consistió en la introducción de datos de naturaleza espacial y de atributos con un nivel de detalle a escala 1:5.000 en el software SIG manejando una estructura vectorial, es decir líneas, puntos y polígonos. (Tabla 5.1).

<b>Estructura Lineal</b>	<b>Estructura Puntual</b>	<b>Estructura Poligonal</b>
<b>Vías</b>	<b>Estaciones de Bomberos</b>	<b>Municipio Comuna Barrio</b>

Tabla 5.1. Estructuras Lineal, Puntual y Poligonal

### **5.2.3 Fase 3. TRABAJO DE CAMPO**

En la salida a campo se realizó con la prioridad de comprobar la ubicación de las estaciones de bomberos, reconocer la zona de estudio y sus características físicas y confrontar la cartografía básica con el territorio, además se recogió información concerniente a los tiempos de respuesta actual. Se visitaron las comunas de todo el municipio y se indagó con las personas como es la calidad y eficiencia de respuesta de las estaciones cercanas a ellos; cabe aclarar que no se trató de recoger información por medio de diseño de encuestas u otros métodos de recolección sistemáticos, sino de una forma de recolección de información cualitativa.

### **5.2.4 Fase 4. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

Con la obtención de los indicadores y la observación directa de campo se analizaron espacialmente los equipamientos de bomberos en el área urbana del municipio de Santiago de Cali, todo esto con el fin de apoyar la toma de decisiones para futuros proyectos que tengan que ver con construcción y mejoramiento de las estaciones de bomberos en el municipio. Los resultados de los indicadores se tabularon y posteriormente se especializaron a través de mapas para mejorar su interpretación.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 MORFOLOGÍA DEL SISTEMA DE ESTACIONES DE BOMBEROS EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI.

El estudio de la morfología del sistema de asentamientos de seguridad en el municipio de Santiago de Cali, se hizo teniendo en cuenta el análisis de distribución espacial de Estaciones de Bomberos y su respectiva distribución por tamaño y capacidad de atención a la población en las diferentes comunas del municipio.

### 6.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESTACIONES DE BOMBEROS

Dentro de las muchas herramientas de análisis espacial se encuentra el análisis del vecino más cercano, éste permite evaluar la regularidad espacial y la concentración espacial de un número determinado de estaciones de bomberos (para el caso de estudio). “La regularidad de una dispersión y la aglomeración de una concentración se entienden como desviaciones opuestas de la distribución aleatoria, para medir qué tanto es la desviación, y en qué dirección, se toman todos los equipamientos y se miden todas las distancias entre ellos. Entre más pequeña sea la distancia promedio del vecino más cercano, más concentrada es la distribución y entre más grande sea la distancia promedio al vecino más cercano, más regular la distribución para un número dado de equipamientos en un área determinada”<sup>8</sup>.

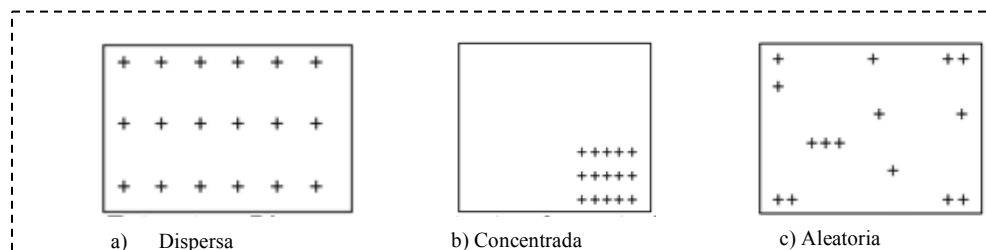


figura 6.1. Distribución de estructuras en el espacio.

Las estaciones de bomberos, se distribuyen en el espacio, de acuerdo, a ciertas características que posibiliten su adecuada utilización y oportuna respuesta ante emergencias, es aquí donde juega un papel importante los asentamientos poblacionales, topografía y accesibilidad a determinados lugares, por tal razón, es la población la que juega un papel preponderante en la distribución de las estaciones de bomberos, en este caso, si estos tienden a concentrarse en un lugar o por el contrario se encuentran dispersos de una manera más o menos regular sobre un territorio.

<sup>8</sup> GONZALEZ, Víctor. Análisis Espacial: Agrupamientos y Distribuciones. *Curso de Métodos de Análisis Cuantitativos*. 2006. [en línea] [consultado 10 de Abril de 2009]. Disponible en Internet : <http://victorgonzalez.atspace.com/AnalisisEspacial.pdf>

“El marco conceptual sobre el cual descansa esta distribución, se basa en la identificación de la estructura espacial del sistema; para ello se utilizan métodos cuantitativos como el índice Rn, centros de gravedad y sus respectivos radios de influencia”.<sup>9</sup>

### Índice Rn

El índice Rn, se calcula teniendo en cuenta la siguiente formula:

$$Rn = 2d \sqrt{\frac{N}{S}} \quad (1)$$

Donde,

D = distancia entre cada núcleo y el vecino más cercano.

N = número de estaciones de bomberos.

S = Superficie de la unidad estudiada (municipio)

El municipio de Santiago de Cali cuenta con unas características físicas casi homogénea ya que solo, la parte oriental se encuentra marcada por las áreas de inundación pertenecientes al río Cauca, mientras el resto del territorio se encuentra sobre un gran valle, donde esto da como resultado que los centros educativos se presenten de una manera más o menos aleatoria, distribución que se puede observar mediante el cálculo del índice Rn (Tabla 6.1 y Figura 6.2.)

<b>ESTACIONES DE BOMBEROS</b>	<b>VECINO MAS CERCANO</b>	<b>DISTANCIA</b>
Estaciones Norte	E. Central	3663.49
Estaciones Central	E. Oriental	2263.56
Estaciones Occidental	E. Alameda	2919.28
Estaciones Villa del Sur	E. Alameda	3536.59
Estaciones Forestal	E. Central	3095.47
Estaciones Distrito Aguablanca	E. Oriental	3821.11
Estaciones Oriental	E. Central	2263.56
Estaciones Alameda	E. Occidental	2919.28
<b>TOTAL</b>		<b>24482.33</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>3060.29</b>

Tabla 6.1. Cálculo del índice Rn.

