

# Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes

Medellín, Colombia

Darío Amar Flórez

Sector de Instituciones  
para el Desarrollo

División de Gestión  
Fiscal y Municipal

DOCUMENTO PARA  
DISCUSIÓN N°  
IDB-DP-443



# Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes

Medellín, Colombia

Darío Amar Flórez

Junio de 2016

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2016 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Contacto: Mauricio Bouskela, [mbouskela@iadb.org](mailto:mbouskela@iadb.org).



# Estudios de casos internacionales de ciudades inteligentes

***MEDELLÍN***  
COLOMBIA

Investigación conjunta BID - KRIHS



## Resumen

Este estudio de caso es uno de diez estudios de casos internacionales desarrollados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en asociación con el Instituto Coreano de Investigación para los Asentamientos Humanos (KRIHS, por sus siglas en inglés) para las ciudades de Anyang, Medellín, Namyangju, Orlando, Pangyo, Río de Janeiro, Santander, Singapur, Songdo y Tel Aviv. En el BID, el estudio fue coordinado por la División de Competitividad e Innovación (CTI, por sus siglas en inglés), la División de Gestión Fiscal y Municipal (FMM, por sus siglas en inglés) y la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES). Este proyecto fue parte de la cooperación técnica ME-T1254, financiada por el Fondo Coreano de Alianza para el Conocimiento en Tecnología e Innovación de la República de Corea. En KRIHS, la División de Investigación Nacional de Infraestructura coordinó el proyecto y el Centro de Alianza Global para el Desarrollo (Global Development Partnership Center o GDPC, por sus siglas en inglés) proporcionó los fondos.

La ciudad de Medellín puso en marcha una serie de estrategias a fin de transformarse en ciudad inteligente. Las mismas están orientadas al ciudadano, a través de una serie de servicios que mejoran su calidad de vida, ya que desarrollan capacidad y estructura orgánica en las entidades que controlan la movilidad, el medio ambiente y la seguridad. Además, estas iniciativas han creado mecanismos para comunicarse e interactuar con la ciudadanía a fin de promover la mejora continua de los servicios inteligentes.

**Clasificaciones JEL:** L32, L86, L96, O21

**Palabras clave:** Ciudades inteligentes, innovación tecnológica, tecnologías de la información y la comunicación, movilidad, transporte, tránsito, seguridad ciudadana, video vigilancia, sistema integrado de emergencia, medio ambiente, sistema de alertas tempranas, servicios de atención a los ciudadanos, redes sociales, lecciones aprendidas, Medellín, América Latina y el Caribe, centros integrados de operación y control.

**Autor:** Darío Amar Flórez

# Contenido

Resumen ejecutivo.....	3
1. Introducción .....	5
2. Servicios de ciudad inteligente.....	9
3. Configuración del sistema .....	17
4. Estructura organizacional .....	25
5. Monitoreo y control .....	27
6. Lecciones aprendidas.....	30
7. Conclusiones.....	32
Anexo A. Especificaciones técnicas avanzadas .....	35
Anexo B. Bibliografía.....	55
Anexo C. Imágenes .....	57
Anexo D. Estado de desarrollo de los diversos servicios .....	63



# Resumen ejecutivo

Medellín es una ciudad que pasó de ser conocida por su problemática en seguridad, a ser un referente internacional en innovación tecnológica y social, transformación urbana, equidad y participación ciudadana.

En este informe se muestra cómo Medellín ha implementado una serie de estrategias en el camino de convertirse en una ciudad inteligente, las cuales están desarrollando capacidad y estructura orgánica en las entidades que controlan la movilidad, el medio ambiente y la seguridad. Se espera que en fases posteriores las entidades puedan integrarse en un único centro de control que permita monitorear las operaciones de la ciudad.

Aunque carecen de un marco metodológico único en su implementación, todas las iniciativas comparten una característica: están orientadas al ciudadano y han creado los mecanismos para comunicar e interactuar con ellos a fin de promover la mejora continua de los servicios inteligentes.

Medellín, a través del Programa “MDE: Medellín Ciudad Inteligente”, está implementando proyectos para crear zonas de libre acceso a Internet, centros comunitarios de acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el portal de co-creación Mi-Medellín, datos abiertos, trámites en línea y otros servicios que buscan la participación ciudadana, el gobierno abierto, la innovación social en la solución de problemas y la sostenibilidad de los proyectos.

Otra de las estrategias es la creación del Sistema Inteligente de Movilidad, que con el uso de tecnología, un centro de operaciones y una serie de servicios de monitoreo y control, ha logrado la reducción de la accidentalidad, la mejora de la movilidad y la disminución del tiempo de respuesta a incidentes.

En la estrategia ambiental, el Sistema de Alertas Tempranas (SIATA), la Red de Monitoreo de Ruido y la Red de Calidad de Aire se suman a la

red de atención de emergencias para la integración de los servicios de manera articulada.

A lo anterior se agrega el Sistema Integrado de Emergencias y Seguridad Metropolitano (SIES-M), que es una estrategia sistémica de convergencia interinstitucional entre los organismos de seguridad y emergencias del Estado que integra más de 10 agencias de gobierno de instancia local y nacional

Estas iniciativas han gozado de continuidad desde su inicio y han utilizado modelos de operación que integran asociaciones público-privadas, convenios entre entidades de gobierno de diferente ámbito, participación de la academia y de las entidades de innovación, ciencia y tecnología.

No todo en este camino ha sido fácil: la integración de entidades para la operación de servicios ha sido lenta cuando no se cuenta con convenios interadministrativos que habiliten compartir la información, el atraso tecnológico en algunos componentes ha imposibilitado su integración y la falta de recursos en algunas entidades ha impedido una campaña más contundente en la comunicación de los servicios.

La innovación en ciudad inteligente no solo debe ser tecnológica sino que debe ser social. Además, tiene que buscar la sostenibilidad de cada proyecto o servicio a través de fuentes de ingreso y/o de la adjudicación a operadores que superen el cambio de los gobernantes, y debe contemplar la renovación tecnológica y su mantenimiento para garantizar la continuidad de los proyectos en operación. En Medellín se ha centrado en el ciudadano una serie de servicios que están mejorando su calidad de vida. Si bien todavía tiene mucho que evolucionar para lograr integración y predicción, ya muestra resultados de capacidades desarrolladas para la gestión futura de una ciudad inteligente consolidada.





Metro de Medellín, Estación Parque Berrío (Fuente: Medellín Travel)

# MEDELLÍN, Colombia

## 1. Introducción

### 1.1 Visión general de la ciudad

La ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia, cuenta con una población de 2.464.322 habitantes, siendo la segunda ciudad más habitada de Colombia. Medellín se encuentra en el centro del Valle de Aburrá, sobre la cordillera central de los Andes, cuenta con una extensión de 680 km<sup>2</sup> y geográficamente se encuentra situada dentro de un plano inclinado que desciende desde 1800 hasta 1500 metros de altura sobre el nivel del mar. La zona urbana de la ciudad se divide en 16 comunas y la zona rural, en cinco corregimientos.<sup>1</sup>

Las comunas son: Popular, Santa Cruz, Manrique, Aranjuez, Castilla, Doce de Octubre, Robledo,

<sup>1</sup> El corregimiento es un tipo de subdivisión del área rural de los diferentes municipios del país, el cual incluye un núcleo de población.

Villa Hermosa, Buenos Aires, La Candelaria, Laureles-Estadio, La América, San Javier, El Poblado, Guayabal y Belén. Por su parte, los corregimientos son: Palmitas, San Cristóbal, Altavista, San Antonio de Prado y Santa Elena.<sup>2</sup>

### Imagen 1. Ubicación de Medellín



Fuente: Procolombia (disponible en: <http://www.inviertaencolombia.com.co/>)

La composición económica de la ciudad se centra en los sectores industriales, siendo los más representativos textiles con el 20%; sustancias y productos químicos con el 14,5%; alimentos con el 10% y bebidas con el 11%. El 10% restante

<sup>2</sup> Informe de Gestión Anual, Alcaldía de Medellín, 2014. Disponible en: <http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl:/0b7c049660dc0cbb3972d4add7cb7eb9>

comprende sectores como el metalmecánico, eléctrico y electrónico, entre otros.

Además, se cuenta con seis clúster consolidados en energía eléctrica, construcción, textil-confección-diseño-moda, servicios de medicina y odontología, turismo de negocios, y tecnologías de la información y la comunicación (TIC).<sup>3</sup>

Esto ha llevado a Medellín a ser una urbe que representa el 7,9% del producto interno bruto (PIB) de Colombia, con un PIB de US\$30.137 millones en 2014. En ese mismo año la ciudad obtuvo un crecimiento del 4,2% de acuerdo al estudio “Global Metro Monitor” del Instituto Brookings,<sup>4</sup> con un PIB per cápita de US\$8.489, crecimiento incluso mayor que otras importantes ciudades del mundo (cuadro 1).

**Cuadro 1. Comparación del PIB per cápita. Crecimiento 2013-2014**

Ciudad	Población	País	PIB
Medellín	2.464.322	Colombia	4,20%
Monterrey	1.135.512	México	0,50%
Barcelona	1.602.386	España	1,20%
Manchester	2.240.230	Reino Unido	2,60%
Chicago	2.853.144	Estados Unidos	0,70%

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Global Metro Monitor del Instituto Brookings.

Medellín ha sido reconocida como la ciudad más innovadora en 2013<sup>5</sup> (reconocimiento otorgado por Wall Street Journal, City Group y Urban Land Institute) y se ha constituido como referente mundial para delegaciones de todo el mundo que desean conocer los procesos de transformación y la prospectiva de una ciudad que quiere ser reconocida a 2023 como la capital de la innovación en América Latina.<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Agencia de Cooperación Internacional (ACI). Disponible en: <http://www.acimedellin.org/inversion/invierta-en-medellin>

<sup>4</sup> Procolombia. Disponible en: <http://www.inviertaencolombia.com.co/informacion-regional/medellin.html>

<sup>5</sup> Ciudad más innovadora por Wall Street Journal. Disponible en: <http://online.wsj.com/ad/cityoftheyear>

<sup>6</sup> Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021. Disponible en: [http://rutanmedellin.org/images/programas/plan\\_cti/Documentos/Plan-de-CTi-de-Medellin.pdf](http://rutanmedellin.org/images/programas/plan_cti/Documentos/Plan-de-CTi-de-Medellin.pdf)

La Estrategia “Medellín la Más Innovadora”,<sup>7</sup> construida entre las universidades, las organizaciones privadas, el gobierno local y la sociedad, ha aumentado los niveles de inversión en innovación con el único propósito de generar una economía sostenible basada en una combinación de esfuerzos públicos y privados.

En este proceso de transformación la ciudad ha recibido reconocimientos internacionales<sup>8</sup> que han visibilizado los esfuerzos que ha realizado la ciudad en el tema

Al realizar el estudio hemos identificado que Medellín pasó a ser un actor con presencia en las instancias de evaluación de estrategias de innovación, emprendimiento y competitividad. Esta participación ha hecho más visibles para los ciudadanos el ADN de innovación y desarrollo tecnológico que la ciudad quiere inculcar en ellos.

## 1.2 Visión general sobre la ciudad inteligente

### 1.2.1 Antecedentes

Medellín inició un proceso de transformación urbana y ciudadana desde su plan de desarrollo 2004-2007. Desde ese entonces la ciudad ha pasado por un importante proceso de reinversión donde la inclusión ha sido pieza clave y las tecnologías han permitido evolucionar la estrategia al siguiente nivel.

En el plan de desarrollo vigente en 2015, “Medellín: Un hogar para la vida”,<sup>9</sup> la ciudad busca el fortalecimiento de la gestión pública, de la institucionalidad y del sentido de lo público. Este fortalecimiento se logra a partir de dinamizar la participación en el marco de una cultura política, la corresponsabilidad con el desarrollo municipal y la estrategia de proyectar

<sup>7</sup> Ciudad más innovadora por Wall Street Journal. Disponible en: <http://online.wsj.com/ad/cityoftheyear>

<sup>8</sup> Agencia de Cooperación Internacional (ACI). Disponible en: <http://www.acimedellin.org/inversion/invierta-en-medellin>

<sup>9</sup> Plan de Desarrollo 2012-2015, Alcaldía de Medellín. Disponible en: <https://www.medellin.gov.co>

a Medellín como ciudad inteligente<sup>10</sup> a través de innovación tecnológica y social.

Medellín es la única ciudad de Colombia que tiene un plan de ciencia, tecnología e innovación,<sup>11</sup> el cual ha identificado bases para desarrollar grupos de salud, energía y tecnologías de la información y la comunicación. Como consecuencia, se ha creado **Ruta N** –un complejo centrado en el desarrollo empresarial y la innovación– como el corazón de un ecosistema de innovación en la ciudad, del cual forman parte la Universidad de Antioquia, Parque Explora, el Planetario, el Jardín Botánico y el Centro de Innovación y Negocios. Todos juntos crean un centro urbano que apoya el avance hacia una sociedad y una economía basadas en el conocimiento.<sup>12</sup>

De igual manera, planes de gobierno local como “Medellín Digital”, que buscaba apropiarse a los ciudadanos del uso de TIC, han evolucionado hacia “MDE Ciudad Inteligente”,<sup>13</sup> lo cual ha convertido a Medellín en la primera ciudad de Colombia con un programa de gobierno enfocado en ciudades inteligentes.

**Imagen 2. Distrito de innovación: Ruta N, Medellín**



Fuente: Medellín Travel.

### 1.2.2 Visión Medellín Ciudad Inteligente

El **programa Medellín Ciudad Inteligente** consolida procesos de apropiación de TIC, generación de contenidos, diseño de servicios y apoyo a estrategias de conectividad pública en pro de mejorar la relación de los ciudadanos con su entorno y con la administración municipal.

Se espera que para 2020 esta estrategia permita el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, dando continuidad y ampliando las acciones ya existentes y desarrollando nuevas estrategias, a través del uso de las TIC como medio para contribuir a la resolución de problemas y la potencialización de oportunidades en los campos de la educación, la seguridad, la movilidad, el medio ambiente, el desarrollo económico, el hábitat, la participación ciudadana y la equidad.<sup>14</sup>

Las líneas estratégicas del programa Medellín Ciudad Inteligente son las siguientes:

- **Participación ciudadana:** generar una cultura de la participación a través de espacios adecuados que permitan visibilizar las propuestas de los habitantes en las políticas públicas de la ciudad.

<sup>10</sup> MDE, Programa Medellín Ciudad Inteligente. Disponible en: <http://www.mdeinteligente.co/>

<sup>11</sup> Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021. Disponible en: [http://rutanmedellin.org/images/programas/plan\\_cti/Documentos/Plan-de-CTi-de-Medellin.pdf](http://rutanmedellin.org/images/programas/plan_cti/Documentos/Plan-de-CTi-de-Medellin.pdf)

<sup>12</sup> WEF, The Competitiveness of Cities: A report of the Global Agenda Council on Competitiveness. Disponible en: [http://www3.weforum.org/docs/GAC/2014/WEF\\_GAC\\_CompetitivenessOfCities\\_Report\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/GAC/2014/WEF_GAC_CompetitivenessOfCities_Report_2014.pdf)

<sup>13</sup> MDE, Programa Medellín Ciudad Inteligente. Disponible en: <http://www.mdeinteligente.co/>

<sup>14</sup> Informe de gestión anual, Alcaldía de Medellín, 2014. Disponible en: <http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl:/0b7c049660dc0cbb3972d4add7cb7eb9>

- **Gobierno abierto:** generar, promover y posicionar los datos abiertos (*open data*). La información desarrollada por la administración municipal, entes estatales, empresa privada y academia, debe estar disponible para el uso y aprovechamiento de los ciudadanos, a través de las TIC, como redes sociales, páginas web y aplicaciones.
- **Innovación social:** promover procesos que permitan que los ciudadanos modifiquen su entorno, transformen sus realidades y encuentren soluciones a la medida de sus problemas.
- **Sostenibilidad:** desarrollar diversos proyectos para promover la sostenibilidad y asegurar las condiciones económicas, ambientales, políticas y sociales para las generaciones actuales y futuras.

En esta evolución, Medellín ha venido implementando una serie de iniciativas con alto contenido de innovación tecnológica y social, mediante la integración de servicios, sistemas y tecnología desde cada una de las Secretarías de Despacho que componen la administración municipal.

Unas de las Secretarías con mayor iniciativa en el tema de innovación y tecnología ha sido la Secretaría de Movilidad de Medellín, que ha implementado la modernización de sus servicios y el **Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM)**. Este sistema consolidó la creación del Centro de Control de Tránsito, de los servicios de registros de tránsito, de la detección electrónica de infracciones, de las cámaras para el monitoreo del tráfico, de los paneles de mensajería variable, de los sistemas de apoyo a la red semafórica y del sistema para el control del transporte público, entre otros, los cuales han convertido a la ciudad en un referente mundial

en temas de integración para mejorar la movilidad y la reducción de la accidentalidad.

De la misma manera, la Secretaría de Gobierno Municipal, a cargo de los temas de seguridad ciudadana, junto con el Área Metropolitana y la Empresa de Seguridad Urbana (ESU) crea un centro de control de radio de acción metropolitano. Se trata del Sistema Integrado de Emergencias y Seguridad Metropolitano (SIES-M), que es una estrategia sistémica de convergencia interinstitucional entre los organismos de seguridad y emergencias del Estado que integra diferentes componentes como: seguridad ciudadana, movilidad, prevención y atención de desastres, salud y emergencias médicas.