<sup>9</sup> Godoy, R, y GARNICA, R (2007). Subregionalización del departamento del Atlántico

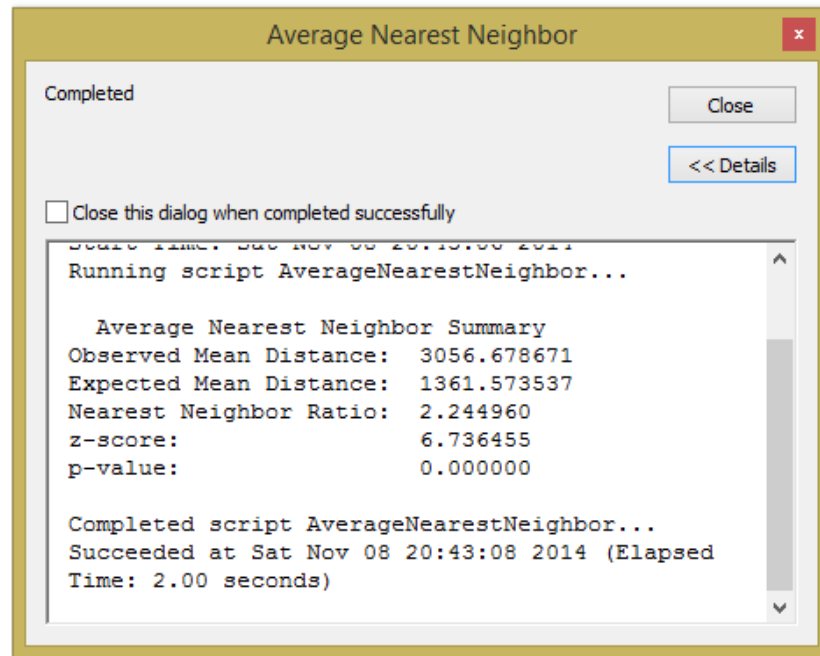


Figura 6.2. Cálculo sistematizado del índice Rn.

## Rn: 2.24

Tomando como referencia el área municipal de 12103.34 Ha, se identifica que los equipamientos de estaciones de bomberos, se encuentran distribuidos de manera dispersa sobre el espacio ( $R_n=2,24$ ), es decir, se evidencia una distribución uniforme, esto debido a las características físicas municipales antes mencionadas. El valor fue tomado del proceso automático del programa ArcGIS.

## 6.3 CENTRO DE GRAVEDAD SIMPLE Y RADIO DE INFLUENCIA.

El centro de gravedad simple, y radios de influencias constituyen métodos complementarios al índice Rn que facilita el análisis y comprensión de la distribución de los equipamientos sobre el espacio.

- **Centro de gravedad simple**

Para su cálculo se procedió a determinar la situación de cada estación de bombero mediante el sistema de coordenadas métricas de proyección UTM: X (Norte) y Y (Este); el promedio de cada una de éstos, arroja la ubicación del centro de gravedad simple, así:  $X = 1061369.46$ , e  $Y = 872556.25$ . Se observa en la Figura 6.3, el centro de gravedad simple, el cual significa que la distribución de las estaciones de Bomberos tiende a ser homogénea, dado que su localización se encuentra casi en la mitad con una ligera desviación hacia el noroeste.