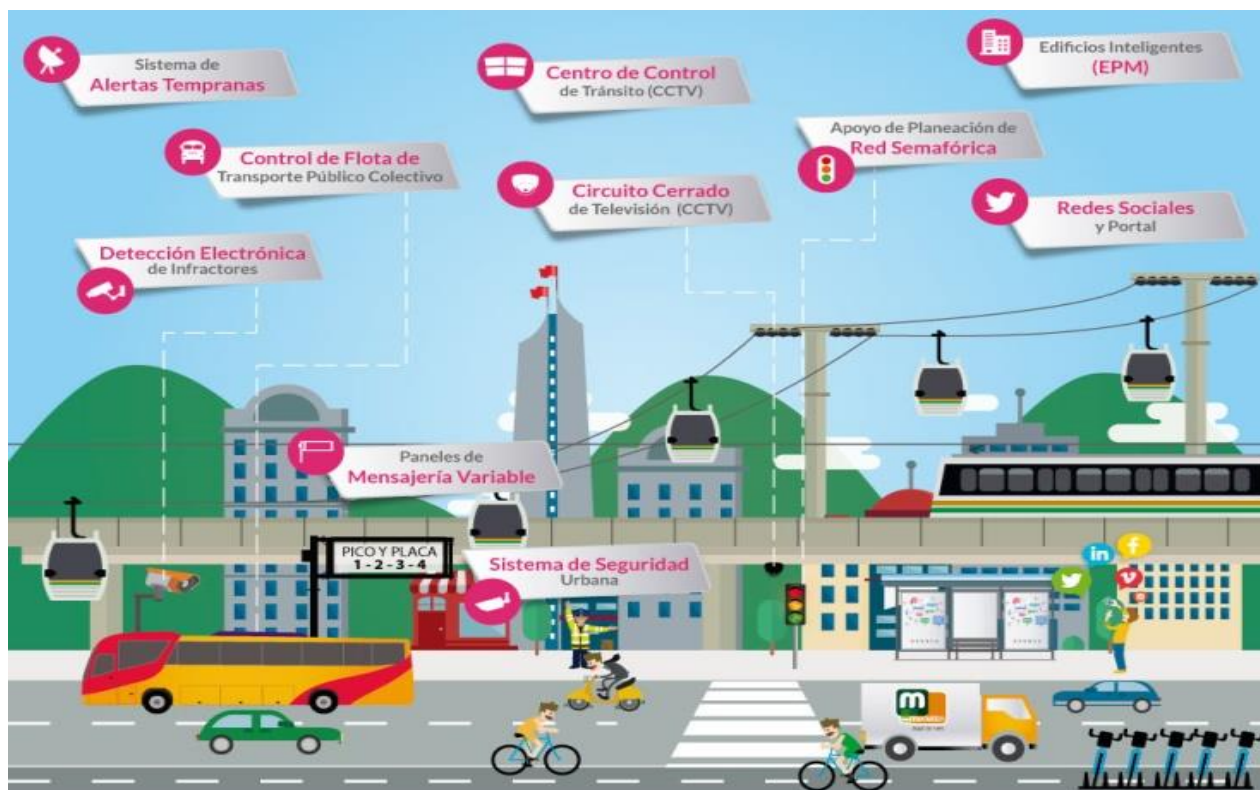
En lo relativo al monitoreo ambiental, calidad del aire y sistemas de medición de ruido, es el Área Metropolitana del Valle de Aburrá,<sup>15</sup> como autoridad ambiental para los municipios que la componen (Medellín, Bello, Girardota, Barbosa, Copacabana, La Estrella, Itagüí, Sabaneta y Caldas), el que ha implementado el Sistema de Alertas Tempranas del Área Metropolitana (SIATA) y la red de Monitoreo de Ruido y Calidad del Aire.

Dentro de los servicios de energía eficiente, Medellín es una ciudad pionera en Colombia en la calidad de la prestación de sus servicios públicos, con la empresa pública EPM,<sup>16</sup> organizada bajo la figura de “empresa industrial y comercial del Estado”, de propiedad del Municipio de Medellín. EPM imprime los más altos estándares internacionales de calidad a los servicios que presta: energía eléctrica, gas por red, agua y saneamiento.

<sup>15</sup> Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/>

<sup>16</sup> Empresas Públicas de Medellín. Disponible en: <http://www.epm.com.co/>

Imagen 3. Esquema Smart City Medellín



Fuente: Elaboración propia.

Por último y no menos importante, la Ciudad de Medellín y el Departamento de Antioquia han implementado una serie de estrategias de comunicación pública con canales de televisión, gestión de redes sociales, portales integrados de trámites y aplicaciones (apps.) que contribuyen a una participación cada vez mayor de los ciudadanos desde el conocimiento y el aporte a la creación de las políticas públicas.

## 2. Servicios de ciudad inteligente

### 2.1 Descripción general

En los servicios de ciudad inteligente, Medellín se ha focalizado en la implementación del uso de la tecnología orientada a la mejora de los servicios públicos, hecho que es inherente al aumento de la calidad de vida del medellinense. Así la ciudad ha iniciado su camino desde el sector de Tránsito y Transporte, tomando de ejemplo a ciudades

inteligentes como Barcelona que han priorizado la movilidad y han integrado todos sus servicios en un solo formato. Al igual forma, Medellín ha centrado sus esfuerzos en potencializar este nicho a través de la construcción del Centro de Control de Tránsito equipado con tecnología de última generación. A partir de este punto de partida se espera que en 2020 diferentes sectores públicos adopten este mismo formato, así como en la actualidad está sucediendo con las áreas de seguridad y medio ambiente.

### 2.2 Transporte y movilidad urbana: Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM)

El incremento en la cantidad de vehículos, el crecimiento de la población, la urbanización, la industrialización y los cambios en la densidad de la población tienen un alto impacto sobre la movilidad de la ciudad, dado que traen como consecuencia la disminución de la eficiencia de la infraestructura de transporte y el incremento de los tiempos de viaje, de la contaminación del aire y del consumo de combustible.

Por todo lo anterior el Municipio de Medellín estudió la necesidad de implementar un Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM)<sup>17</sup> desde 2010, que integra tecnologías de información, comunicaciones, la infraestructura de transporte y los diferentes tipos de vehículos. Este sistema busca gestionar de forma eficiente todos estos componentes para mejorar la movilidad en la ciudad, mediante la optimización del uso de las vías y el mejoramiento de la seguridad, la disminución de los tiempos de desplazamiento, de la contaminación y del consumo de combustible, y la difusión de información al usuario para la toma de mejores decisiones de viaje.

El Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM) busca enfrentar los inconvenientes de movilidad a través de soluciones tecnológicas. El SIMM es un caso exitoso de alianzas público-privadas y cuenta con siete componentes tecnológicos integrados en un Centro de Control de Tránsito para la vigilancia y gestión de la movilidad en la ciudad.

### **2.2.1 Detección electrónica de infracciones de tránsito**

En la ciudad se encuentran instaladas 40 cámaras de Detección Electrónica de Infracciones de Tránsito que pueden rotar hasta en 70 puntos de control fijos. Estas cámaras detectan infracciones como exceso de velocidad, pico y placa (restricción vehicular), paso de semáforo en rojo, circulación en carril prohibido e invasión de paso peatonal.

El sistema realiza diariamente la lectura de un millón de placas circulantes, información que se usa para el estudio de la movilidad, la fijación de normas y la evaluación del nivel de aprendizaje de los conductores. Esto ha permitido reducir en más de un 80% las infracciones en los sitios monitoreados gracias a que la estrategia de la Secretaría de Movilidad se enfoca en la

prevención de accidentes y la educación vial.<sup>18</sup>

### **2.2.2 Circuito cerrado de televisión (CCTV)**

En la actualidad, Medellín cuenta con 80 cámaras de visualización con analítica de video operadas por el Centro de Control de Tránsito (CCT), que permiten el monitoreo visual de la red vial (fotografía y video), con el propósito de detectar incidentes que afecten la circulación. Asimismo, varias de las cámaras (dependiendo de su localización en el lugar) son utilizadas para la detección automática de incidentes (DAI) mediante un software inteligente que permite identificar situaciones como vehículo detenido, vehículo lento en tráfico fluido y congestión. Además es posible capturar información de tráfico como intensidad, ocupación, velocidad promedio, conteo vehicular y distancia intervehicular.

Adicionalmente el sistema de CCTV integra y tiene visualización (sin posibilidad de manipulación) de más de 823 cámaras de la Empresa de Seguridad Urbana (ESU), las cuales sirven de apoyo para el monitoreo del estado de las vías.

El sistema de CCTV con el que cuenta Medellín permite a los operadores en el centro de control tomar decisiones informadas y a tiempo para atender accidentes en el menor tiempo posible (cálculo de mejor ruta realizada por los operadores a partir de la información suministrada), así como informar en tiempo real a los conductores cualquier incidente que se presente mediante la comunicación con el sistema de paneles de mensajería variable. Los indicadores capturados mediante este sistema son almacenados como históricos y utilizados para tomar decisiones a mediano y largo plazo que afectan la planeación de ciudad y la creación de estrategias de apoyo a políticas públicas.

<sup>17</sup> Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM). Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/simm>

<sup>18</sup> Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM). Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/simm>

### 2.2.3 Paneles de mensaje variable (PMV)

Los PMV son 22 tableros electrónicos que se encuentran ubicados en lugares de gran flujo vehicular, lo cual permite la toma de decisiones informadas, inteligentes y oportunas por parte de los usuarios, como la selección de rutas alternas para reducir los tiempos de viaje, los niveles de congestión y los índices de accidentalidad.

Dentro de los mensajes que se publican, se resaltan los siguientes:

- Inicio y fin de restricción vehicular (pico y placa).
- Señales reglamentarias, preventivas e informativas.
- Incidentes de tránsito como choques, vehículos detenidos, cierres viales, etcétera.
- Embotellamientos vehiculares por alto flujo.
- Mensajes de educación vial.

La implementación de estos paneles permite informar al ciudadano que se encuentra sobre la ruta respecto de situaciones de tráfico en tiempo real, así como divulgar información de eventos oficiales que vayan o no a influir en la movilidad normal de la ciudad.

### 2.2.4 Centro de control de semáforos

La red cuenta con más de 600 intersecciones semafóricas interconectadas por medio de una red de comunicaciones de banda ancha de fibra inalámbrica, propiedad de la ciudad, lo que permite actuar en tiempo real sobre las diferentes situaciones de tráfico que se presentan y tomar decisiones inmediatas para lograr una mayor movilidad en el perímetro urbano.<sup>19</sup>

Adicionalmente, la ciudad cuenta con el apoyo de sensores instalados en la vía que realizan una

medición de las variables de tráfico en tiempo real. Estos sensores miden continuamente tiempos de viaje, ocupación de las vías y volúmenes de tráfico para monitorear y mejorar la movilidad a través de estrategias de descongestión.

### 2.2.5 Apoyo a la planeación de la red semafórica

Con el fin de monitorear de manera permanente el comportamiento vehicular, especialmente en lo referido al volumen, a las trayectorias sobre las diferentes vías y a la optimización de la red semafórica, Medellín cuenta con 120 unidades de evaluación en 21 intersecciones semafóricas, compuestas por cámaras tipo VDS (*Vehicle Detection Sensor*) y un software de analítica de video, las cuales captan información de tráfico – intensidad, ocupación, velocidad promedio, conteo vehicular y distancia intervehicular– para tres tipos de vehículos –liviano, camión y moto–. De acuerdo con los resultados obtenidos en el uso de las unidades actuales, se espera ampliar a 300 equipos adicionales durante los próximos cuatro años.

### 2.2.6 Gestión de flota

Las empresas de transporte público colectivo deben garantizar que los vehículos vinculados a su parque automotor cuenten con los dispositivos tecnológicos necesarios para llevar a cabo, en tiempo real, la recolección y transmisión de los datos que se requieran para el seguimiento de los indicadores de calidad, eficiencia y seguridad del servicio, conforme a la reglamentación de la Secretaría de Transportes y Tránsito.

En esta gestión se monitorean las siguientes variables:

- Conducir un vehículo a una velocidad superior a la máxima permitida.
- Cambiar el recorrido o trazado de la ruta para vehículos del servicio de transporte público de pasajeros, autorizado por el

<sup>19</sup> Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM). Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/simm>

- organismo de tránsito correspondiente.
- Dejar o recoger pasajeros en sitios diferentes a los paraderos demarcados por las autoridades.
- Conducir un vehículo con una o varias puertas abiertas.
- No implementar el plan de rodamiento del parque automotor de la empresa, o no reportarlo semestralmente o cuando sea indicado antes de este plazo.
- No cumplir con los horarios de despacho y las frecuencias autorizadas.
- Exceder la capacidad transportadora autorizada a la empresa.
- No mantener en operación los mínimos de capacidad transportadora autorizados.
- Permitir la prestación del servicio excediendo la capacidad transportadora autorizada, en el número de pasajeros, de conformidad con lo establecido en la Ficha de Homologación (sobrecupo).

La solución involucra el control en 3.800 buses en la ciudad y cerca de 6.000 en el área metropolitana, lo que permite mejorar el comportamiento de los conductores en la vía y apoyar la mejor planificación de rutas y frecuencias.

### 2.2.7 Sistema de información al usuario

La Secretaría de Movilidad integra una serie de estrategias de atención al ciudadano que incluyen servicios virtuales (como aplicaciones y páginas web), atención en 18 sedes descentralizadas, centro de contacto, redes sociales, unidad móvil de atención, puntos de atención en concesionarios de vehículos y aplicaciones de movilidad entre otros servicios.

En 2014 se realizaron 276.623 visitas a la página web del SIMM. Se obtuvieron 38.632 visitantes gracias a la promoción y referenciación que se realiza mediante enlaces en contenidos de las redes sociales (Facebook atrajo 29.676, Youtube, 2.499 y Twitter, 6.457 visitantes). Con esto se logró un alto ranking en el buscador de Google, el cual atrajo un total de 95.393 visitantes: esto

indica que la página web apareció dentro de los primeros resultados cuando la gente buscó algún tema relacionado con el proyecto, por lo que obtuvo un muy buen posicionamiento.

## 2.3 Protección, seguridad ciudadana y atención a emergencias

### 2.3.1 Sistema de seguridad urbana y número único de emergencias

La Alcaldía de Medellín, a través de la Empresa de Seguridad Urbana (ESU), coordina el Sistema Integrado de Emergencias y Seguridad Metropolitano (SIES-M), que es una estrategia sistémica de convergencia interinstitucional entre los organismos de seguridad y emergencias del Estado e integra diferentes componentes como: seguridad ciudadana, movilidad, prevención y atención de desastres, salud y emergencias médicas.<sup>20</sup>

Los ciudadanos pueden acceder al SIES-M a través del número único de seguridad y emergencia 123, que cuenta con 60 líneas a través de las cuales se recibe un promedio de 30.000 llamadas diarias.

### 2.3.2 Seguridad en línea.com

Con el propósito de que los procesos de denuncia sean más fáciles, rápidos, cómodos y cercanos para los ciudadanos, la Alcaldía de Medellín puso en funcionamiento en agosto de 2013, el primer sistema integral de denuncia digital en Colombia. Esta estrategia integral busca acercar el proceso de denuncia al ciudadano, la que se constituye en el principal insumo que tienen los organismos de seguridad y justicia para individualizar y judicializar. El sistema cuenta con 20.000<sup>21</sup> usuarios en la actualidad.

<sup>20</sup> Empresa para la Seguridad Urbana (ESU), "SIES", Medellín.

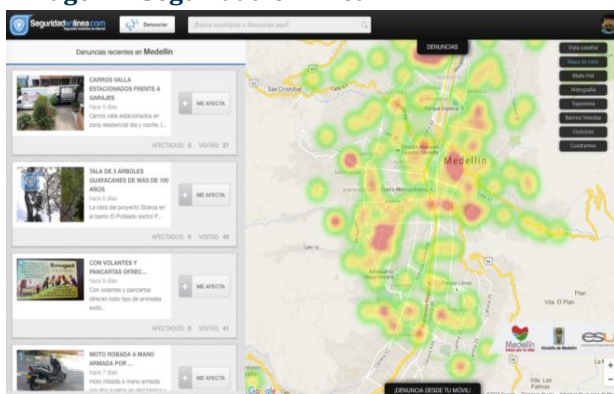
Disponible en:

<http://www.esu.com.co/esu/index.php/es/portafolio/sistemas-integrados-de-seguridad/sies>

<sup>21</sup> Informe de Gestión, Alcaldía de Medellín, 2014, Disponible en:

<https://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://0b7c049660dc0cbb3972d4add7cb7eb9>

**Imagen 4. Seguridad en línea**



Fuente: Portal Web [www.Seguridadenlinea.com](http://www.Seguridadenlinea.com)

Hasta 2014, la aplicación generó buenos créditos a la estrategia de seguridad planeada por la Alcaldía de Medellín, así:

- En 2014 seguridad en línea recibió, de manera formal en Medellín 499 denuncias por inasistencia alimentaria, 398 por violencia intrafamiliar, 2.324 denuncias por hurto a personas, 581 por hurto a establecimientos de comercio, 479 por hurto de automotores o partes esenciales de los mismos y 225 denuncias por hurto a residencias.
- En 2014 se recibieron 11.118 denuncias anónimas, para generar un total de 15.936, entre anónimas y penales.

### 2.3.3 Sistema de videovigilancia

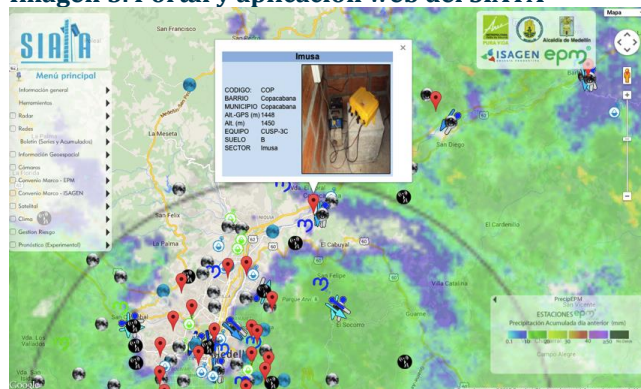
El sistema de videovigilancia cuenta con 823 cámaras distribuidas en toda la ciudad de Medellín. Cada cámara cubre 120 metros de radio de acción de alta calidad y el 40% de ellas está concentrado en zonas de mayor riesgo de delito. Las cámaras son de alta definición (HD), cuentan con zoom óptico de hasta 22X y están enlazadas por fibra óptica y radio frecuencias con una captura de 30 cuadros por segundo para video IP.

## 2.4 Medio ambiente

### 2.4.1 Sistema de Alertas Tempranas (SIATA)

El Sistema de Alertas Tempranas (SIATA) es un proyecto entre instituciones públicas, como el Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo (DAGRED) de la ciudad, y las empresas privadas, las Empresas Públicas de Medellín (EPM) y la empresa de generación y comercialización de energía ISAGEN. El sistema constituye una de las principales estrategias de gestión de riesgo con las que cuentan el DAGRED y los Consejos Municipales de Gestión del Riesgo (CMGR) de los diferentes municipios de la región.

**Imagen 5. Portal y aplicación web del SIATA**



Fuente: SIATA Medellín.

El objetivo principal del proyecto es alertar de manera oportuna a la comunidad sobre la probabilidad de ocurrencia de un evento hidrometeorológico extremo que pueda generar una situación de emergencia y así reducir su impacto mediante la implementación de medidas de respuesta ante una amenaza inminente. Adicionalmente, el SIATA tiene como objetivos el monitoreo de las cuencas y microcuencas hidrográficas en tiempo real, y la modelación hidrológica y meteorológica regional, a fin de generar información vital para la gestión ambiental y de riesgo.

En la actualidad el Sistema de Alerta Temprana cuenta con diversas redes para el monitoreo de la lluvia (71 sensores), las variables meteorológicas, como temperatura y dirección y velocidad del viento (siete estaciones), el nivel de

las quebradas (ocho sensores) y la humedad del suelo (en calibración). Además cuenta con una red de cámaras en live streaming (siete cámaras). Con la información generada a partir de estas redes y junto con la información del radar hidrometeorológico (instalado en Santa Elena) se generan alertas a la comunidad sobre la posible ocurrencia de un evento que pueda generar una emergencia.

## 2.4.2 Red de monitoreo de ruido ambiental

La red de ruido del Área Metropolitana del Valle de Aburrá tiene como responsabilidad manejar, analizar y publicar los datos generados por las ocho estaciones de monitoreo que miden minuto a minuto durante las 24 horas del día los niveles de presión sonora en cinco municipios de su jurisdicción.

La red cuenta con siete estaciones fijas de monitoreo de ruido ambiental y una estación móvil, todas ubicadas a lo largo del Valle de Aburrá. Dos de ellas operan desde el año 2009 y las otras seis fueron adquiridas en 2011.<sup>22</sup>

## 2.5 Eficiencia energética

### 2.5.1 Piloto en redes eléctricas inteligentes

Desde 2010 en Colombia se viene trabajando en la conceptualización de las redes eléctricas inteligentes y en los puntos estratégicos a resolver en el país, como parte del programa “Colombia Inteligente”.<sup>23</sup>

Particularmente la ciudad de Medellín destinará en 2016 unos US\$10 millones para transferencia

<sup>22</sup> Politécnico Colombiano, Informe de gestión de la información de la red de ruido del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/IsdocRuido/CA%20243%20Gestion%20informacion%20red%20ruido%20%20Junio.pdf>.

<sup>23</sup> Colombia Inteligente: Medellín. Disponible en: <http://www.colombiainteligente.com.co/>. Colombia Inteligente es el marco estratégico intersectorial que propone lineamientos y métricas de seguimiento de una ruta hacia un sector eléctrico eficiente y sostenible que contemple una operación confiable y segura de la red eléctrica.

tecnológica en el tema de redes eléctricas inteligentes (*smart grids*). Como parte de este programa, se encuentra el favorecimiento del desarrollo del ecosistema de energía, que ha generado innovaciones de sistemas de gestión de medida multiservicios y multiprotocolo. El proyecto insignia hasta el momento es el de medidores prepago de electricidad, que en una fase posterior también se aplicará para gas y agua. La compañía tiene 120.000 medidores instalados en la ciudad, destinados a sectores de bajos recursos con alta penetración de micropagos, que en promedio hacen siete recargas al mes de alrededor de US\$7 millones.

## 2.6 Interacción con el ciudadano y mecanismos de comunicación

### 2.6.1 Portal de co-creación: MiMedellín

Imagen 6. Portal MiMedellín



Fuente: Portal MiMedellín

MiMedellín es una plataforma de co-creación ciudadana en donde las ideas y la inspiración de todos forman parte de la transformación de la ciudad. En menos de dos años de funcionamiento, ha logrado captar más de 13.000 ciudadanos y cerca de 8.000 ideas.

Los ciudadanos de Medellín y del mundo son invitados a participar en la formulación de nuevas ideas y proyectos que respondan a cada uno de los temas publicados a través del sitio web [www.MiMedellin.org](http://www.MiMedellin.org). Mediante el uso de tecnologías sociales, los ciudadanos tienen la

capacidad de votar, filtrar, comentar y compartir las ideas de los demás. Por un lado, los autores y las ideas más votadas son identificados y reconocidos públicamente al final de cada una de las temporadas. Por el otro lado, las ideas finalistas son tenidas en cuenta por los responsables de ejecutar los proyectos que transforman la ciudad.

Esta iniciativa ha sido reconocida por la Organización de Estados Americanos (OEA) con el Premio Interamericano a la Innovación para la Gestión Pública Efectiva, donde ocupó el primer lugar en la categoría Gobierno Abierto y Acceso a la Información en 2015.

### **2.6.2 Portal Alcaldía de Medellín**

El portal de la Alcaldía de Medellín tiene como objetivo ser el canal único de interacción entre el ciudadano y la administración municipal, como mecanismo de comunicación y divulgación de las diferentes políticas públicas de inclusión del gobierno municipal. De esta manera, su principal objetivo es mejorar, a través de la divulgación en línea, la calidad de vida de los habitantes del municipio, razón por la cual el portal ofrece la posibilidad de acceso a trámites, programas y proyectos de las secretarías para cada una de las áreas que se mencionan en el cuadro 2.<sup>24</sup>

---

<sup>24</sup> Portal de la Alcaldía de Medellín. Disponible en:  
<https://www.medellin.gov.co/irj/portal/medellin>

**Cuadro 2. Trámites que pueden realizarse en el portal de la Alcaldía de Medellín**

Dependencia	Nombre del trámite
Atención ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guía de trámites</li> <li>• Programas Casa de gobierno y Más Cerca</li> <li>• Peticiones, quejas, quejas anónimas, reclamos, sugerencias, consultas</li> </ul>
Bienestar y desarrollo social	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portafolio de servicios de la Secretaría de Bienestar Social</li> </ul>
Contratación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inscripción de proponentes</li> <li>• Consulta de facturas</li> <li>• Contrataciones directas</li> <li>• Informe mensual de contratación</li> <li>• Licitaciones públicas</li> <li>• Búsqueda de procesos de contratación</li> <li>• Plan de compras, documentos y normas</li> </ul>
Hacienda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pago de impuestos</li> <li>• Listado de pagos contribuyente</li> <li>• Certificado de paz y salvo</li> <li>• Consulta virtual tributaria</li> <li>• Consulta de propiedades</li> <li>• Portafolio de servicios tributarios</li> <li>• Ayudas a usuarios. Pagos en línea</li> </ul>
Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyectos ambientales educativos</li> <li>• Índice de proyectos ambientales escolares</li> </ul>
Movilidad y transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta de fotodetecciones</li> <li>• Estado de cuenta y pago de multas</li> <li>• Consulta de vehículos exentos</li> <li>• Información de trámites (vehículos: automóvil y moto)</li> <li>• Formatos para trámites (vehículos: automóvil y moto)</li> <li>• Instrucciones para trámites (vehículos: automóvil y moto)</li> <li>• Datos de licencia suspendida</li> <li>• Estado de trámites</li> <li>• Comparendos pagados</li> <li>• Historial conductor</li> <li>• Estado del vehículo</li> <li>• Consulta y validación de licencia de tránsito</li> <li>• Consulta de estado del ciudadano en el RUNT<sup>a</sup></li> <li>• Verificación de la tarjeta de operación</li> <li>• Entrega de vehículos inmovilizados</li> <li>• Audiencias</li> <li>• Consulta de actos administrativos</li> </ul>
Planeación municipal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trámites de licencias para construcción</li> <li>• Realizar cálculos topográficos y registrar proponentes</li> <li>• Administrar cálculos topográficos</li> <li>• Mapas del plan de ordenamiento territorial</li> <li>• Mapas de Medellín</li> <li>• Observatorio de políticas públicas</li> <li>• Georreferenciación de bienes inmuebles</li> <li>• Licencias de espacio público</li> <li>• Solicitud de bienes inmuebles en comodatos</li> <li>• Realizar cálculos topográficos</li> </ul>
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regimen subsidiado</li> <li>• Encuesta SISBÉN</li> </ul>

Fuente: Portal Alcaldía de Medellín

Nota: <sup>a</sup> RUNT es un sistema centralizado, el cual se utiliza para registrar, autorizar, validar y mantener una base de datos actualizada en torno a los vehículos, conductores, licencias de tránsito, empresas vinculadas con el sector del transporte, infracciones, seguros, remolques, accidentes de tránsito, maquinaria agrícola y de construcción.

### **2.6.3 Redes sociales: Web 2.0 Alcaldía de Medellín**

La Alcaldía de Medellín implementó una estrategia de redes sociales que establece un trabajo integral en Twitter, Facebook, Flickr, YouTube e Instagram. Durante 2014 se publicaron 62.136 contenidos en múltiples formatos, que llevaron diferentes mensajes informativos, de respuesta y pedagógicos a la comunidad que sigue a la Alcaldía de Medellín. Las interacciones se mantuvieron en español, inglés y francés.

Los videos subidos a Youtube tuvieron 446.617 reproducciones en 193 países. Adicionalmente, las fotos alojadas en la red social Flickr alcanzaron las 589.284 visitas, lo que demuestra la importancia de las redes sociales para visibilizar la transformación que vive Medellín.

Durante 2014 la Alcaldía de Medellín logró sumar a su comunidad virtual a 149.616 nuevos seguidores, siendo Twitter la red social con mayor crecimiento en todo el año.

### **2.6.4 Canales de televisión regional**

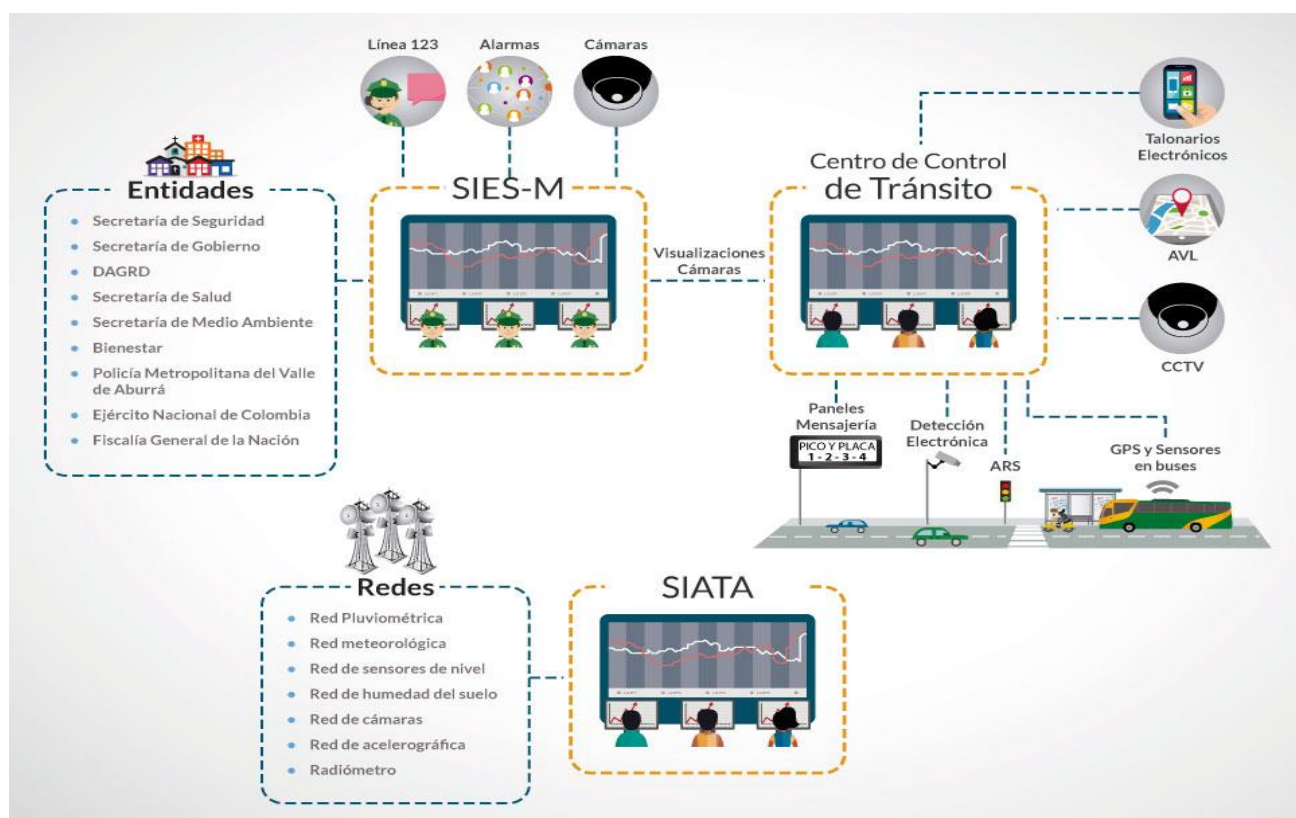
Telemedellín es un canal local de televisión de carácter público, sin ánimo de lucro, de señal abierta, cuyo socio principal es la Alcaldía de Medellín. Su objeto de desarrollo es la vida de la ciudad y su Área Metropolitana, por lo que genera un espacio de participación y cultura ciudadana. En programas de TV como “La Movida”, la Secretaría de Movilidad de Medellín presenta información de servicio, proyectos de educación vial y campañas para la ciudadanía, entre otros. Por último en “Medellin, Ciudad Segura”, programa de la Secretaría de Seguridad de Medellín, se dan a conocer los avances de la estrategia integral de seguridad y convivencia.

## **3. Configuración del sistema**

### **3.1 Descripción general**

En la configuración de las soluciones que implementó la Ciudad de Medellín en ciudades inteligentes, hay tres proyectos principales que agrupan cada uno servicios: movilidad, seguridad y medio ambiente, los cuales están ligados a sistemas de información y mecanismos de comunicación. A continuación se presentan las configuraciones técnicas de cada servicio de ciudad inteligente.

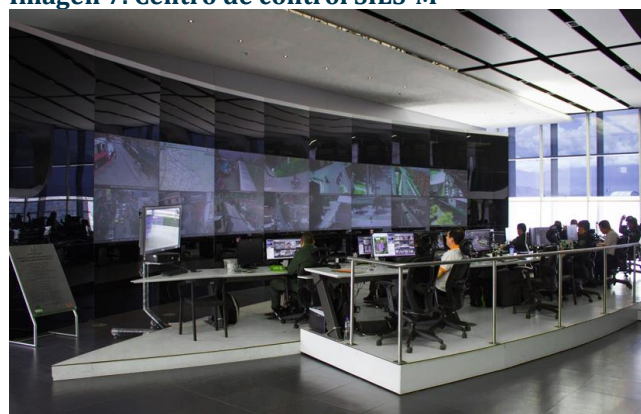
**Gráfico 1. Configuración del sistema**



Fuente: Elaboración propia.

**a. El Sistema Integrado de Emergencias y Seguridad Metropolitano (SIES-M)** integra en un único centro de operaciones a representantes de más de 10 diferentes agencias de gobierno, y entidades adscritas para la atención de emergencias. Se conecta a través del sistema de información para la atención de incidentes, el Subsistema 123 (positrón). El proceso inicia con el reporte de los usuarios a través de una llamada, las alarmas comunitarias o la red de cooperantes, de inmediato estos informes son registrados en los módulos de recepción y se tramita a través de la entidad competente para cada caso.

**Imagen 7. Centro de control SIES-M**



Fuente: Secretaría de Movilidad de Medellín

**b. El Sistema de Alertas Tempranas (SIATA)** integra la información de más de 100 sensores en siete diferentes tipos de redes para la captura de información ambiental. Las redes son: red hidrometeorológica, red de sensores de nivel, red de humedad del suelo, radar meteorológico, red acelerográfica, red de calidad del aire y red del río.<sup>25</sup>

Actualmente el SIATA se comunica con las

<sup>25</sup>, Sistema de Alertas Tempranas (SIATA). Disponible en: <http://siata.gov.co/newpage/web/nosotros.php>

entidades de gestión de riesgo a través de alertas enviadas a líderes que conforman la red por mensajes de texto, correos electrónicos, implementación de una aplicación y comunicación directa, dependiendo del nivel de criticidad de los eventos.

**Imagen 8. SIATA**



*Fuente: SIATA Medellín*

**c. El Centro de Control de Tránsito** emplea tecnología ITS, monitoreo logístico, sistemas predictivos, sistemas de comunicación al ciudadano y servicios descentralizados. Este centro de control funciona dentro de las instalaciones de la Secretaría de Movilidad, con infraestructura tecnológica y física diseñada para proyectarlo como el eje que puede integrar cada vez más servicios de movilidad y servicios de ciudad. Actualmente está integrado con el sistema de atención de emergencias para atender los casos relacionados con incidentes de tránsito, y tiene acceso a visualizar las cámaras de seguridad.

Los servicios de ciudad inteligente que se integran en el centro de control ofrecen la oportunidad de monitorear y actuar en tiempo real.

**Imagen 9. Centro de Control de Tránsito**



*Fuente: Secretaría de Movilidad de Medellín*

### **3.2 Centro de Control de Tránsito: Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín**

Dentro de los objetivos sociales que motivaron la implementación del SIMM se encuentran disminuir los índices de infraccionalidad y de accidentalidad, mejorar la movilidad y disminuir la contaminación y el consumo de combustibles.

Estos se traducen en los siguientes objetivos técnicos: oportunidad en la atención de incidentes, control del transporte público, información oportuna a la ciudadanía y monitoreo y análisis del flujo vehicular en tiempo real.

#### **3.1.1. Historia**

La implementación del centro de control nace del proceso de modernización que emprende la Secretaría de Movilidad desde 2002 con la implementación de soluciones tecnológicas. En 2006 la entidad realiza un convenio interadministrativo con una empresa mixta del Estado, para la modernización y optimización de la gestión de los servicios administrativos de la Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín (STTM).