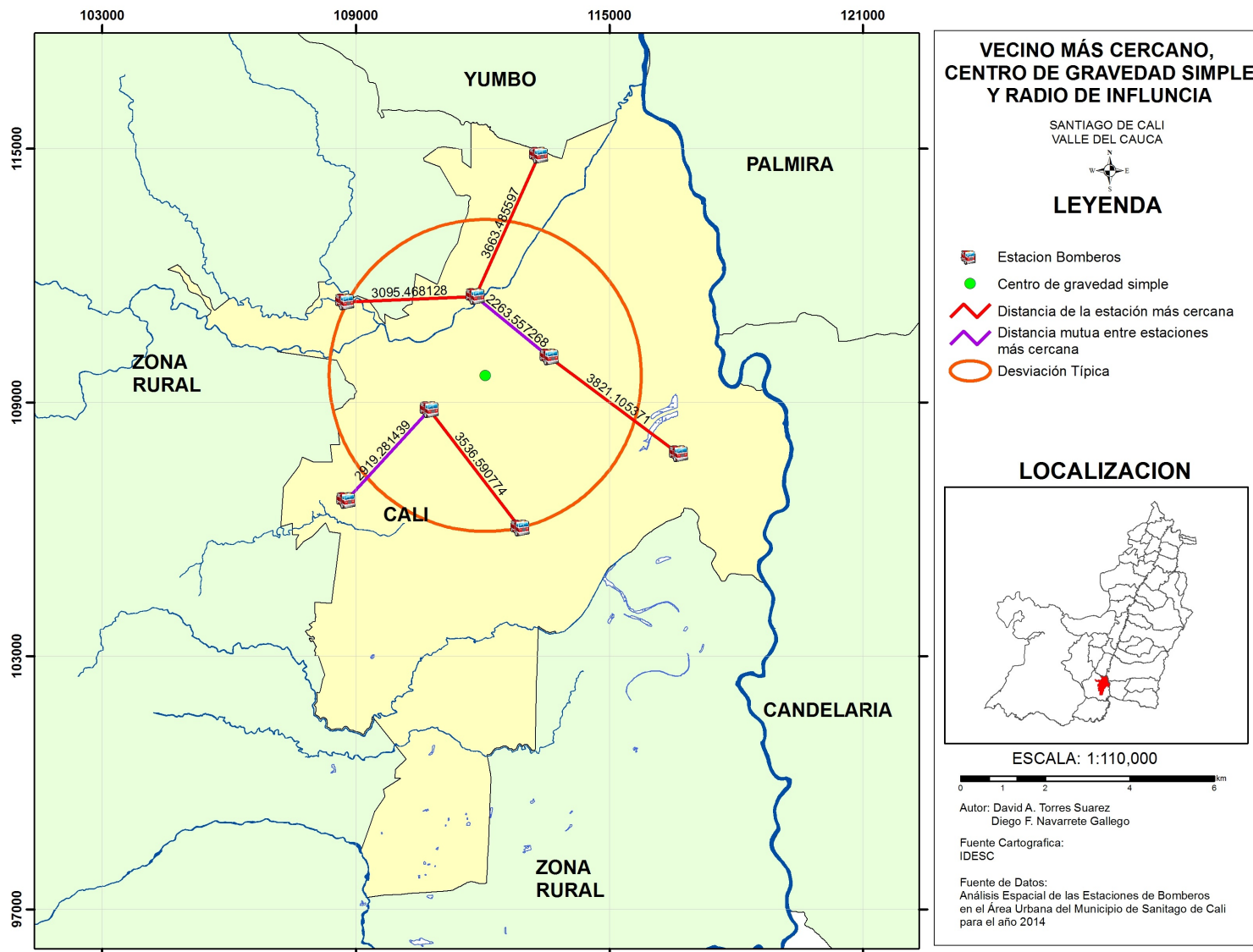


Figura 6.3. Vecino más cercano, Centro de gravedad Simple y Radio de Influencia.

## 6.4 ANÁLISIS DE COBERTURA DE LAS ESTACIONES DE BOMBEROS

### 6.4.1 Áreas con cobertura del servicio de Bomberos dependiendo de la distancia.

Dentro de la figura 6.4, se puede observar la cobertura que tiene cada una de las 8 estaciones de Bomberos Cali, esto se desarrolla con la intención de poder determinar la cobertura que se tiene por parte de esta institución en todo el territorio del área urbana de la ciudad de Cali, como se puede apreciar existen diferentes distancias que se manejan para poder determinar cuál es la distancia más grande que deben recorrer esta entidad para la mayor cobertura.

Estas distancias se sacan en base a la velocidad según el Código Nacional de Tránsito y el decreto 015 del 6 de enero de 2011 del Ministerio de Transporte donde el artículo primero modifica el artículo 106 del Código Nacional de Tránsito quedando de la siguiente manera:

*En vías municipales y en las carreteras municipales o distritales las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público y o particular será determinada y debidamente señalada por la autoridad de Tránsito competente en el distrito o Municipio respectivo. En ningún caso podrá sobrepasar los 60 kilómetros por hora. La velocidad en zonas escolares y en zonas residenciales será hasta de treinta (30) kilómetros por hora.*

Es así que al utilizar una fórmula muy sencilla transformamos la velocidad máxima dentro del área urbana en distancia, 60 km/h se hace necesario saber cuál es la distancia de cobertura en cuatro minutos que es el tiempo de reacción o de desplazamiento según la Norma NFPA 1710 es así que:

$$\begin{aligned}60 \text{ km} &= 1 \text{ hora} \\ X \text{ km} &= 1 \text{ minutos}\end{aligned}$$

De esta forma queda de la siguiente manera:

$$6000 \text{ m} = 60 \text{ min}$$

Es así como vemos que cada 1000 m es un minuto de respuesta, por consiguiente obtenemos las distancias de cobertura de los Bomberos de Cali, cabe de notar que no es la forma más adecuada para determinar las distancias ya que también existen otras variables dentro del territorio, como lo son el tráfico vehicular, los cruces semaforizados entre otros, pero es una forma de poder visualizar cuál es la cobertura en distancia.

A los 1000 metros se puede apreciar que no existe una relación entre las estaciones a esta distancia, solamente cubre un área determinada alrededor de las estaciones, dependiendo de la ubicación de cada una de las ocho estaciones que se encuentra en la zona urbana de la ciudad de Cali.

Dentro las áreas de cobertura se puede apreciar que a los 2000 metros se comienzan a ver unas áreas de superposición donde las estaciones de central (X1), Forestal (X6), alameda (X2) y Oriental (X3), realizan una cobertura del 100% del centro de la ciudad donde todavía existe una fuerte atracción por parte de los habitantes de la ciudad para realizar sus compras, lo que en algunas estudios realizados se ha dicho que la ciudad de Cali es una ciudad monocéntrica<sup>10</sup>, algo que en todo sentido muy bueno por es en este lugar donde se desplaza gran cantidad de individuos en día. Además dentro del centro de la ciudad encontramos gran cantidad de edificaciones de gran altura y con muchos años de construcción lo cual nos quiere decir que estas construcciones no cuentan con normas sismos resistentes (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10).

A los 3000 metros se puede apreciar como existe una cobertura en la toda la parte Occidental (laderas de la ciudad) y en la zona Oriental donde se encuentra la mayor concentración de población de ciudad (distrito de Aguablanca), algo que cabe resaltar es que en la parte Nor-Occidental de la ciudad a esta distancia se encuentra con poca cobertura, una explicación de este casos se puede resumir que las ubicación de las estaciones de bomberos no se encuentra de una forma adecuada dentro del territorio del municipio, esto ocurre con la estación Norte (X8), la cual se encuentra ubicada en los límites de la ciudad con el municipio de Yumbo, la cual en el momento de la construcción de esta estación no existía una estación de bomberos por parte del municipio de yumbo. En la actualidad se está pensando por parte de Bomberos Cali I reubicación de esta para suplir esta deficiencia en la cobertura de la ciudad, además el municipio vecino de Yumbo puso en funcionamiento en el año 2012, la cual da cobertura a la zona industrial de este municipio que estaba a cargo de la estación Norte de Bomberos Cali.

A los 4000 y 5000 metros se va supliendo la cobertura en el zona Nor-Oriental de la ciudad, además se puede apreciar que las zona Sur de la ciudad a pesar de la distancia que se tiene no se tiene la cobertura de la totalidad de la ciudad en este sector, asimismo esta zona es lugar donde el POT de la ciudad a determinado para expansión urbana de la ciudad, donde en la actualidad se aprecian gran cantidad de complejos de índole residencial de gran altura con una densidad poblacional alta, además de grandes superficies de almacenes en de cadenas, algo que ya se tiene previsto por parte de bomberos Cali es la construcción de una nueva estación en la parte sur de la ciudad para mejor la cobertura de respuesta por parte de esta entidad.

---

<sup>10</sup> Enrique Javier Burbano Valencia. análisis del sostenimiento de la estructura monocéntrica en la ciudad de Cali: "Una Aplicación Cuasidinámica del Modelo de Edwin Mills". Observatorio de la Economía Latinoamérica Número 39, marzo 2005.

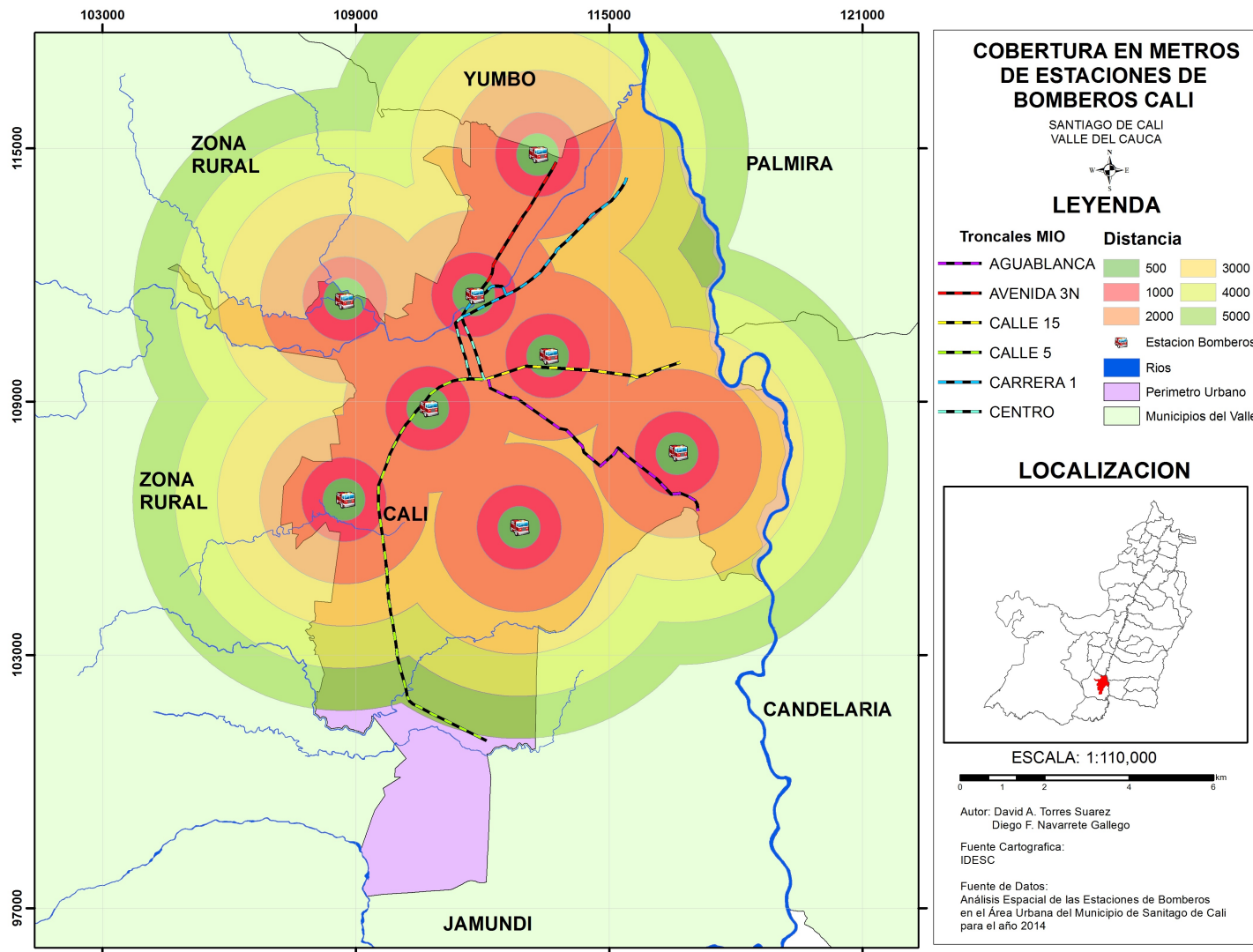


Figura 6.4. Área de cobertura en metros de estaciones de Bomberos Cali.