Dadas las necesidades en materia de movilidad planteadas por la Secretaría de Transportes y Tránsito, el 30 diciembre de 2010 se firmó una ampliación del Convenio Interadministrativo, por medio de la cual se incluían dentro de las

obligaciones contractuales aquellas concernientes a implementar y a poner en operación hasta 2025 el Sistema Inteligente de Movilidad.

### 3.1.2 Componentes

El Centro de Control de Tránsito trabaja las 24 horas del día, los 365 días del año y cuenta con recursos humanos que trabajan en la planeación, operación y análisis de la movilidad de la ciudad.

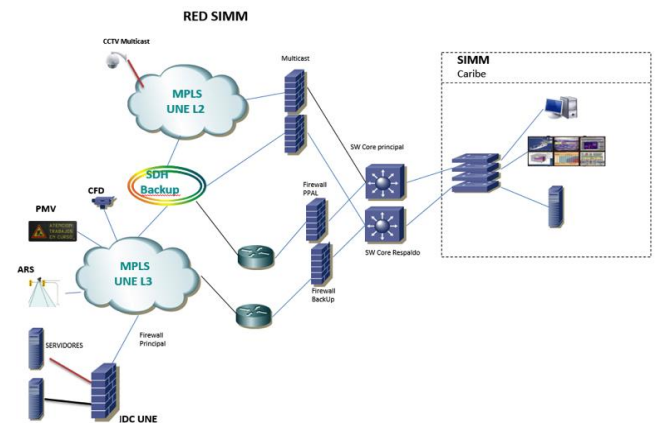
El CCT realiza la gestión de los siguientes componentes:

- Circuito cerrado de televisión (CCTV).
- Mensajería variable (PMV).
- Apoyo a la red semafórica (ARS).
- Localización automática de vehículos (*automatic vehicle location*, AVL): tecnología de localización instalada en todos los vehículos de la Secretaría de Movilidad de Medellín.
- Sistema de gestión de incidentes de tránsito.
- Software central que permite la operación integrada de todos los componentes.

El modelo de gestión que adoptó el CCT se basa en la gestión de las alertas provenientes de los componentes que disparan la ejecución de sus tareas y en la operación integrada para optimizar los tiempos de actuación y ofrecer un servicio de calidad a la ciudad. Para la gestión de la movilidad se realiza el proceso de detección, verificación, despacho y atención de incidentes de tránsito mediante el software central. Este permite la operación integrada de todos los componentes, gracias a una interfaz gráfica que hace posible su interacción a través de un mapa georreferenciado, donde se unifica y estandariza el manejo de alertas y alarmas, claves para la gestión de la movilidad.

### 3.1.3 Arquitectura del sistema

Gráfico 2. Arquitectura del sistema



Fuente: Informe Técnico SIMM.

La solución tecnológica del Centro de Control de Tránsito se apoya en infraestructuras que cuentan con especificaciones requeridas por el fabricante de cada subsistema o periférico.

Para la operación hay implementados servicios de red LAN y WAN, plataformas de seguridad, servidores de aplicación y de bases de datos, servicios de almacenamiento y monitoreo de cada elemento de tecnología de la información (TI). Además, se cuenta con un personal capacitado compuesto por 40 personas, para atender eventos en la infraestructura tecnológica las 24 horas los 365 días del año.

La Secretaría de Movilidad tiene diferentes sedes de atención a la ciudadanía que están comunicadas a través de fibra óptica. Este servicio se implementa sobre una red MPLS y ofrece redundancia porque está configurado en anillos.

Todos los elementos críticos de la red están configurados en alta disponibilidad y cuentan con equipos de contingencia que asumen roles de manera automática, lo cual aplica para Switch Core, Firewall, WLC, Routers.

En cuanto a seguridad de TI, la sede principal y los diferentes centros de datos (*data center*) están protegidos con firewall perimetrales que solo permiten el acceso a recursos previamente

autorizados y por puertos estrictamente requeridos para operar. Se emplean diferentes consolas de seguridad, entre ellas antivirus, antiespías, antispam, NAC y agentes instalados en computadores de usuarios, todos los cuales generan alertas que facilitan la identificación de eventos. Adicionalmente se tienen herramientas que se encargan de realizar una actualización controlada de cada uno de los elementos de la infraestructura.

Las aplicaciones, bases de datos y servicios de red se encuentran configurados en clúster; con ello se logra que la operación y los usuarios no se vean afectados cuando un equipo falla lógica o físicamente.

Toda la solución es monitoreada por diferentes consolas que generan alarmas cuando algún equipo no está disponible, cuando el desempeño se ve afectado o cuando los recursos aprovisionados alcanzan los umbrales definidos.

### **3.1.4 Flujo de información**

A continuación se presenta una muestra de los datos que se intercambian entre los subsistemas del Sistema Inteligente de Movilidad.

**Cuadro 3. Flujo de información**

Subsistemas	Subsistema con el que se comunica	Tipo de información
Software central	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistema de fotodetección</li> <li>Sistema de CCTV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de las cámaras.</li> <li>Descripción de las cámaras.</li> <li>Ubicación de las cámaras.</li> <li>Eventos y alarmas detectados automáticamente por las cámaras.</li> <li>Video de las cámaras.</li> </ul>
	Sistema de paneles de mensaje variable (PMV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de los paneles.</li> <li>Descripción de los paneles.</li> <li>Ubicación de los paneles.</li> <li>Mensajes desplegados en los paneles.</li> <li>Errores de los paneles.</li> </ul>
	Sistema de gestión de datos para el control al transporte público colectivo (TPC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación de los vehículos.</li> <li>Eventos y alarmas configurados.</li> </ul>
	Sistema atención de incidentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipos de incidentes.</li> <li>Estado de los incidentes.</li> <li>Ubicación de los incidentes.</li> <li>Descripción y ubicación de los recursos.</li> </ul>
	Sistema de localización automática de vehículos (AVL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de los AVL.</li> <li>Descripción de los AVL.</li> <li>Ubicación de los AVL.</li> </ul>
Sistema de fotodetección	Central de semáforos y/o controladores de tráfico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fases de semáforos.</li> </ul>
	Qx tránsito	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evidencias de contravenciones.</li> </ul>
Sistema de PMV	Sistema de CCTV	<ul style="list-style-type: none"> <li>Información de eventos y alarmas.</li> </ul>
Sistema de gestión de datos para el transporte público colectivo	Sistema de Empresas de Transporte / Integradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parámetros operación del TPC.</li> </ul>
	Qx tránsito	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evidencias de contravenciones.</li> </ul>
Sistema de positrón	Sistema de CCTV	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación de las cámaras.</li> </ul>
	Sistema de AVL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de los AVL.</li> <li>Descripción de los AVL.</li> <li>Ubicación de los AVL.</li> </ul>
Semáforos (unidades detectoras y equipos de captura de información de las unidades detectoras)	Software y aplicaciones de semaforización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de las unidades detectoras y equipos de captura.</li> <li>Datos de las mediciones de las unidades detectoras y los equipos de captura.</li> </ul>

Fuente: Sistema Inteligente de Movilidad.

### 3.3 Centro de control de seguridad y de atención de emergencias (SIES-M)

El SIES-M está conformado por varios subsistemas y entidades que trabajan en torno al Sistema 123. Este integra la logística y tecnología de más de 10 agencias y varios subsistemas de seguridad y convivencia de la siguiente manera:

- Los subsistemas tecnológicos incluidos son: 123, video-vigilancia, alarmas comunitarias, red de cooperantes y salas Centros de Información Estratégica Policial Seccional (CIEPS).
- Las Secretarías del Municipio de Medellín que forman parte del sistema y apoyan los programas de cada uno de los componentes son: Seguridad, Tránsito, Salud, Departamento Administrativo de Gestión de Riesgos de Desastres (DAGRED), Gobierno, Medio Ambiente y Bienestar Social.
- Las instituciones que conforman la operación del sistema son: Policía Metropolitana del Valle de Aburrá, Ejército Nacional de Colombia, Fuerza Aérea Colombiana, Fiscalía General de la Nación y Metrosalud; como aliado tecnológico y logístico se encuentra la Empresa de Seguridad Urbana (ESU).
- El SIES-M funciona gracias a los servicios que prestan diferentes sistemas de información: Sistema de Información de Seguridad y Convivencia (SISC), Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM), Sistemas de Emergencias Médicas (SEM), Centro Regulador de Urgencias y Emergencias (CRUE), Espacio Público, Bomberos, 123 Ambiental y 123 Social.
- Los sistemas tecnológicos complementarios usados para mejorar la operación, el control y la unificación de esfuerzos son los siguientes: Integración de Sistemas de Seguridad, Streaming Cooperante, Centro de Control Automático Vehicular (CCAV-S) y Centro

de Control, Comunicaciones y Cómputo (C4).

### 3.4 Sistema de Alertas Tempranas (SIATA)

El SIATA de Medellín y el Valle de Aburrá es un proyecto de ciencia y tecnología para la gestión de riesgos. El sistema tiene como objetivo integrador generar alertas oportunas y anticipadas a los organismos de atención y prevención de desastres y a la comunidad vulnerable ante la probabilidad de ocurrencia de condiciones hidrometeorológicas extremas que amenacen la vida de la población, la vivienda, y que atenten contra la calidad de vida. Dicho objetivo se logra mediante la ejecución de dos macrotareas fundamentales: el monitoreo ininterrumpido y en tiempo real de las diferentes variables hidrológicas y meteorológicas, y el desarrollo de modelos numéricos de pronóstico.

SIATA es un proyecto pionero en Colombia. Para crear esta iniciativa se unieron el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Alcaldía de Medellín; además el proyecto recibe apoyo de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) e ISAGEN. Desde 2010 el Valle de Aburrá cuenta con redes de monitoreo meteorológico e hidrológico que generan información vital para la gestión ambiental: se trata de más de 160 sensores que componen nueve redes de seguimiento. Estas redes entregan información en tiempo real y cubren desde Barbosa hasta Caldas, y permite caracterizar los eventos de lluvia, el nivel de algunas quebradas y del Río Medellín, las condiciones atmosféricas e incluso la humedad y movimiento que se presentan en algunas laderas del territorio.

La información está disponible para toda la comunidad en el Geoportal [www.siata.gov.co](http://www.siata.gov.co) y en la aplicación para dispositivos móviles SIATA; además se puede encontrar información en las redes sociales.

### 3.5 Sistemas de campo

La siguiente es la descripción general de los dispositivos en campo que componen el sistema. El detalle técnico se encuentra en el Anexo A.

**Cuadro 4. Componentes en campo: sensores**

Movilidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) - movilidad: 80 cámaras.</li> <li>• Cámaras de fotodetección electrónica: 40 cámaras instaladas en 70 puntos.</li> <li>• Cámara móvil de detección electrónica: 1 para detección de mal parqueo.</li> <li>• Paneles de mensajería variable: 22.</li> <li>• Optimización de semáforos: 120 cámaras tipo DVS con software de analítica de video en 21 intersecciones semaforizadas.</li> <li>• Componente tecnológico en los buses: GPS y sensores de puertas, conteo de pasajeros y velocidad en 3.800 buses.</li> <li>• Talonarios electrónicos: 160 ayudantes personales digitales (PDA, por sus siglas en inglés) para el registro electrónico de multas.</li> <li>• Dispositivos AVL destinados para las actividades de geolocalización de vehículos de la Secretaría de Movilidad de Medellín.</li> </ul>
Medio ambiente (SIATA)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Red pluviométrica:</b> 71 estaciones envían en tiempo real la información pluviométrica.</li> <li>• <b>Red meteorológica:</b> siete sensores que conforman esta red monitorean la temperatura, la humedad relativa del ambiente y la dirección y velocidad del viento.</li> <li>• <b>Red de sensores</b> de nivel: ocho sensores ubicados sobre algunas de las cuencas más importantes del Valle de Aburrá.</li> <li>• <b>Red de humedad</b> del suelo: 33 estaciones de humedad.</li> </ul>

- **Red de cámaras:** siete cámaras para información sobre nubosidad.
- **Red de acelerográfica:** 30 sensores en Medellín y su área metropolitana.
- **Otras redes:** red pluviométrica de EPM, red de Calidad de Aire del Área Metropolitana (REDAIRE) y Red de Calidad de Agua (REDRIO).
- **Radiómetro:** se encarga de monitorear la estructura vertical de la atmósfera mediante la medición de variables como temperatura, humedad y cantidad de agua en ella.

#### Seguridad y emergencias (SIES-M)

- 823 cámaras de seguridad de CCTV.
- 500 alarmas comunitarias<sup>26</sup> que facilitan la reacción policial. Incluyen sirenas y botones de pánico para enviar señales de alerta a las autoridades.
- Localización automática de vehículos (AVL): permite la localización automática de vehículos y efectivos policiales por medio de GPS, para garantizar mayor coordinación y efectividad en las labores de seguridad de los 411 cuadrantes de policía en la ciudad.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6 Subsistemas y funciones

**Cuadro 5. Subsistemas y funciones**

Transporte y movilidad urbana
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de Detección Electrónica de Infractores (DEI).</li> <li>• Control al transporte público colectivo (TPC).</li> <li>• Circuito cerrado de televisión (CCTV).</li> <li>• Apoyo a la planeación de la red semafórica (ARS).</li> <li>• Software especializado en planeación (LISA).</li> <li>• Paneles de mensajería variable.</li> <li>• Software central.</li> <li>• Sistema gestor de incidentes.</li> </ul>

<sup>26</sup> Alarmas comunitarias: en conjunto con la Policía Comunitaria se establecen las redes de buena vecindad o Frentes de Seguridad Ciudadano. Están conformadas por los vecinos en los barrios, donde se instala un sistema de alarmas que se activan con pulsadores inalámbricos.

- Software de programación de agentes de tránsito, policía de tránsito, gestores pedagógicos universitarios de tránsito y recursos logísticos.

#### Seguridad y respuesta a emergencias

- Subsistema 123
- Subsistema de videovigilancia
- Subsistema de alarmas comunitarias
- Seguridad en línea.com

#### Medio ambiente

- SIATA
- Versión para móviles
- Correos electrónicos, WhatsApp y ChatBlackberry

Fuente: Sistema Inteligente de Movilidad.

### 3.7 Generación de conocimiento: inteligencia de negocios y sistemas de analítica de datos

Toda la información procesada por los diferentes sistemas es objeto de análisis en las entidades, mediante herramientas de inteligencia de negocios, *big data* o gestión de conocimiento, área en la cual todavía Medellín tiene mucho por recorrer.

En el tema de seguridad, la tercera generación de seguridad en línea, mediante el trabajo realizado por un software de inteligencia artificial, pretende realizar un cruce de información con las denuncias realizadas por los ciudadanos para encontrar coincidencias en delitos cometidos a través de información como placas de vehículos, números de cédulas, números telefónicos, el nombre de una persona, entre otros. Además, se busca apoyar a investigadores y fiscales, suministrándoles información sobre delitos que se estén denunciando a través de seguridad en línea.<sup>27</sup>

En el Centro de Control de Tránsito, la operación va más allá de la atención en línea de incidentes: para ello cuenta con personal especializado en el

<sup>27</sup> Empresa de Seguridad Urbana, ESU; 2014. Disponible en: <http://www.esu.com.co>

área de tránsito y transporte, que procesa la información que generan los diferentes componentes, a fin de realizar estudios de planeación semafórica, cambios de sentidos vehiculares, saturación de vías, identificación de zonas de mayor accidentalidad, actores críticos y planes de tránsito, entre otras, para generar propuestas que apoyan a la Secretaría de Movilidad en la adopción de políticas de movilidad sostenible. En 2014 se presentaron 24 estudios de optimización semafórica enfocados en la seguridad vial de todos los actores que cruzan por ellas. Asimismo, fueron elaborados 23 estudios sobre estrategias de gestión de tránsito en los que se propusieron diferentes alternativas de solución al problema de movilidad en algunos puntos importantes de la ciudad. Varios de esos diagnósticos han sido implementados y se espera ampliar la cobertura de los estudios para encontrar soluciones acordes con la dinámica de la ciudad.

El comportamiento de la información del SIATA es en tiempo real, los sensores de cada tipo de red son los encargados de normalizar variables asociadas a los modelos de lluvia, cuencas, caudales y estaciones. Los resultados arrojados conforman una base de datos, los cuales son procesados con un software inteligente para generar las alertas o informes correspondientes. No obstante, las alertas son interpretadas por el equipo que lidera el proyecto, de manera que la analítica final de datos corre por cuenta del personal especializado.<sup>28</sup>

## 4. Estructura organizacional

### 4.1 Modelo de gobierno

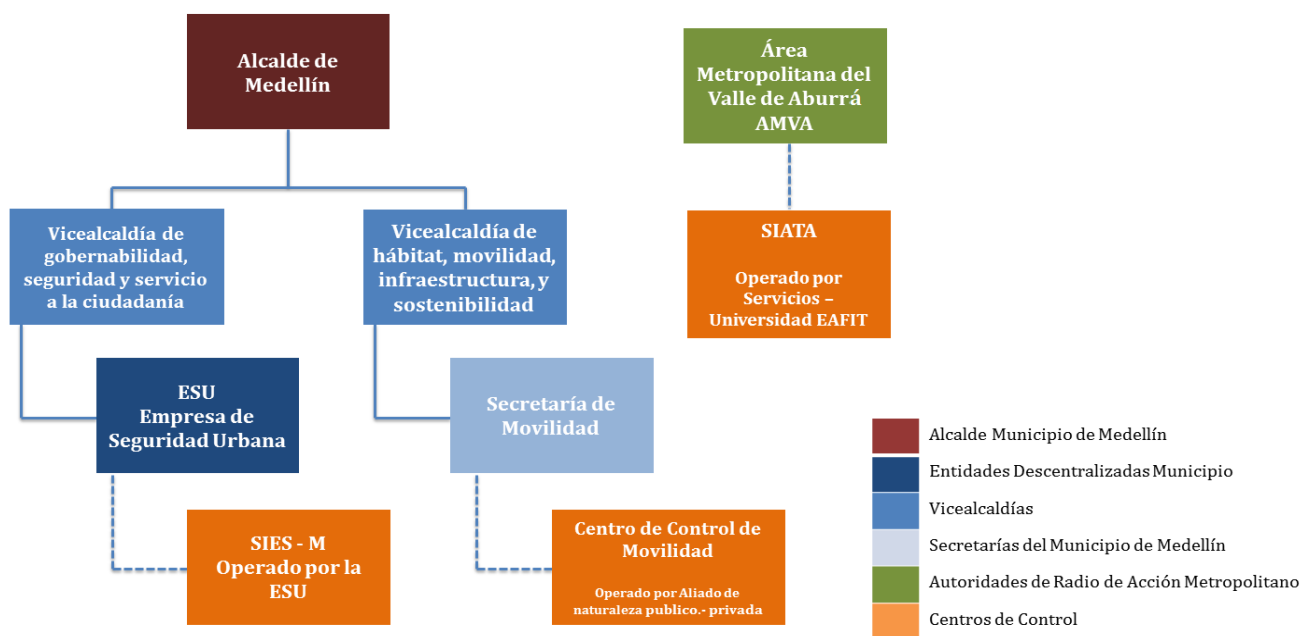
En el gráfico 3 se identifican las entidades a las que se encuentran adscritas los tres principales

<sup>28</sup> Informe Ejecutivo SIATA, SIATA, 2013. Disponible en: <http://www.sabaneta.gov.co/institucional/DocumentosMunicipio/SIATA%20-%20Sistema%20de%20Alerta%20Temprana%20de%20Medell%C3%ADn.pdf>

sistemas de servicios de ciudad inteligente de Medellín. Dos son de carácter municipal (SIES-M y Centro de Control de Tránsito), y uno es de carácter metropolitano (SIATA).