### 6.4.2 Áreas con cobertura del servicio de Bomberos dependiendo del tiempo de respuesta (4 minutos).

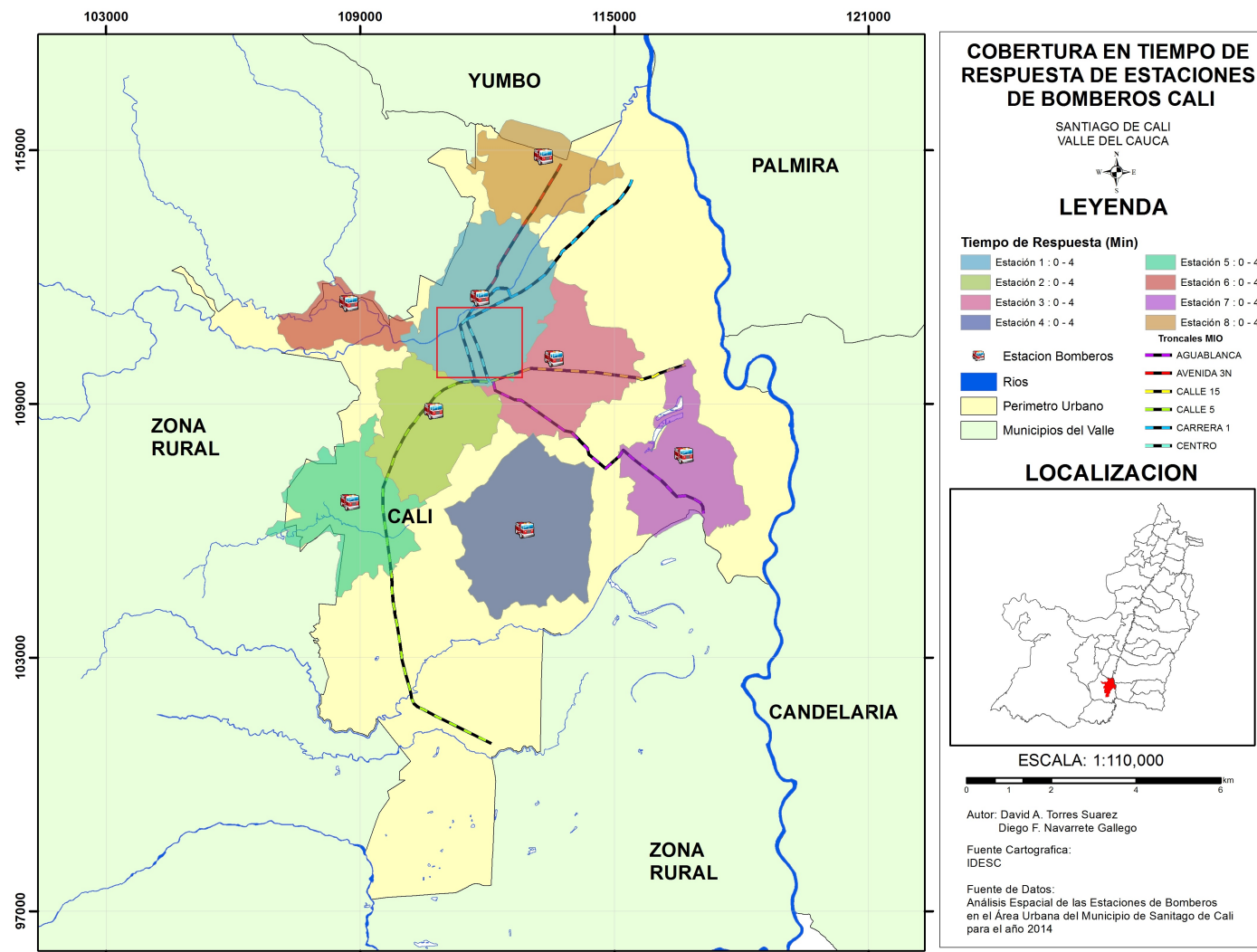


Figura 6.5. Cobertura en tiempo de respuesta de estaciones de Bomberos Cali.

Dentro de la Figura 6.5, se pueden observar los polígonos generados a través del análisis de redes (Network Analys) de ArcGIS, esto desarrollado con una velocidad real de la ciudad, esta información se encuentra presente en un estudio desarrollado por la compañía *Geicol Ltda Ingenieros*, donde hace referencia a la velocidad promedio de la siguiente manera 34,5 kilómetros por hora para las vías principales de la ciudad. Es así como se desarrolló las áreas de cobertura que poseen los bomberos, a partir de dicha información y teniendo en cuenta las normas internacionales (norma FPNA 1710) las cuales rigen los tiempos de respuestas de emergencia para esta entidad.

Al observar la figura se puede apreciar que existe una fuerte tendencia de cobertura hacia la parte norte de la ciudad, además encontramos que existen tres estaciones que se interceptan ellas son estación Central (X1), estación Alameda (X2) y estación Oriental (X3), ocurre este cruce de cobertura de estaciones debido al crecimiento de las ciudad se puede apreciar que esta estaciones están cubriendo la parte central de la ciudad o dicho de otra manera cubren el centro de comercio de la ciudad donde se desenvuelve en el día la mayor afluencia de personas.

El crecimiento de la ciudad de Cali se desarrolló desde el centro a la periferia como ha ocurrido en la mayoría de las ciudades latinoamericanas debido a la influencia de los españoles. Es así como el municipio de Cali no es ajeno a esto, es por esos que estas estaciones se encuentran ubicadas estratégicamente para cubrir en el menor tiempo posible las emergencias que se puedan presentar en el centro de comercio, además al ver el crecimiento de la ciudad y la fecha de inauguración de las estaciones y la ubicación de las estaciones coinciden con la dirección de crecimiento de Cali.