Las secretarías del Municipio de Medellín que forman parte del sistema y apoyan los programas de cada uno de los componentes son las siguientes: Seguridad, Transito, Salud, DAGRED,

**Gráfico 3. Organigrama y jerarquía de entes públicos**



Fuente: Alcaldía de Medellín.

El Centro de Control de Tránsito depende de la Secretaría de Movilidad de Medellín, que pertenece a la Vicealcaldía de Hábitat, Movilidad, Infraestructura y Sostenibilidad, la cual está a su vez adscrita directamente a la Alcaldía de la ciudad. El centro de control es operado por un concesionario de naturaleza mixta (público-privado) que tiene un equipo de 40 personas que se distribuyen en las siguientes áreas: i) Investigación, desarrollo e innovación, ii) Operación, iii) Información, iv) Tecnología, v) Administración. Estas áreas operan de manera integrada con la Secretaría, que cuenta con Supervisores de Agentes de Tránsito de forma permanente en la central de control a fin de coordinar la atención en la vía.

El SIES-M está conformado por varios subsistemas y entidades que trabajan en torno al Sistema 123, como parte fundamental del contacto ciudadano con los entes de emergencias y seguridad.

Gobierno, Medio Ambiente y Bienestar Social. Además las siguientes áreas cuentan con la designación de expertos: i) Sistemas de localización automática vehicular (AVL), ii) Portales de seguridad en línea, iii) Soluciones de circuito cerrado de televisión (CCTV), iv) Sistemas de control de acceso/visitantes, v). Sistemas de control de activos e intrusión, vi). Soluciones detección/extinción de incendios, y vii) Gestión y automatización de edificios.

El SIATA es un proyecto del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), que es la autoridad ambiental para los municipios que la conforman (Medellín, Caldas, La Estrella, Itagüí, Sabaneta, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa). El Área Metropolitana delega en la Universidad EAFIT, universidad privada de Medellín, la operación del SIATA, mediante la designación de 15 expertos en las siguientes áreas: i) Mantenimiento, ii) Sistemas integrados de información, iii) Desarrollo de sensores y telemetría, iv) Calidad,

v) Operaciones, vi) Modelación meteorológica, vii) Modelación hidrológica, y viii) Comunicaciones y educación.

## 4.2 Sistema de costos: presupuesto anual, inversiones, costos de operación

La inversión inicial del proyecto del Sistema Inteligente de Movilidad fue de \$34.780 millones (lo cual equivale a US\$11,2 millones). Esta inversión está representada principalmente por el componente de detección electrónica en un 43% y por el centro de control en un 24,4%.

Durante los 15 años del Proyecto de Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín, la inversión asciende a \$79.600 millones en valores corrientes (lo cual equivale a US\$27,4 millones).

En 2014 los costos de operación anual del Sistema Inteligente de Movilidad fueron unos \$25.231 millones (equivalente a US\$8,13 millones). Los gastos del proyecto aumentan en promedio alrededor de un 4% anual.

Si bien el valor de este tipo de contrato es indeterminado puede ser determinable. Esto se debe a que se utiliza como fuente de ingreso el porcentaje de los derechos económicos de las tarifas cedidas por la ciudad en favor de la empresa privada durante las fases de operación, actualización y mantenimiento del contrato.

Este valor efectivo remunera todos los costos y gastos –directos e indirectos– en que incurra el concesionario por la celebración y ejecución del contrato: los impuestos, tasas y contribuciones que se causen por su ejecución (o con ocasión de la suscripción), los costos financieros, la remuneración del capital invertido, las utilidades del concesionario y, en general, incluye el valor de la contraprestación por el cumplimiento de todas las obligaciones que adquiere el concesionario en virtud del contrato.

El componente de monitoreo a través del SIATA, cuenta con aportes por US\$1 millón durante cinco años, de empresas públicas y privadas, como Empresas Públicas de Medellín e ISAGEN, las cuales se han vinculado al sistema como parte de su responsabilidad social empresarial.<sup>29</sup>

Para el SIES-M, la Alcaldía de Medellín, con participación de la Secretaría de Seguridad de la Ciudad, dispone de un presupuesto anual de \$4.350 millones (equivalente a US\$1,4 millones) para efectos de infraestructura y para llevar a cabo la estrategia de seguridad concebida desde el centro de control. Las inversiones del proyecto ascendieron aproximadamente a \$12.000 millones (US\$3,8 millones) en el año 2010.<sup>30</sup>

## 5. Monitoreo y control

### 5.1 Descripción general

En la evaluación realizada no hay muestras de que Medellín cuente con un sistema de indicadores específicos para medir de manera integrada la gestión como ciudad inteligente. Cada una de las dependencias –el SIATA, el SIES-M y el Centro de Control de Movilidad– manejan indicadores específicos sobre su gestión, impacto del uso de los dispositivos en campo, y comparativos en comportamiento de incidentes en años anteriores.

<sup>29</sup> Presupuesto SIATA, Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2013. Disponible en: [http://www.wcdrr.org/uploads/37131\\_candidateinformationspanish.pdf](http://www.wcdrr.org/uploads/37131_candidateinformationspanish.pdf)

<sup>30</sup> Presupuesto de inversión por resultados, Alcaldía de Medellín, 2013. Disponible en: [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Instrumentos%20de%20Seguimiento\\_0/Documentos/2012-2015/PresupuestoPorResultados/PresupuestoPorResultados\\_2013.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpcontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Instrumentos%20de%20Seguimiento_0/Documentos/2012-2015/PresupuestoPorResultados/PresupuestoPorResultados_2013.pdf)

Plan operativo anual de inversiones, Alcaldía de Medellín, 2015. Disponible en: [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/Subportal%20del%20Ciudadano\\_2/PlandeDesarrollo\\_0\\_17/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2015/POAI%202015.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/Subportal%20del%20Ciudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2015/POAI%202015.pdf)

Medellín tiene un sistema de reporte de indicadores que miden la gestión de la ciudad: el portal “Medellín como vamos”.<sup>31</sup> Hasta el momento es un sitio integrado que muestra el balance administrativo, pero en el futuro podría incluir un capítulo especial sobre ciudad inteligente e integrar el impacto de las tecnologías y aplicaciones al servicio de los ciudadanos.

## 5.2 Beneficios generales de la estrategia Medellín Ciudad Inteligente

En el informe de gestión de la Alcaldía de Medellín, 2014 se resaltan los siguientes datos:

- El 59% de la población de Medellín es usuaria de Internet debido a los 510 sitios públicos conectados a Internet libre y gratuito en la ciudad.
- Hay 48 centros comunitarios de acceso a las TIC, denominados Telecentros.<sup>32</sup> Se trata de espacios que permiten a la ciudadanía acceder tanto a Internet, como a formación a través de cursos presenciales en ofimática y cursos virtuales de formación para el trabajo.
- Más de 93 mil personas han participado en talleres y cursos sobre temas de apropiación de tecnología en todas las comunas y en todos los corregimientos de la ciudad.
- Se han desplegado cuatro servicios de ciudad inteligente, 10 aplicaciones para el acceso, la participación, la transacción e interacción de la ciudadanía y 12 portales de ciudad que operan con espacios virtuales destinados a la colaboración entre comunidades.
- 340 mil ciudadanos se han conectado a Internet libre y gratuito, que está disponible en 61 espacios públicos de la ciudad.

<sup>31</sup> Portal Medellín Cómo Vamos, Informe Medellín Cómo Vamos, 2014. Disponible en: <http://www.medellincomovamos.org>

<sup>32</sup> Inclusión Digital en Telecentros. Disponible en: <http://tecnoayudas.com/index.php/inclusion-digital-telecentros>

## 5.3 Medidas cualitativas y cuantitativas para el análisis del beneficio

### 5.3.1 Transporte, movilidad urbana y atención de incidentes

Desde la implementación del Sistema Inteligente de Movilidad en 2010, se registran una serie de resultados, presentados a continuación, que aun pueden ser mejorados y que deben integrarse con políticas para la reducción del uso del vehículo particular y para producir una mejora significativa en el uso del servicio público en óptimas condiciones para todos. La experiencia actual presenta los siguientes resultados:

- Un 24% de reducción en la tasa de incidentes de tránsito por cada 10.000 vehículos en las áreas de influencia de los paneles de mensajería variable (cifra comparativa 2011-2014).
- Un 35% de reducción en la tasa de incidentes de tránsito por cada 10.000 vehículos en área de influencias de las cámaras de fotodetección (cifra comparativa 2010-2014).
- Un 14% de reducción de la tasa de incidentes por cada 10.000 vehículos en toda la ciudad de Medellín (cifra comparativa 2010-2014).
- Un 7% de reducción en tiempo de respuesta a la atención de incidentes de tránsito (cifra comparativa 2010-2014).
- Un 18% de reducción en el porcentaje de incidentes negativos (falsos incidentes) (cifra comparativa 2010-2014).
- Un 74% menos conductores sancionados en accidentes de tránsito por exceder el límite de velocidad (cifra comparativa 2010-2013).
- 193.840 horas de congestión se han ahorrado en 2014 como resultado de la reducción en los tiempos de respuesta en comparación con 2010.
- Un 27% menos de fotodetecciones debidas a exceso de velocidad (cifra comparativa 2012-2013).

- 4 de cada 1.000 vehículos cometen una fotodetección en 2014 comparada con 24 cada 1000 fotodetecciones en 2011.
- Un 8% de incremento en atención de incidentes antes de los 15 minutos (cifra comparativa 2010-2014).
- Un 69% menos de conductores sancionados en accidentes de tránsito por cruzar el semáforo en rojo (cifra comparativa 2010-2013).

### 5.3.2 Protección y seguridad ciudadana

En el año 2014, se han atendido 12.500 casos a través de la línea de emergencia y el monitoreo por el sistema de videovigilancia. Esto ha conllevado a una mejora en los tiempos de respuesta de las emergencia o incidente reportados. Por otra parte se logró posicionar el funcionamiento de la plataforma web Seguridadenlinea.com con 20.000 usuarios.

Los resultados en seguridad no pueden atribuirse solamente a la gestión de los servicios del SIES-M y la red de videovigilancia, pero claramente estos mecanismos han sido un apoyo para integrar los esfuerzos en la reducción de los índices de criminalidad. Los resultados presentados por la alcaldía para 2014 son los siguientes:

- Reducción ostensible en la tasa de homicidios, la cual registró 69,6 homicidios por cada 100.000 habitantes en 2011, 52,3 en 2012, 38,3 en 2013 y 27,0 en 2014.
- Reducción del 20,0% en los casos de violencia intrafamiliar al comparar con la línea base. Se pasó de 5.658 casos en 2011 a 4.524 en 2014.
- Reducción del 40,8% en los casos de hurto de automóviles en comparación con la línea base: de 2.000 casos en 2011 a 1.185 en 2014.
- Un 50% menos en hurtos a entidades financieras: de 8 casos en 2011 a 4 casos en 2014.
- Reducción del 60% en el número de homicidios, si se compara el último año con la línea base: se pasó de 1.649 casos en 2011 a 659 en 2014.

### 5.3.3 Emergencia y respuesta

La renovación de la plataforma tecnológica del Sistema 123, conllevó en 2014 a un mayor porcentaje de recepción de llamadas y a una integración con los sistemas, lo cual pasó de un promedio de atención de un 57% en 2013 a un 80% en 2014.

En 2014 la oportunidad en el tiempo de respuesta de la atención prehospitalaria en caso de urgencias, emergencias y desastres se mantuvo en 14 minutos. Con el apoyo del SIES-M, el desarrollo del programa de apoyo a las redes de atención en salud con énfasis en la red de urgencias, emergencias y desastres, y con una inversión durante el periodo 2012-2014 de \$42.643 millones, se mejoró la oportunidad y calidad en la atención prehospitalaria de las emergencias en la ciudad y se logró una coordinación en la red de urgencias pública y privada, aportando a la disminución de la mortalidad evitable en Medellín.

### 5.3.4 Medio ambiente<sup>33</sup>

El monitoreo de la concentración de material particulado (PM<sub>2,5</sub>) en el aire, se hace actualmente en el Municipio de Medellín, a través de las estaciones que pertenecen a la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. A 2014, la concentración de las partículas suspendidas en el aire menores de 2,5 (mg/m<sup>3</sup>) es 17,9 microgramos por metro cúbico.

Este resultado representa una mejora del 128,5% respecto de la meta programada para 2014.

### 5.3.5 Interacción con el ciudadano

#### 5.3.5.1 Medios de comunicación<sup>34</sup>

El Área Metropolitana, el Municipio de Medellín y Telemedellín se asociaron para crear el primer sistema integral de información sobre el estado

<sup>33</sup> Informe de Gestión, Alcaldía de Medellín, 2014. Disponible en: [https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano\\_2/PlandeDesarrollo\\_0\\_17/Publicaciones/Shared%20Content/Varios/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%20-AlcaldiaMed.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_17/Publicaciones/Shared%20Content/Varios/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%20-AlcaldiaMed.pdf)

<sup>34</sup> Informe de Gestión, Alcaldía de Medellín, 2014. Íbidem.

del tiempo y el clima en tiempo real en Colombia, teniendo como insumo la información científica producida por la SIATA y demás agencias meteorológicas. Para 2014 se realizaron todas las emisiones diarias de manera ininterrumpida en los espacios destinados para este fin, es decir, televisión, página web, redes sociales y aplicaciones especiales para dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas. Al mismo tiempo de manera continua se establecen alianzas con diferentes medios radiales para reproducir los informes que realiza el equipo periodístico de Clima 24/7 durante todo el día. De manera complementaria esta información se actualiza en tiempo real en la página web [www.clima247.gov.co](http://www.clima247.gov.co).

### 5.3.6 Eficiencia energética

A partir del año 2014, se ha intensificado la política del uso de nuevas tecnologías en el alumbrado público de la ciudad, principalmente con la masificación de tecnología led para iluminación urbana de los principales parques y plazoletas. Esto permite:

- Compromiso con el medio ambiente: las luminarias led no contienen mercurio (Hg) ni materiales peligrosos, por lo que su disposición final no implica planes ni procedimientos aplicables a este tipo de elementos, que están contenidos en las bombillas HID convencionales.
- Ahorro de energía: al reponer luminarias de 70W que tienen un gasto real de potencia eléctrica de 81W por luminarias de 40W en tecnología led se aprovecha más del 50% de la energía.

### 5.3.7 Otros beneficios

Los beneficios que transfiere el operador privado a la ciudad se traducen en un porcentaje del total recaudado de acuerdo a las condiciones de la alianza público-privada (APP). En el caso de la Secretaría de Movilidad, la ciudad recibe un porcentaje de los ingresos provenientes de la gestión de cada uno de los trámites de registro de conductores, automóviles, transporte, infracciones manuales, así como los generados por las

fotodetecciones. Como se puede observar, la Secretaría ha tenido una mejora progresiva en sus ingresos desde unos \$29 mil millones (equivalente a US\$9,3 millones) en 2011 hasta más de \$44 mil millones (US\$14,19 millones) en 2014.

## 6. Lecciones aprendidas

### 6.1 Innovación social: el siguiente paso para la apropiación de la tecnología

En paralelo a la implementación de servicios, tecnología y centros de control que integren la operación de la ciudad, Medellín apostó a la innovación social. A través de estrategias de gobierno abierto, participación ciudadana, innovación social y sostenibilidad, con MDE, Medellín Ciudad Inteligente<sup>35</sup> se pretende avanzar en un programa que no es solo tecnológico sino social. Mediante estrategias como los puntos de conectividad gratuitos, el portal de co-creación MIMedellín y la creación de contenidos,<sup>36</sup> entre otros, se busca evidenciar la tecnología como un medio que la gente debe saber aprovechar y también habilitar a las personas para que vivan mejor con su entorno.

### 6.2 Alianzas entre entidades de diferente ámbito gubernamental para la integración de los servicios en territorios compartidos

Uno de los factores fundamentales para lograr la creación de sinergias y la prestación de servicios integrados es el trabajo conjunto entre las entidades administrativas de los ámbitos municipal, departamental, área metropolitana y nacional. En este sentido, la Alianza del

<sup>35</sup>Medellín Ciudad Inteligente. Disponible en: <http://mdeinteligente.co/estrategia/>

<sup>36</sup>Medellín Ciudad Inteligente. Creación de contenidos. Disponible en: <http://descubre.mdeinteligente.co>

Municipio de Medellín con el Área Metropolitana del Valle de Aburrá<sup>37</sup> permite realizar el monitoreo del tema ambiental en Medellín y en municipios cercanos, integrando también en la respuesta a emergencias al SIES-M. Esta misma alianza ha permitido una mayor eficiencia en la gestión de los dispositivos en campo que mantiene el Centro de Control de Tránsito y que requiere de apoyo constante en el cumplimiento de la reglamentación ambiental. Igualmente el trabajo conjunto entre Policía Nacional, la red de emergencias y las diferentes entidades descentralizadas ha sido exitosa gracias a la voluntad y participación conjunta de las diferentes entidades, aunque dependan de distintos niveles de gobierno.

### **6.3 La necesaria modernización de los servicios administrativos de la ciudad para implementar un sistema de ciudad inteligente como el de Medellín**

El punto principal de contacto de todos los ciudadanos con el Municipio de Medellín son los servicios administrativos que este presta. Esto implica que el nivel de confianza en el gobierno se ve afectado por la percepción que tengan las personas sobre el servicio que reciben al momento de ir a realizar trámites con la entidad.

Medellín realizó un avance importante en modernizar la atención de trámites del Estado, como la alianza público-privada en la Secretaría de Movilidad, la descentralización de los servicios técnicos y de innovación en la empresa de Seguridad Urbana (ESU), la implementación de una ventanilla única para la realización de trámites en las sedes descentralizadas del Municipio y a través de la página web, entre otras. Todo lo anterior le otorga al Municipio organización en sus procesos y en sus bases de

datos, que luego le habilitan las capacidades para gestionar e integrar servicios de ciudades inteligentes con información confiable para su correcto funcionamiento.

### **6.4 Gestión del cambio, campañas de socialización y pedagogía ciudadana**

Previamente a cualquier implementación de servicios que involucre una interacción con el ciudadano, es indispensable determinar los objetivos sociales del proyecto, los beneficios que va a traer al ciudadano e identificar la posibilidad de cuantificarlos. En la implementación del Sistema Inteligente de Movilidad, por ejemplo, fue necesaria una campaña pedagógica importante para que la ciudadanía entendiera la importancia de la cámaras de detección electrónica; así a pesar de ser tecnologías que fueron pioneras en el país y que presentaron resistencia, la ciudadanía ha identificado los beneficios para la protección de la vida y cultura ciudadana. A pesar de esa experiencia positiva, en la actualidad algunos servicios de seguridad en línea y los beneficios del sistema SIATA no son masivamente conocidos por la ciudadanía, lo que a veces puede desaprovechar todo el impacto que estas iniciativas pueden generar en el día a día de los ciudadanos.

### **6.5 Proyectos autosostenibles con alianzas público-privadas**

En Medellín se asumió el reto de implementar un proyecto como el SIMM con tres empresas nacionales, de las cuales solo una tenía un pleno conocimiento del tránsito y el transporte. En todos los casos es necesario tener aliados que posean conocimientos y estrategias para implementarlos y que mantengan un compromiso claro con la ciudadanía y con los recursos del sector público y los principios de su utilización.

---

<sup>37</sup>Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/>

En la estructuración del proyecto es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Identificar los proyectos que tienen sus propias fuentes de ingresos, es decir que no requieren de aportes adicionales del gobierno, como el caso de la movilidad en Medellín.
- Estructurar los proyectos para que el operador privado financie todas las inversiones y cubra los gastos que el proyecto genere y demande.
- Incluir en los contratos fondos de investigación y desarrollo para la búsqueda de eficiencias y de modernizaciones de los componentes.
- El largo plazo estimula las alianzas público-privadas para la construcción de proyectos coherentes y autosostenibles en el tiempo. Durante la fase de planificación el concesionario deberá elaborar y presentar un plan de trabajo que cumpla con las obligaciones a su cargo derivadas del contrato. En la fase de ejecución, el concesionario deberá operar la solución de acuerdo con los niveles de servicio de cada uno de los procesos.

## 6.6 Construcción de ciudades inteligentes

Una ciudad que desee evolucionar y migrar como ciudad inteligente debe tomar como referencia otras ciudades del mundo que tengan casos de éxito en este aspecto. Además, tiene que analizar sus sistemas de transporte, infraestructura vial, cultura, entre otros aspectos, y en lo posible solicitar colaboración de entidades externas y expertas en la materia.

Se debe trabajar en conjunto, involucrar tanto al municipio como a la sociedad civil, la academia y el sector privado, con el fin de establecer objetivos de desarrollo para la ciudad y así planificar el futuro de manera sustentable, aprendiendo de los errores del pasado y priorizando a la gente y al medio ambiente.

Es importante que la planificación se realice de manera holística. Para esto se deben tener en cuenta aspectos como: movilidad y transporte, uso del suelo y zonificación, ambiente y cambio climático, gestión fiscal, seguridad ciudadana entre otros. Adicionalmente, se propone intercambiar conocimiento entre las ciudades y abrirse a la crítica constructiva de sus ciudadanos.

## 7. Conclusiones

- Las ciudades inteligentes constituyen una gran oportunidad para el crecimiento social y económico. Estas buscan optimizar la prestación de diferentes servicios dirigidos al ciudadano como la gestión del suministro y consumo de energía y/o de agua, la mejora del transporte y la movilidad, la seguridad ciudadana y la protección civil, entre otros. Estos servicios en su conjunto constituyen el objetivo primordial para la transformación de la ciudades.
- Medellín tiene dentro de sus metas convertirse en una ciudad inteligente en el mediano plazo. Dentro de ese proceso de transformación ha centralizado sus esfuerzos en mejorar la movilidad de los ciudadanos, con la inclusión de compañías expertas en el manejo del centro de control, infraestructura tecnológica y software de optimización y gestión. El hecho de que los trámites se puedan hacer más eficientes, se promueva la educación vial y la seguridad ha propiciado que los indicadores de la calidad de vida del habitante de la ciudad de Medellín aumenten proporcionalmente al crecimiento de los objetivos de la ciudad inteligente.
- No todo en este camino ha sido fácil: la integración de entidades para la operación de servicios ha sido lenta cuando no se cuenta con convenios interadministrativos que habiliten compartir la información, el atraso tecnológico en algunos componentes ha imposibilitado su integración y la falta de recursos en algunas entidades ha impedido

una campaña más contundente en la comunicación de los servicios.

- El aumento en el número de vehículos en las grandes urbes como Medellín, y en otras ciudades similares, ha hecho que la gestión de la movilidad y el tránsito juegue un papel importante en el desarrollo de ciudades inteligentes. Por tal motivo el Centro de Control de Tránsito de la ciudad ha sido el pilar fundamental, el cual permite integrar gran cantidad de información y la aplicación extensiva e intensiva de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Esto ha convertido a esta solución en un modelo a seguir y ha permitido a la región avanzar en el camino de las ciudades inteligentes.
- En Medellín la prioridad ha sido en enfatizar en el sistema de movilidad como primer logro. Barcelona, que tiene similitudes económicas y poblacionales con Medellín y que se encuentra consolidada como una de las principales ciudades inteligentes, también ha supeditado su estrategia a la movilidad sostenible, mediante la implementación de paneles de mensajería, movilidad eléctrica, uso de la bicicleta con la construcción de ciclorrutas y centros de control. Si se correlacionan ambas experiencias se puede inferir que la ciudad antioqueña no tiene un horizonte lejano para seguir la misma senda que Barcelona.



# Anexo A.

## Especificaciones técnicas avanzadas

### 1. Sistema central (Centro Integrado de Operación y Control) y solución de comunicaciones

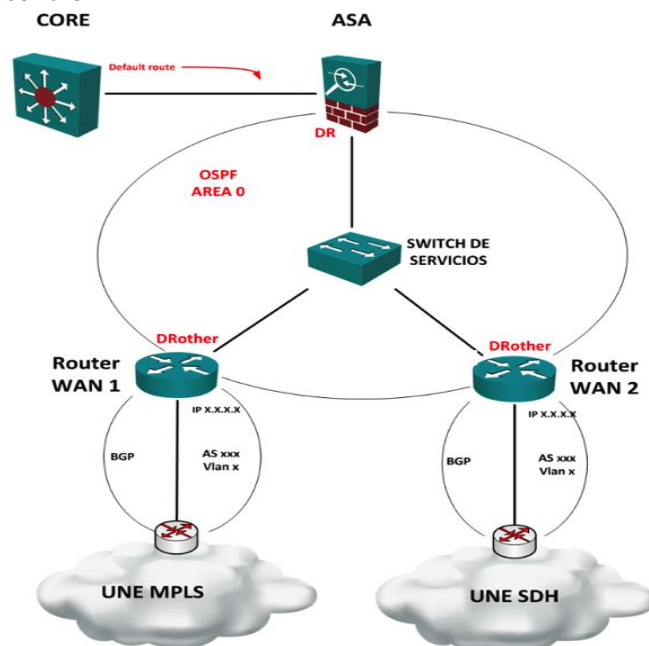
La solución tecnológica del SIMM se apoya en infraestructura altamente redundante que cuenta con especificaciones requeridas por el fabricante de cada subsistema o periférico.

Para la operación del SIMM están implementados servicios de red LAN y WAN, plataformas de seguridad, servidores de aplicación y bases de datos, servicios de almacenamiento y monitoreo de cada elemento de TI. Adicionalmente se cuenta con personal capacitado para atender eventos en la infraestructura tecnológica las 24 horas los 365 días del año.

El SIMM tiene diferentes sedes de atención a la ciudadanía que están comunicadas a través de fibra óptica. Este servicio está implementado sobre la red MPLS de la empresa UNE y ofrece redundancia porque está configurado en anillos, lo que permite que la información llegue a su destino aun cuando algún equipo de la red MPLS no está disponible; lo anterior se logra porque el tráfico de red toma otro camino.

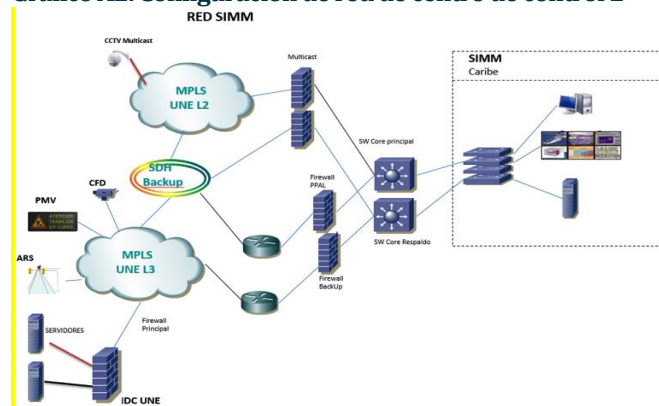
La sede principal de la Secretaría de Movilidad de Medellín tiene una configuración que le entrega mayor disponibilidad al comunicarse con los *data center* de UNE porque además de tener un enlace MPLS con configuración en anillo, cuenta también con un enlace SDH configurado en anillos, con fibras y equipos totalmente independientes, que están cableados por rutas diferentes.

Gráfico A1. Configuración de red de centro de control



Fuente: Informe Técnico SIMM.

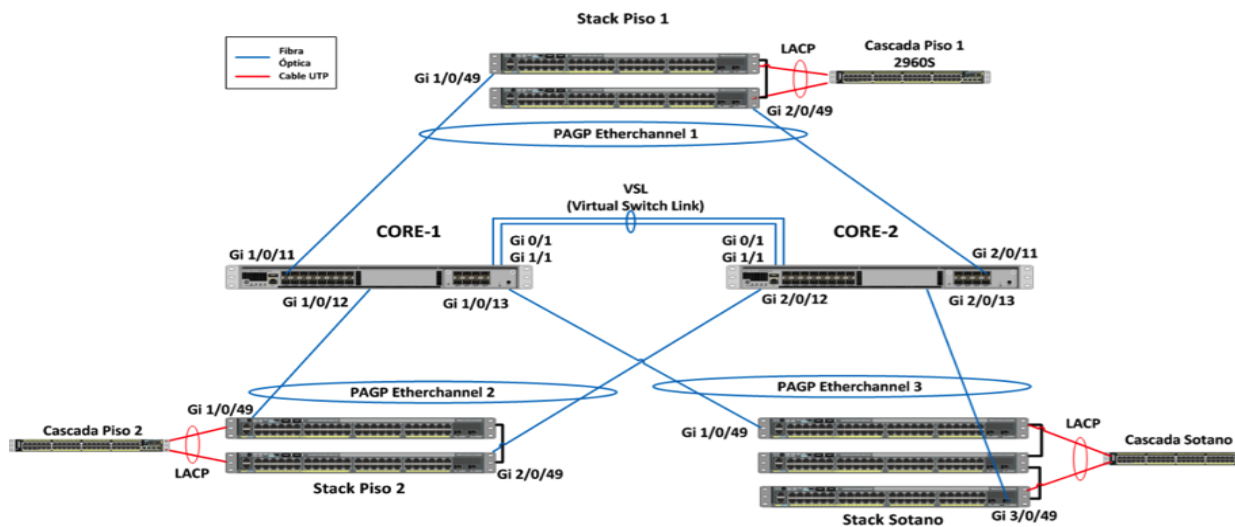
Gráfico A2. Configuración de red de centro de control 2



Fuente: Informe Técnico SIMM.

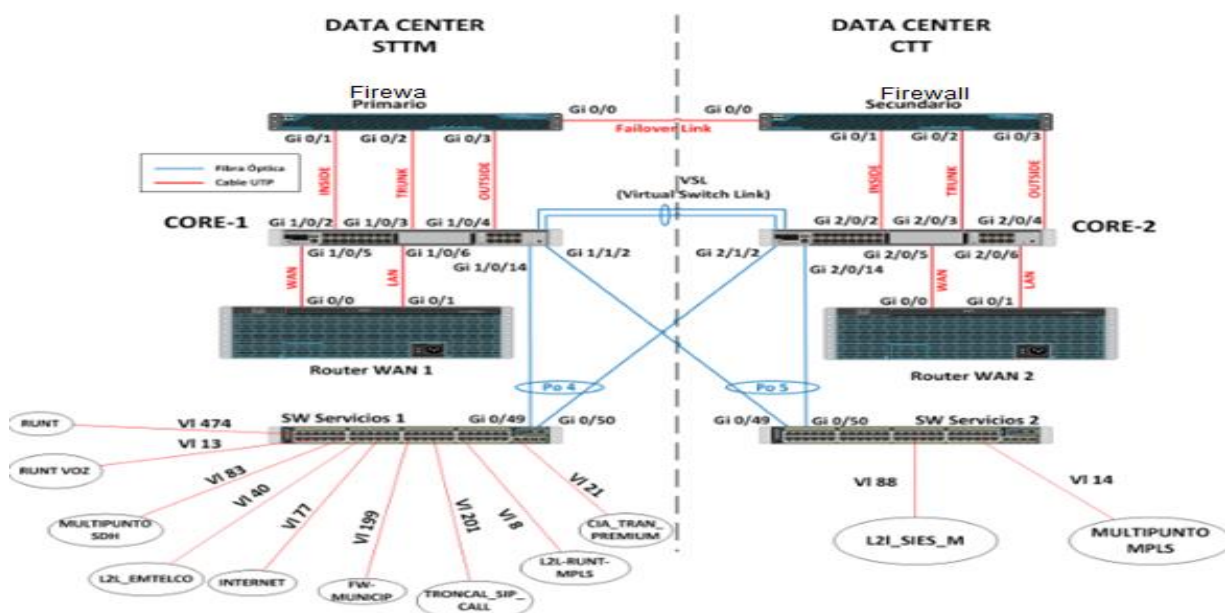
Todos los elementos críticos de la red están configurados en alta disponibilidad y cuentan con equipos de contingencia que asumen roles de manera automática, lo anterior aplica para Switch Core, Firewall, WLC, Routers. Los Switch de borde están configurados en Stack y toleran desconexiones de una fibra o desconexión de alguno de los cables que los integra.

Gráfico A3. Configuración de red centro de control 3



Fuente: Informe Técnico SIMM.

Gráfico A4. Configuración de red centro de control 4



Fuente: Informe Técnico SIMM.

En cuanto a seguridad de TI, la sede principal y los diferentes centros de datos están protegidos con firewall perimetrales que solo permite el acceso a recursos previamente autorizados y por puertos estrictamente requeridos para operar. Se tienen diferentes consolas de seguridad, entre ellas antivirus, antiespías, antispam, NAC y agentes instalados en computadores de usuarios. Todos ellos generan alertas que facilitan la identificación de eventos. Adicionalmente se cuenta con herramientas que se encargan de realizar una actualización controlada a cada uno de los elementos de la infraestructura.

Todos los servidores y almacenamientos se encuentran alojados en centros de datos que cuentan con dispositivos dactilares para controlar el ingreso, aire acondicionado configurado para entregar la temperatura recomendada por los fabricantes de equipos, aire acondicionado de contingencia para que en caso de que el aire principal falle no se afecte la plataforma, sistema contra incendio y redundancia eléctrica compuesta por doble circuito, subestaciones, plantas y sistema de alimentación ininterrumpida (UPS, por sus siglas en inglés).


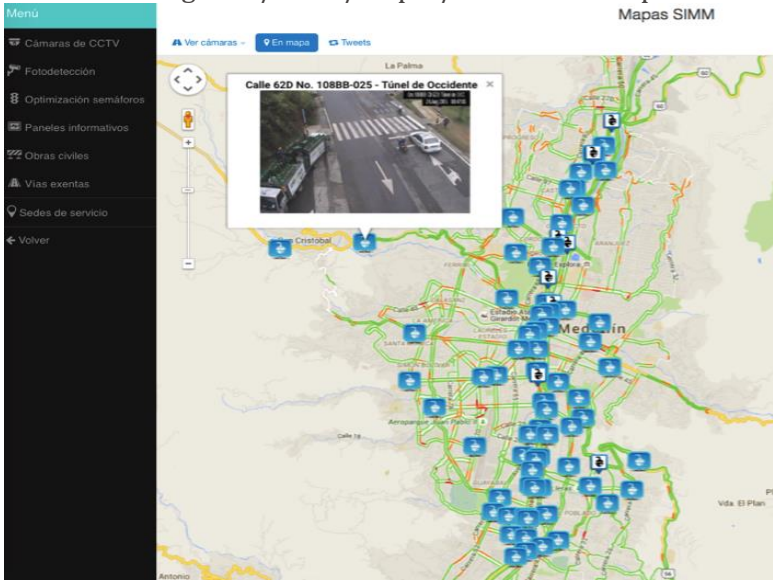
Las aplicaciones, bases de datos y servicios de red se encuentran configurados en clúster. Con ello se logra que la operación y los usuarios no se vean afectados cuando falla lógica o físicamente un equipo.