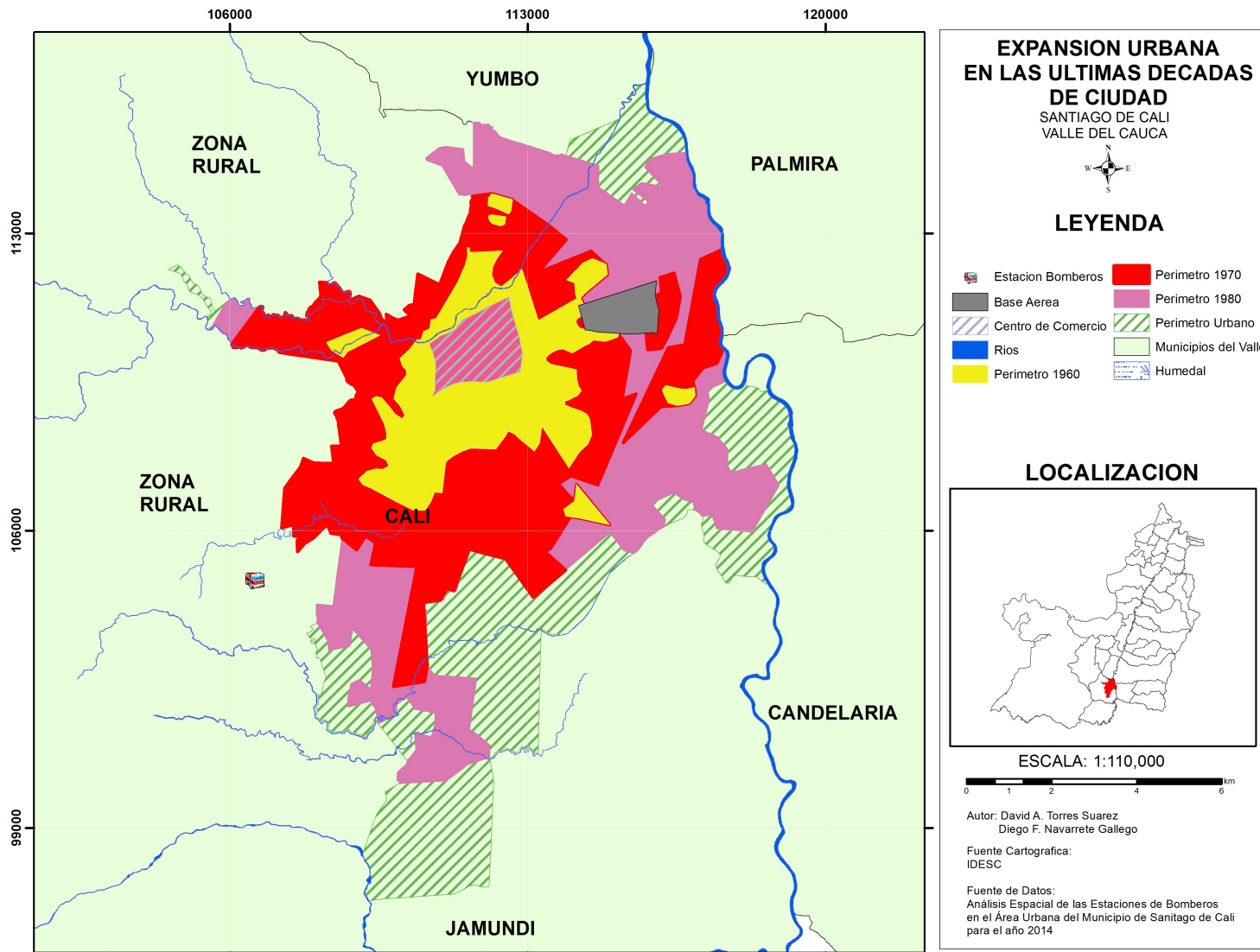


Figura 6.6. Expansión urbana en las últimas décadas de la ciudad de Cali.

Como se aprecia en la figura 6.6, la aparición de las estaciones de bomberos coinciden con la expansión de la ciudad, a medida que el perímetro urbano se expande aparece una nueva estación de bomberos para suplir las necesidades de la población presente, como se puede observar en la tabla 6.2 se detallan las fechas de fundación de las estaciones.

NOMBRE ESTACION	CODIGO ESTACION	FECHA DE FUNDACION
ESTACION CENTRAL	X1	1978
ESTACION ALAMEDA	X2	1961
ESTACION ORIENTAL	X3	1968
ESTACION VILLA DEL SUR	X4	1988
ESTACION OCCIDENTAL	X5	1991
ESTACION FORESTAL	X6	1992
ESTACION AGUABLANCA	X7	1992
ESTACION NORTE	X8	1994

**Tabla 6.2. Fechas de fundación de las estaciones.**

Por otro lado es importante mencionar que en la parte noroccidental de la ciudad se cuenta con una cobertura en tiempos de respuesta aceptable, esta zona es la parte de ladera de la ciudad, nuevamente queda en evidencia la escasa cobertura que se presenta en la zona sur de la ciudad, precisamente la de mayor crecimiento, ya que en la zona norte no puede existir crecimiento puesto que el límite con el municipio de Yumbo y más exactamente su zona industrial es el límite de la ciudad de Cali en la zona norte.

A medida que la ciudad fue expandiéndose fueron fundadas las estaciones de bomberos, en la década del noventa son creadas 4 estaciones de las 8 existentes dentro del perímetro urbano de la ciudad, la estación forestal para cubrir los nuevos asentamientos subnormales que aparecen al lado de la vía al mar, la estación norte con la función de cubrir la zona industrial de Yumbo y el sector norte de Cali, la estación occidental para atender la zona de ladera y la estación Aguablanca donde surge el mayor crecimiento de expansión de la ciudad en la década de los noventa<sup>11</sup>.

Por último se hace necesario decir que según la norma internacional (NFPA 1710) la cual rige los organismos de socorro del país indica que se debe tener una intervención

<sup>11</sup> Edgar Vásquez. Historia de Calí del siglo XX, economía cultura y sociedad, editorial Universidad del Valle.



en máximo 6 minutos distribuidos de la siguiente manera: 1 minuto para confirmar la emergencia, un minuto para preparación de los organismos de socorro y 4 minutos de desplazamientos, así como vemos que no se cumple tal norma y en definitiva la cobertura de las estaciones de bomberos no son la más adecuadas con respecto a su distribución dentro del territorio de la ciudad.

### 6.4.3 Áreas con cobertura del servicio de Bomberos dependiendo del tiempo de respuesta (7 minutos).

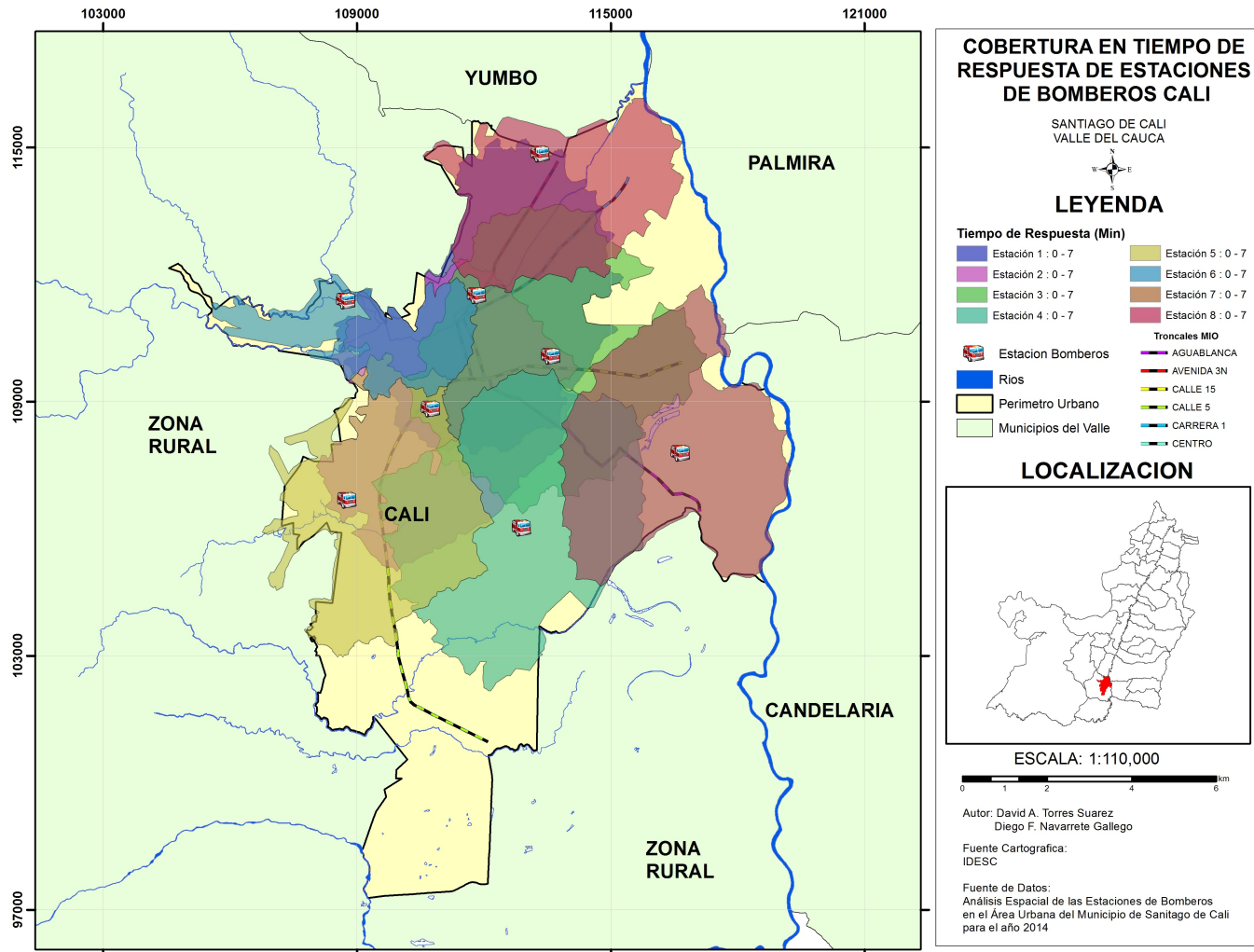


Figura 6.7. Cobertura en tiempo de respuestas de estaciones de Bomberos.

Dentro de la figura 6.7, es posible encontrar los tiempos de respuesta de las 8 estaciones de bomberos que se encuentra distribuidas dentro del territorio urbano de la ciudad de Cali, tiempos de respuestas de 7 minutos generados desde análisis de redes de programa ArcGIS, ya que son los tiempos de respuesta que utilizan los bomberos para cubrir toda la ciudad según datos generados por ellos<sup>12</sup>.

Se puede apreciar que la cobertura se encuentra en un 70% de la extensión total de la ciudad, todas las áreas se sobreponen, lo que nos indica que unas estaciones sirven de apoyo a otras dependiendo de la emergencia y de la magnitud de esta, por otro lado se puede apreciar que en la zona nororiental de la ciudad existe una área la cual se encuentra sin cobertura por parte de esta entidad en los tiempos estipulados, primero se encuentra en esta lugar la base aérea de las fuerzas militares (rectángulo rojo), lo que restringe el paso de los bomberos, además algunas de las vías principales de la ciudad más exactamente la calle 52 y calle 52 tienen su final en la parte sur de la base, en horas de la noche se cierra un sentido de la vía por cuestiones de seguridad.

Nuevamente en la parte sur de la ciudad se aprecia que no se tiene a cobertura adecuada, a pesar de incrementar los tiempos de respuesta de 4 a 7 minutos. Cabe anotar que en esta zona existen varios centros comerciales de grandes superficies (Unicentro Cali, centro comercial Jardín Plaza, la 14 del valle del Lili, Makro entre otros), además de grandes complejos habitacionales como lo Multicentro, y la zona del valle del Lili donde se construyen y existen edificaciones de viviendas de gran altura (más de 5 pisos), también se encuentran complejos universitarios de la ciudad Universidad Javeriana, Universidad Autónoma de Occidente, Universidad Icesi, Universidad del valle entre otras más.

Esta parte de la ciudad se caracteriza por un flujo grande personas durante el día, lo cual ocurre por las universidades presentes y en las noches por la gran cantidad de complejos habitacionales, esto indica también que el flujo vehicular en esta parte de la ciudad es denso, además esta parte de la ciudad es un corredor estratégico para llegar al sur del país, y su cercanía al municipio de Jamundí, municipio utilizado como residencia por sus bajos costos comparados con la ciudad de Cali, hacen que sea de gran importancia para el municipio.