Toda la solución es monitoreada por diferentes consolas que generan alarmas cuando algún equipo no está disponible, cuando el desempeño se ve afectado o cuando los recursos provisionados alcanzan los umbrales definidos.

## 2. Sistemas de campo

### 2.1 Circuito cerrado de televisión (CCTV) - movilidad


Cuadro A1. Circuito CCTV

<b>Dispositivo en campo</b>	
<b>Funciones</b>	<p>El sistema de CCTV cuenta con cámaras especializadas y de uso exclusivo de la movilidad, ubicadas en puntos neurálgicos de la ciudad en materia de movilidad, como glorietas e intersecciones de las principales vías, con centro de monitoreo en la Secretaría de Transportes y Tránsito de Medellín (STTM). Visualización en línea en el portal.</p>
<b>Especificaciones técnicas. Hardware</b>	<p>Hardware:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cámara de video IP, tipo Domo PTZ (Pan/Tilt/Zoom) con movimiento vertical, horizontal y zoom y rotación de 360 grados.</li> <li>• Cámara a color con funciones de visión día/noche, enfoque manual y automático, y objetivo con ajuste automático de iluminación.</li> <li>• Configuración de diversos formatos de compresión (H.264, MPEG-4 y MJPEG).</li> </ul>
<b>Referencia y cantidad</b>	<p>80 cámaras de CCTV para monitoreo de movilidad</p>
<b>Mapa y ubicación</b>	<p>Mapa :  <a href="https://www.medellin.gov.co/simm/mapas/index.html?map=camarasCctv">https://www.medellin.gov.co/simm/mapas/index.html?map=camarasCctv</a></p> 

Fuente: Sistema Inteligente de Movilidad.

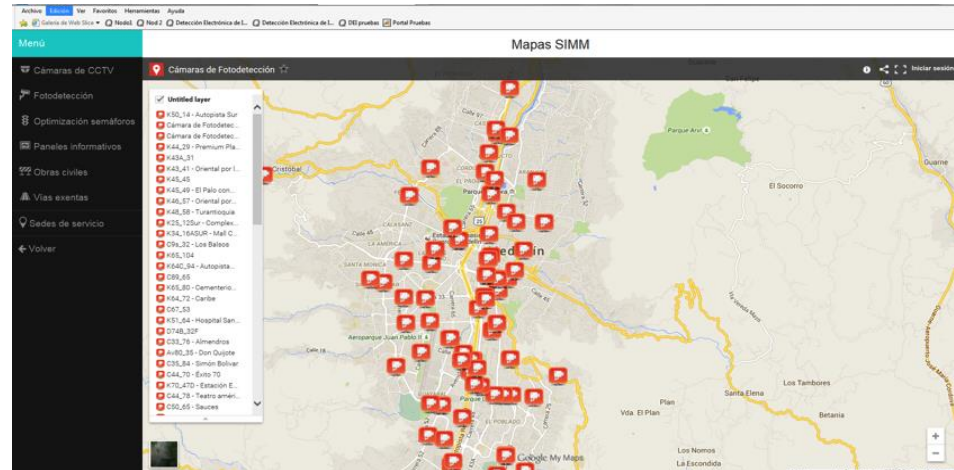
## 2.2 Cámaras de fotodetección electrónica

**Cuadro A2. Dispositivos de campo para fotodetección**

<b>Dispositivo en campo</b>	
<b>Funciones</b>	<p>Detección electrónica de las siguientes infracciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No detenerse ante una luz roja o amarilla de semáforo, una señal de “PARE” o un semáforo intermitente en rojo.</li> <li>• Conducir un vehículo a velocidad superior a la máxima permitida.</li> <li>• Transitar por sitios restringidos o en horas prohibidas por la autoridad competente.</li> <li>• Transitar en vehículos de 3.5 o más toneladas por el carril izquierdo de la vía cuando hubiere más de un carril.</li> <li>• Estacionar un vehículo en sitios prohibidos.</li> <li>• No respetar el paso de peatones que cruzan una vía en sitio permitido para ellos o no darles la prelación en las franjas para ello establecidas.</li> <li>• Documentos obligatorios vencidos: Seguro obligatorio (SOAT) y Revisión técnico-mecánica (RTM).</li> <li>• Conteo y clasificación de vehículos.</li> <li>• Manejo de listas negras y blancas,</li> </ul>
<b>Especificaciones técnicas. Hardware</b>	<p>Radar fijo de lazos inductivos o tipo láser. Componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidad de captura de imágenes y video.</li> <li>• Unidad de detección de velocidad certificada.</li> <li>• Unidad de procesamiento.</li> <li>• Unidad de energía y conexión con periféricos.</li> <li>• Unidad de comunicación entre los módulos del sistema.</li> <li>• Unidad de iluminación infrarrojo no destellante.</li> <li>• Gabinetes.</li> <li>• Lector de placas de vehículos con reconocimiento OCR en todas las cámaras.</li> </ul>
<b>Referencia y cantidad</b>	<p>40 cámaras en 70 puntos</p>

## Mapa y ubicación

<https://www.medellin.gov.co/simm/mapas/index.html?map=camerasFotodeteccion>



Fuente: Sistema Inteligente de Movilidad

## 2.3 Cámaras móviles para la detección electrónica



### Cuadro A3. Dispositivos de campo para cámaras móviles

<b>Funciones</b>	El equipo portátil de fiscalización automática de velocidad es utilizado normalmente en carreteras y vías urbanas, por lo que tiene gran eficacia en la reducción de accidentes. Todos los vehículos que pasan por la cámara son fiscalizados, ya sean infractores o no, lo que permite análisis estadísticos que auxilian en los procesos de gestión de tráfico.
<b>Especificaciones técnicas.</b> <b>Hardware</b>	<p>Posee cámara de alta calidad especialmente desarrollada para operaciones en tránsito, tomando irrefutable el registro de la infracción.</p> <p>Utilización iluminador antideslumbrante (infrarrojo) para operaciones con poca luminosidad.</p> <p>Protegido contra intemperies y descargas electromagnéticas.</p> <p>Cumple con toda la reglamentación de metrología.</p> <p>Realiza la fiscalización simultánea en vías que tengan hasta cuatro carriles de tráfico.</p> <p>Operación en línea con la central de procesamiento.</p> <p>Operación fácil y rápida ya que puede ser instalada por un único técnico.</p>

Fuente: Sistema Inteligente de Movilidad.

## 2.4 Paneles de mensajería variable

**Cuadro A4. Dispositivos en campo de paneles de mensajería variables**

<b>Dispositivo en campo</b>	
<b>Funciones</b>	<p>Los paneles de mensaje variable (PMV) son dispositivos de control de tránsito que mediante el uso de diferentes mensajes dinámicos con letras, símbolos y figuras, ofrecen a los conductores información sobre incidentes en las vías, estado de circulación de vehículos y las diversas circunstancias del tráfico vehicular. De esta manera ayudan a la selección de mejores rutas, a la reducción de los tiempos de viaje, de los niveles de congestión y de los índices de accidentes provocados por condiciones que pueden ser advertidas previamente.</p>
<b>Especificaciones técnicas. Hardware</b>	<p>Hardware:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basados en diodos emisores de luz (led) de alta resolución. Mínimo 64x64 pixeles. Matriz de cada carácter de mínimo 7x5 pixeles. Mínimo 12 led por pixel.</li> <li>• Dimensiones de por lo menos 6,1m por 2m para entradas a la ciudad (tipo 1) y de por lo menos 4,5m por 1,5m (tipo 2) para otras zonas en el interior de la ciudad. Para dimensiones diferentes se debe respetar la proporción definida por las dimensiones anteriores para cada tipo de PVM.</li> <li>• Vida útil demostrable mediante experiencia de por lo menos 10 años.</li> <li>• Consumo de energía máxima de 150 W por metro cuadrado de panel.</li> <li>• Visibilidad diurna y nocturna del panel a distancias de 250m (evaluado con letras de 450mm con un ángulo de mínimo 30°).</li> </ul>
<b>Referencia y cantidad</b>	<p>22 paneles</p>
<b>Mapa y ubicación</b>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/mapas/index.html?map=panelesInformativos">https://www.medellin.gov.co/simm/mapas/index.html?map=panelesInformativos</a></p> 

Fuente: Sistema Inteligente de Movilidad.

## 2.5 Optimización de semáforos

**Cuadro A5. Optimización de semáforos**

<b>Dispositivo en campo</b>	
<b>Funciones</b>	<p>Sistema tecnológico que permite optimizar el funcionamiento de la red semafórica de la ciudad, mediante herramientas que entregan información sobre la cantidad de vehículos circulando, velocidades promedio, ocupación de la vía, entre otros indicadores. Está conformado por 120 cámaras tipo DVS (<i>Vehicle Detector Center</i>) con software de analítica de video en 21 intersecciones semaforizadas. Adicionalmente, se cuenta con un software especializado en planeación semafórica que permite al personal técnico evaluar diferentes escenarios de optimización e intervención de las intersecciones viales para una mejor movilidad.</p>
<b>Mapa y ubicación</b>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/mapas/index.html?map=optimizacionSemaforos">https://www.medellin.gov.co/simm/mapas/index.html?map=optimizacionSemaforos</a></p> 

Fuente: Sistema Inteligente de Movilidad.

## 2.6 Componente tecnológico en los buses

**Cuadro A6. Componentes tecnológicos de buses**

<b>Funciones</b>	Dispositivo electrónico central que permite la concentración, unificación y transmisión de la información desde los vehículos prestadores del servicio de transporte público sobre posicionamiento, velocidades, estados de puertas y monitoreo de pasajeros, entre otras.
<b>Especificaciones técnicas</b>	<p>Hardware:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de posicionamiento global.</li> <li>• Microprocesador que permita y garantice la correcta adquisición y transmisión de la información, mediante el procesamiento, almacenamiento, cifrado y comunicación centralizada de los datos que entregan el sistema de posicionamiento global.</li> <li>• Telecomunicaciones inalámbricas y bidireccionales, con el que se garantice el envío y recepción en línea, o en Batch.</li> <li>• Medio de almacenamiento: Formato SD, MiniSD, MicroSD o SDHC.</li> <li>• Batería para dispositivos.</li> <li>• Diseñada para garantizar una disponibilidad y operatividad de por lo menos un 95%, considerando condiciones de operación en el vehículo como vibración, suciedad, humedad y temperatura.</li> </ul> <p>Software:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir y garantizar la correcta adquisición y transmisión de la información, mediante el procesamiento, almacenamiento, cifrado y comunicación centralizada de los datos que entregan el sistema de posicionamiento global, el módulo de telecomunicaciones, los sensores de conteo automático de pasajeros y los sensores de estado de puertas cerradas/abiertas.</li> <li>• Recepción centralizada de los datos.</li> <li>• Control de los procesos de telecomunicaciones y aplicación particular de cada una de las reglas resultantes de los eventos, estados, momentos y tiempos requeridos.</li> <li>• Tareas que garanticen la integridad, confiabilidad, seguridad de la información y el registro detallado de cada operación de recepción de datos, envío de datos, procesamiento de datos, estado de dispositivos, errores derivados de la operación, almacenamiento, registro de eventos y registro de cambios en el programa (versión y fecha de última actualización).</li> <li>• Las tareas que garanticen la administración de los componentes de entradas y/o salidas, el manejo de la memoria y en general, el control de la integración de la totalidad de los equipos embarcados en el vehículo.</li> </ul>

Fuente: Sistema Inteligente de Movilidad.

## 2.7 Comparenderas electrónicas

**Cuadro A7. Dispositivos para comparenderas electrónicas**

<b>Funciones</b>	Dispositivo electrónico que permite la generación de comparendos en forma digital permitiendo la impresión automática del comparendo, el registro del mismo y su transmisión al sistema central del tránsito a través de Internet.
<b>Especificaciones técnicas</b>	<p>Hardware:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla WVGA multitáctil brillante de 4 pulgadas.</li> <li>• Para entornos industriales.</li> <li>• Capacidad de lectura de código de barras.</li> <li>• Presenta opciones de radio WAN con soporte de voz y datos.</li> <li>• Batería con tecnología mejorada.</li> <li>• Equipado con una eficiente arquitectura multiprocesador de doble núcleo.</li> <li>• Soporte GPS y GPRS.</li> </ul> <p>Software:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite registrar la información de un comparendo.</li> <li>• Posibilita realizar la impresión del comparendo.</li> <li>• Envía la información al sistema misional del tránsito.</li> <li>• Permite registrar la localización de la comparendera electrónica en cualquier momento.</li> <li>• Posibilita tomar las evidencias del comparendo, como fotos y videos.</li> </ul>
<b>Referencia y cantidad</b>	160

*Fuente:* Sistema Inteligente de Movilidad.

## 2.8 Sistema AVL


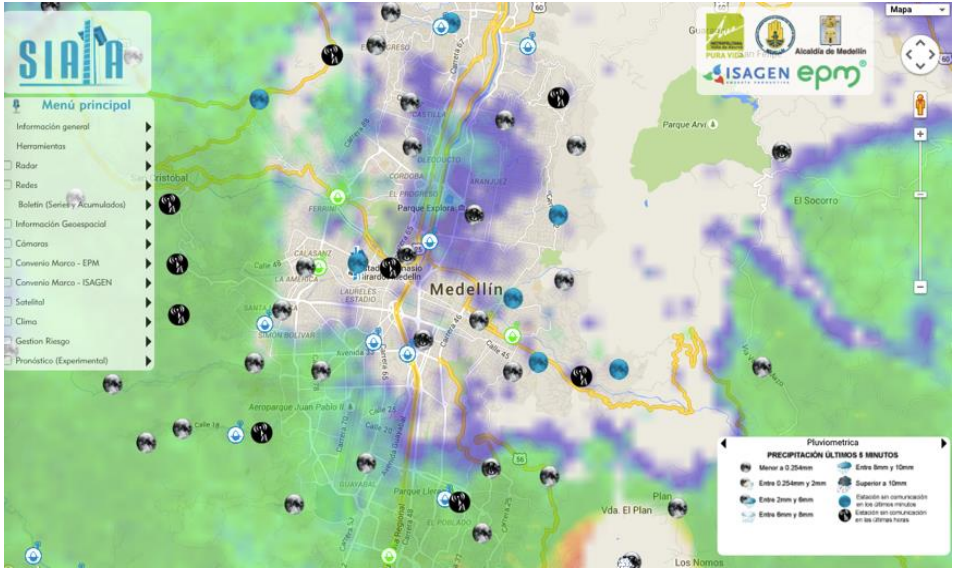
**Cuadro A8. Componentes del sistema de localización automática de vehículos (AVL)**

<b>Funciones</b>	El sistema AVL está destinado para las actividades de geolocalización de vehículos de la STTM.
<b>Especificaciones técnicas</b>	<p>Hardware:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Módulo de alta sensibilidad.</li><li>• Sistema de posicionamiento global.</li><li>• Comunicación GSM/GPRS/SMS, cuatro bandas (850/900/1800/1900 MHz).</li><li>• Control de funciones a través de Internet (TCP/IP o UDP).</li><li>• Geocercas con configuración individual de reportes.</li><li>• Solución automática de problemas de transmisión de reportes.</li><li>• Entradas digitales con reporte de cambio de estado.</li><li>• Salidas digitales controlables individualmente.</li><li>• Actualización de Firmware en línea, configurable.</li></ul> <p>Software:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reportes configurables.</li><li>• Posición y velocidad, programables por distancia recorrida y/o tiempo.</li><li>• Distancia total recorrida configurable por tiempo.</li><li>• Velocidad normal y excedida con límite de velocidad configurable.</li><li>• Cambio de estado de las entradas.</li><li>• Apagado y encendido del vehículo.</li><li>• Reinicio de la unidad.</li><li>• Botón de pánico.</li><li>• GPS sincronizado.</li><li>• Petición de posición.</li></ul>

*Fuente:* Sistema Inteligente de Movilidad.

## 2.9 SIATA: red pluviométrica



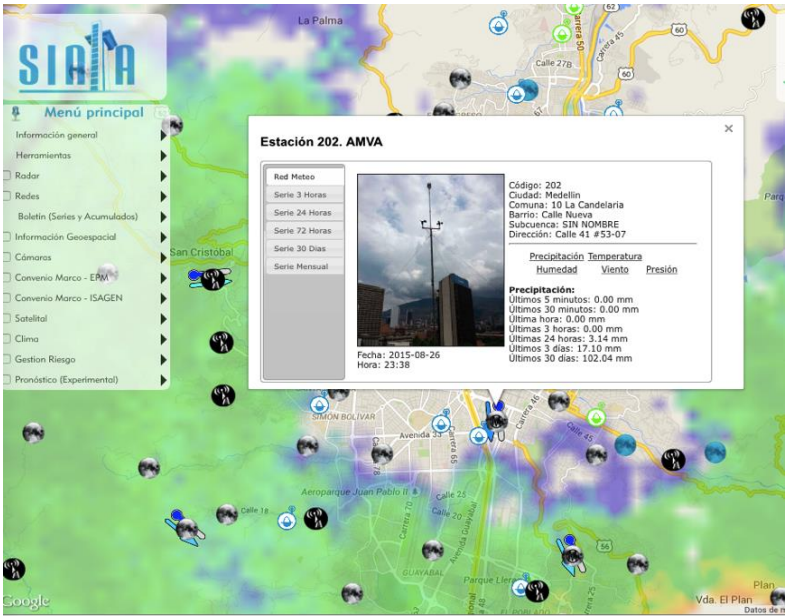
**Cuadro A9. Componentes de la red pluviométrica de SIATA**

Dispositivo en campo	
Funciones	<p>Es la red más fuerte con la que cuenta el SIATA en la actualidad. Las estaciones envían en tiempo real la información pluviométrica, la cual se actualiza continuamente y se despliega a la comunidad a través del geoportal y de las demás herramientas que se han diseñado para diseminar la información (Twitter, redes sociales y correos electrónicos).</p>
Referencia y cantidad	71
Mapa y ubicación	

Fuente: SIATA.