Teniendo en cuenta la figura 6.7, se evidencia una falta de cobertura en tiempo, velocidad y distancia por parte de las estaciones de bomberos en la parte nororiental y sur del municipio de Santiago de Cali, por tal razón se propone la construcción de dos estaciones en la parte sur del municipio, ya que hacia esta zona hay una gran densidad de población y si se observa el plan de ordenamiento territorial que esta es la zona de expansión de municipio. En la actualidad debido al creciente número de instituciones educativas y a la construcción de viviendas de

---

<sup>12</sup> [www.bomberoscali.org](http://www.bomberoscali.org)

uso residencial se hace necesario estaciones de bomberos que tenga cobertura en esta zona.

Por otro lado también se hace necesario la construcción de una estación de bomberos en la parte nororiental, esto debido a la densidad poblacional que aquí se presenta. Otro factor que incide para que en esta parte de la ciudad se construya una estación de bomberos está relacionado con zonas de amortiguamiento del Río Cali y el Río Cauca, ya que en este caso el primer interviniente ante una emergencia es bomberos.

## 7. CONCLUSIONES

- Se puede evidenciar que las estaciones de bomberos presentan una distribución aleatoria en el espacio, sin embargo su número no alcanza a tener una cobertura del 100% sobre el municipio de Santiago de Cali.
- De acuerdo con el análisis presentado se evidencia una superposición en cobertura de las estaciones de bomberos, esto se debe a que los organismos de socorro deben funcionar como un complemento, es decir, deben respaldarse ante una eventual emergencia.
- Teniendo en cuenta que no hay una cobertura total sobre el área total del municipio de Santiago de Cali, se hace necesaria la construcción de tres nuevas estaciones de bomberos, una hacia la parte nororiental donde la densidad poblacional y las condiciones físicas son factores importantes para su construcción, y dos en la parte sur donde la densidad poblacional sumado al crecimiento urbano por parte de la zona de expansión urbana enmarcadas en el POT serían factores determinantes para llegar a esta conclusión.
- Los tiempos de respuesta del cuerpo de bomberos del municipio de Santiago de Calí no son los estipulados en la norma NFPA 1710 que es de 4 minutos, dadas las condiciones de tráfico, la congestión vehicular y peatonal en algunos sectores de la ciudad, lo que dificulta el tránsito de este organismo de socorro, los tiempos de respuesta reales son de 7 minutos.

## **8. RECOMENDACIÓN**

Pensando en una posible segunda fase de este proyecto, se recomienda hacer un estudio de tipo regional, en el cual se involucre no solo estaciones de bomberos, si no todos los organismos de socorro presentes en la zona. Este proyecto es aplicable en cualquier zona del país y para diferentes equipamientos sociales (educativos, recreacionales, salud, financieros, entre otros), además permite una correcta toma de decisiones basado en un concepto investigativo y técnico por parte de las entidades encargadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Argüello, G. (1996). *Normas para la planta física educativa*. Managua, Nicaragua.
- Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Calí. (2014). [consultado 10 de Agosto de 2009]. Disponible en Internet: <http://www.bomberoscali.org>
- Boisier, S. (1976). *Diseño de Planes Regionales. Métodos y Técnicas de Planificación Regional*. Centro de Perfeccionamiento. Colegio Oficial de preparación de las mismas. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, España.
- Burbano, E. (2005). Análisis del sostenimiento de la estructura monocéntrica en la ciudad de Cali: “Una Aplicación Cuasidinámica del Modelo de Edwin Mills”. Observatorio de la Economía Latinoamérica Número 39, marzo 2005.
- Cardozo, O. D., Gómez, E. L. & Parras, M. A. (2009). Teoría De Grafos Y Sistemas De Información Geográfica Aplicados Al Transporte Público De Pasajeros En Resistencia. *Revista Transporte y Territorio N° 1*, Universidad de Buenos Aires.
- Carter, H. (1980). El estudio de la Geografía Urbana. Ed. IEAL. Madrid. España. Extraído el 28 Noviembre, 2014 del sitio Web de Monografías: <http://www.monografias.com/trabajos6/geur/geur2.shtml#ixzz2sHB8hwCr>
- Censo General (2005). Movilidad poblacional de Cali y su área metropolitana Abril 11 de 2007. Extraído el 10 Diciembre, 2014 del sitio Web del DANE: [http://www.dane.gov.co/censo/files/analisis/cali/movil\\_cali.pdf](http://www.dane.gov.co/censo/files/analisis/cali/movil_cali.pdf)
- Díaz, L. (2005). *El equipamiento social en la ciudad de montería*.
- García, M. *Equipamientos Urbanos. Paquete temático, ciudad y equipamiento urbano. Revista Escala No 134*.

Godoy, R. & Garnica, R. (2007). Subregionalización del departamento del Atlántico.

González, V. Análisis Espacial: Agrupamientos y Distribuciones. *Curso de Métodos de Análisis Cuantitativos*. 2006. [en línea] [consultado 10 de Abril de 2009]. Disponible en Internet: <http://victorgonzalez.atspace.com/AnalisisEspacial.pdf>

Haggett, P. (1976). Análisis Locacional en Geografía Humana. Barcelona. Gustavo Gili.

Hernández, H. (2009). *Análisis espacial de los equipamientos educativos oficiales en la zona rural del municipio de Montería 2009*.

Moreno, A. (1988). *Una metodología de planificación de equipamientos educativos en medio rural: aplicación al Nordeste de la Comunidad de Madrid*. España.

Movilidad: ¿una crisis sin solución?. Cámara Colombiana de Infraestructura. [fecha de acceso 14 de Diciembre de 2014]. URL disponible en: [http://www.infraestructura.org.co/historial/noticia9\\_052807.php](http://www.infraestructura.org.co/historial/noticia9_052807.php)

*Plan de Desarrollo Municipal de Valencia – Córdoba 2008 – 2011*.

Torres, D. (2010). Análisis espacial de los equipamientos educativos en el área rural del municipio de Valencia para el año 2010. Memoria para optar al Título de Geógrafo, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Geografía, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

Vásquez, E. (2005). Historia de Calí del siglo XX, economía cultura y sociedad, editorial Universidad del Valle.