## 2.10 SIATA: red meteorológica

**Cuadro A10. Componentes de la red meteorológica**

<b>Dispositivo en campo</b>	 
<b>Funciones</b>	<p>Los sensores que conforman esta red monitorean la temperatura, la humedad relativa del ambiente y la dirección y velocidad del viento en siete puntos a lo largo del Valle de Aburrá. Las estaciones están localizadas de norte a sur de la siguiente manera: Parque de las Aguas, Jardín Botánico, Edificio Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Universidad Nacional (Sede Agronomía), Torre SIATA (Sector Estadio), Torre RADAR (Santa Elena) e I.E. Concejo de Itagüí.</p>
<b>Referencia y cantidad</b>	7
<b>Mapa y ubicación</b>	

Fuente: SIATA.

## 2.11 SIATA: red de sensores de nivel

**Cuadro A11. Componentes de la red de sensores de nivel**

<b>Dispositivo en campo</b>	
<b>Funciones</b>	<p>Compuesta a la fecha por ocho sensores ubicados sobre algunas de las cuencas más importantes del Valle de Aburrá (Río Medellín, Quebrada La Presidenta, Quebrada La Hueso, Quebrada Altavista, Quebrada La Gómez), esta red se encarga de monitorear el nivel de las quebradas y de generar la información en tiempo real para la comunidad. Sobre el río Medellín hay cuatro estaciones instaladas: Puente de La Aguacatala, Puente de la 33, Aula Ambiental Paseo del Río y Parque de las Aguas. La red estará compuesta por 27 estaciones de nivel tipo radar, con una tecnología que permite conocer las fluctuaciones de los niveles de las principales quebradas de la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana.</p>
<b>Referencia y cantidad</b>	27
<b>Mapa y ubicación</b>	<p><a href="http://www.siata.gov.co/newpage/index.php">http://www.siata.gov.co/newpage/index.php</a></p> 

Fuente: SIATA.

## 2.12 SIATA: red de humedad del suelo

**Cuadro A12. Componentes de la red de humedad del suelo**

<b>Dispositivo en campo</b>	 
<b>Funciones</b>	<p>Esta red estará conformada por 33 estaciones de humedad que se ubicarán en las laderas de la ciudad, las cuales indicarán el nivel de saturación de los suelos y determinarán, bajo estudios y modelos hidrológicos en los cuales se está trabajando, el nivel de riesgo de las diferentes laderas. Los dispositivos monitorean humedad, temperatura y conductividad eléctrica en el punto de estudio. En este momento la primera estación de humedad de suelo se encuentra en proceso de prueba y calibración.</p>
<b>Referencia y cantidad</b>	33
<b>Mapa y ubicación</b>	

Fuente: SIATA.

## 2.13 SIATA: red de cámaras

**Cuadro A13. Componentes de la red de cámaras**

<b>Dispositivo en campo</b>	
<b>Funciones</b>	Conformada por siete cámaras que graban en tiempo real video de los cielos de la ciudad de Medellín. Con las imágenes se obtiene información de primera mano sobre la formación de nubes y de sistemas de lluvia en el Valle de Aburrá. Cinco de estas cámaras están ubicadas sobre la Torre SIATA con vista a diferentes puntos cardinales y dos en la Torre Radar (corregimiento de Santa Elena) con vista al occidente del valle.
<b>Referencia y cantidad</b>	7

*Fuente: SIATA.*

## 2.14 SIATA: red de acelerográfica

**Cuadro A14. Componentes de la red acelerográfica**

<b>Dispositivo en campo</b>	 
<b>Funciones</b>	<p>La red acelerográfica de la ciudad de Medellín (RAM) y del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (RAVA) fueron instaladas por el Grupo de Sismología de Medellín. La Red Acelerográfica del Valle de Aburrá inicia en el año 2000 con un proyecto de microzonificación sísmica del Área Metropolitana, que permitió instalar equipos en Bello e Itagüí. En 2008 se plantea el proyecto para zonificar los demás municipios (Caldas, La Estrella, Sabaneta, Envigado, Copacabana, Girardota y Barbosa). En total son 30 equipos entre las dos redes RAM y RAVA, las que opera conjuntamente el SIATA.</p>
<b>Referencia y cantidad</b>	30
<b>Mapa y ubicación</b>	

Fuente: SIATA.

## 2.15 Otras redes


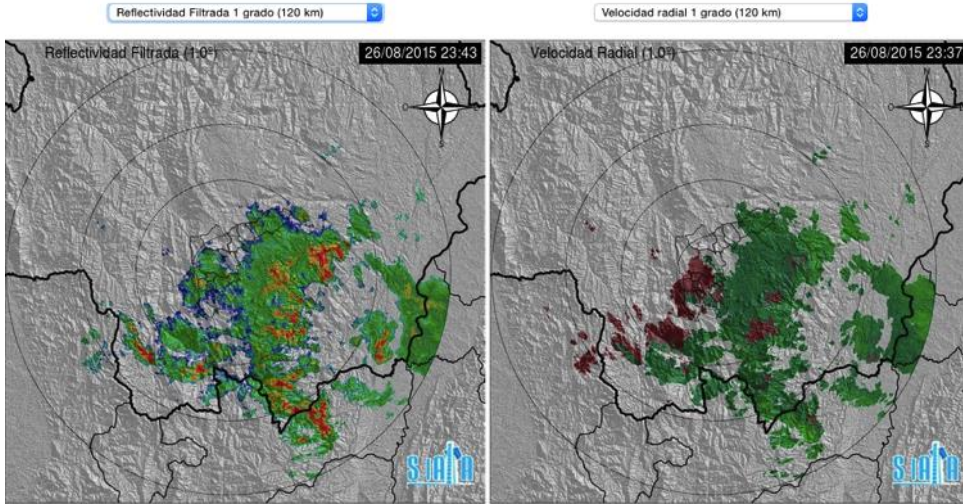
**Cuadro A15. Componentes de otras redes**

<b>Dispositivo en campo</b>	
<b>Funciones</b>	<p>Adicional a las tres redes principales, el geoportal presenta no solamente la información RADAR y de las redes antes nombradas, sino también los datos generados por la red pluviométrica de EPM, la red de Calidad de Aire del Área Metropolitana (REDAIRE) y la Red de Calidad de Agua (REDRIO).</p> <p>Es posible encontrar además un boletín en línea con los acumulados de lluvia de las últimas tres, 24 y 72 horas.</p> <p>Los usuarios pueden acceder a la información geoespacial de los límites de los municipios del Área Metropolitana y de Antioquia. En el menú Gestión del Riesgo, los funcionarios y la comunidad en general, pueden acceder a diferentes estudios ambientales, como el estudio por “Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo por movimientos en masa, avenidas torrenciales e inundaciones en el Valle de Aburrá” y el “Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Aburrá-POMCA”.</p> <p>También pueden acceder a los informes de “Microzonificación y Evaluación del Riesgo Sísmico del Valle de Aburrá 2007” y “Segundo Levantamiento Integrado de Subcuencas Hidrográficas del Municipio de Medellín, 2011”. Estos estudios, integrados a la información RADAR y de lluvias del SIATA, generan información vital y de primera mano para los funcionarios de los Consejos Municipales de Gestión del Riesgo (CMGR).</p>
<b>Mapa y ubicación</b>	<p>Red de pluviometría de EPM</p> 

Fuente: SIATA

## 2.16 SIATA: radiómetro

**Cuadro A16. Componentes del radiómetro**

<b>Dispositivo en campo</b>	
<b>Funciones</b>	<p>El radiómetro se encarga de monitorear la estructura vertical de la atmósfera midiendo variables como temperatura, humedad y cantidad de agua en ella. En América Latina existen solo tres: uno en México, otro en Brasil y el más reciente instalado en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.</p> <p>Medellín es la primera ciudad en Colombia que cuenta con este equipo, que es clave para el pronóstico meteorológico a corto plazo y determinante para entender los fenómenos que se generan en el valle, entre ellos detectar el grado de inestabilidad atmosférica, al igual que la influencia del estado de la atmósfera en la calidad de aire.</p>
<b>Mapa y ubicación</b>	

Fuente: SIATA.



# Anexo B. Bibliografía

## 1. Fuentes de información

ACI (Agencia de Cooperación Internacional). 2014. Medellín. Informe Anual 2014.

—. 2015. “Invierta en Medellín”. Disponible en: <http://www.acimedellin.org/inversion/invierta-en-medellin>

Alcaldía de Medellín. 2014. Informe de gestión Anual. Medellín: Alcaldía de Medellín.

AMVA (Área Metropolitana del Valle de Aburrá). 2015. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/>

MDE (Medellín Ciudad Inteligente). 2015. Programa Medellín Ciudad Inteligente. Disponible en: <http://www.mdeinteligente.co/>

Medellincomovamos. 2013. Informe Medellín Cómo vamos, reporte consolidado 2013. Disponible en: [www.medellincomovamos.org](http://www.medellincomovamos.org).

—. 2015. Medellín Como Vamos, “Informe de Calidad de Vida”, Medellín. Disponible en: <http://www.medellincomovamos.org/calidad-de-vida>

Politécnico. 2012. Informe gestión de la información de la red de ruido del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Politécnico Colombiano. Disponible en: <http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/lsdocRuido/CA%20243%20Gestion%20informacion%20red%20ruido%20%20Junio.pdf>.

Procolombia. 2015. Portal Oficial de Inversión en Colombia. Disponible en: <http://www.inviertaencolombia.com.co/informacion-regional/medellin.html>.

Ruta N. 2011. Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021. Disponible en: [http://rutanmedellin.org/images/programas/plan\\_cti/Documentos/Plan-de-CTi-de-Medellin.pdf](http://rutanmedellin.org/images/programas/plan_cti/Documentos/Plan-de-CTi-de-Medellin.pdf)

SIATA (Sistema de Alertas Tempranas). 2015. Sistema de Alertas Tempranas. Disponible en: <http://www.siata.gov.co/newpage/index.php>

SIMM (Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín). 2014. Sistema Inteligente de Movilidad. Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/simm/>

Steer Davis Gleave. 2013. Estudio de Caso.

UNE EPM Telecomunicaciones. 2014. Informe Anual de Resultados. Medellín.

WEF (World Economic Forum). 2014. *The Competitiveness of Cities: A report of the Global Agenda Council on Competitiveness*. World Economic Forum, Agosto 2014. Disponible en: [http://www3.weforum.org/docs/GAC/2014/WEF\\_GAC\\_CompetitivenessOfCities\\_Report\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/GAC/2014/WEF_GAC_CompetitivenessOfCities_Report_2014.pdf)




## 2. Partes interesadas (*stakeholders*) e información de contacto

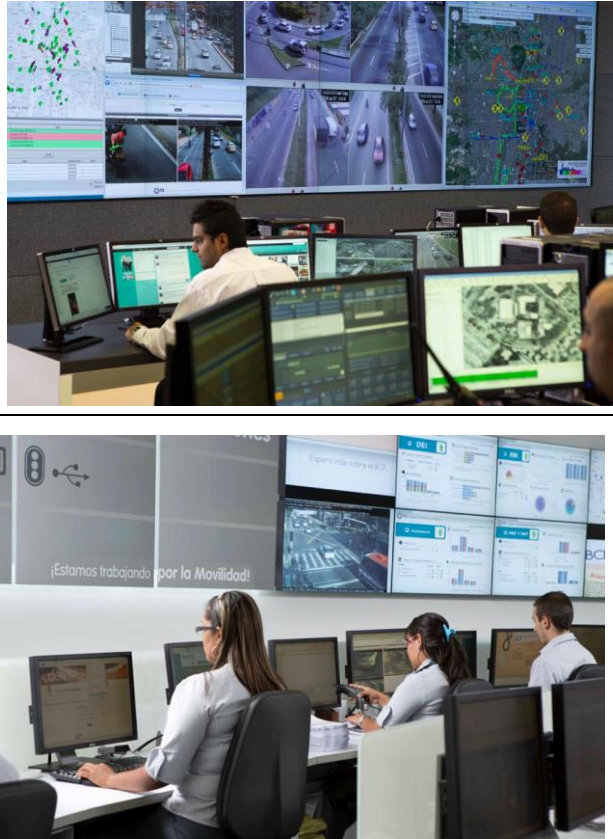

**Cuadro A17. Partes interesadas y datos de contacto**





Entidad	Contacto
Secretaría de Movilidad de Medellín	Secretario de Tránsito Omar Hoyos  Subsecretario Jurídico y Administrativo Carlos Lema
SIATA	Comunicadora Alejandra Parra Gómez  Comunicadora Daniela García Londoño
Empresas Públicas de Medellín	Líder del proyecto del renovación interior, Edificio EPM Diego León Salazar Vargas
Alcaldía de Medellín	Secretaría de Comunicaciones Juan Quiceno
Empresa de Seguridad Urbana (ESU)	Coordinación General SIES Coronel Ramón Peláez
UNE	Director de Servicios Empresariales Rafael Fernando Roldán Cadavid
Firma XM	Gerente de Nuevos Negocios Ricardo Arango
Consortio ITS	Gerente General Carlos Márquez


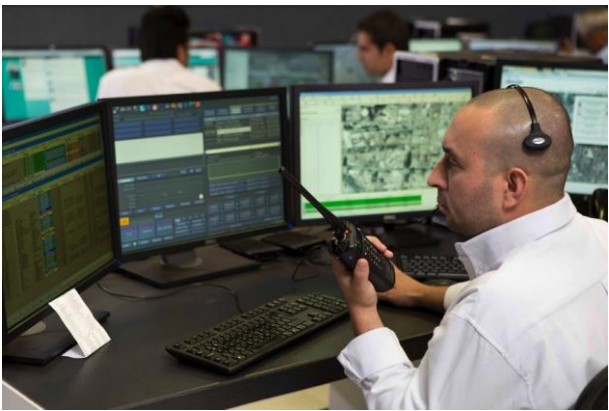


## Anexo C. Imágenes

Cuadro A18. Imágenes del centro de control, equipos, ciudad y servicios

Autor	Fuente	Sección	Imagen
Medellín Travel	<a href="http://medellin.travel">http://medellin.travel</a>	Visión general de la ciudad	
			
			

<p>Secretaría de Tránsito de Medellín</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Sistema Inteligente de Movilidad</p>	
<p>Secretaría de Tránsito de Medellín</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Paneles de mensajería variable</p>	
<p>Secretaría de Tránsito de Medellín</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Detección electrónica de infracciones de tránsito</p>	

<p>Secretaría de Tránsito de Medellín</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Circuito cerrado de televisión</p>	
<p>Secretaría de Tránsito de Medellín</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Centro de control</p>	  

<p>Secretaría de Tránsito de Medellín</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Centro de control de semáforos</p>	  
<p>Secretaría de Tránsito de Medellín – Consorcio ITS</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Control de flota del transporte público colectivo</p>	

<p>Secretaría de Tránsito de Medellín</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Sistema de información al usuario</p>	 <p>Secretaría de Movilidad de Medellín Más comodidad para que realizar tus trámites sea más simple</p>   <p>Exhibitor interactivo sobre movilidad urbana con el lema: ¿QUÉ TANTO SABES SOBRE LA MOVILIDAD DE TU CIUDAD? Juega y descúbrela! y YO ME MANEJO BIEN AHORA ME MUEVO A OTRO RITMO GRACIAS AL SIMM.</p>
<p>Secretaría de Tránsito de Medellín</p>	<p><a href="https://www.medellin.gov.co/simm/">https://www.medellin.gov.co/simm/</a></p>	<p>Sistema de Seguridad Urbana (SIES-M)</p>	

<p>Sistema de Alertas Tempranas</p>	<p><a href="http://siata.gov.co/newpage/web/nosotros.php">http://siata.gov.co/newpage/web/nosotros.php</a></p>	<p>Sistema de Alertas Tempranas (SIATA)</p>	
-------------------------------------	--	---	--

## Anexo D. Estado de desarrollo de los diversos servicios

Cuadro A19. Plantilla del estado de desarrollo de los diversos servicios

Gama de servicios		Funciones y medios de la ciudad inteligente				
Dominio del servicio	Sistema del servicio	Reco- lección de da- tos y moni- toriza- ción	Con- trol	Produc- ción de informa- ción y proce- samiento de datos	Comunicación de información a los ciudadanos	Inter- cambio de informa- ción entre los servi- cios
		Controlador de señal, detector de imagen, BIS, circuito cerrado de televisión		Centro operativo ciudad inteli- gente	VMS, VDS, BIS, In- ternet, dispositivos móviles, centro de llamadas, e-go- bierno, Open-API, radiodifusión y medios de comuni- cación	Plataforma de infor- mación (propie- dad, con- trol y sis- tema de seguí- miento)
Transporte y movilidad urbana	Sistema semafórico adaptativo	2 <sup>a</sup>	1	2	0	2
	Sistemas avanzados de viaje	2	1	2	3	2
	Sistema de información de transporte público	3	3	3	1	2
	Sistema de gestión de incidencias	4	3	3	2	2
	Sistema información aparcamiento	4	4	3	4	3
	Aparcamiento con limitación horaria	2	2	2	1	1
Seguridad ciudadana	Sistema de gestión de la criminalidad	4	3	4	2	2
Emergencias y protección civil	Sistema de gestión de desastres	4	2	3	2	4
Medio ambiente	Sistema de gestión de agua	3	3	3	2	2
	Sistema de gestión de residuos	2	3	2	2	2
	Control medioambiental (ruido, calidad del aire, clima)	4	4	4	3	3

<b>Eficiencia energética</b>	Sistema de gestión energética	3	3	3	2	3
<b>Interacción con los ciudadanos y medios para comunicarse</b>	Sistemas de comunicación con la ciudadanía	2	2	2	3	2

*Nota:* <sup>a</sup> Los números corresponden a diferentes niveles de desarrollo de las actuaciones según las siguientes referencias: 4: Avanzado; 3: Moderado; 2: Básico; 1: A introducir en el futuro; 0: Ausente.



