



TESIS

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA EN LA WEB, PARA EL MANTENIMIENTO Y CONTROL DEL
ALUMBRADO PÚBLICO (SIGAP), DEFINIDO EN LA ZONA URBANA DEL
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ**

**HECTOR ANDRES CASTRO PEREA
CARLOS ANDRES ORTEGA RAMIREZ**

**FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA TOPOGRAFICA
SANTIAGO DE CALI**

2017



TESIS

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA EN LA WEB, PARA EL MANTENIMIENTO Y CONTROL DEL
ALUMBRADO PÚBLICO (SIGAP), DEFINIDO EN LA ZONA URBANA DEL
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ**

**HECTOR ANDRES CASTRO PEREA
CARLOS ANDRES ORTEGA RAMIREZ**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO TOPOGRÁFICO**

**DIRECTOR DE TESIS:
JIBER ANTONIO QUINTERO SALAZAR
CO-DIRECTOR DE TESIS:
JORGE ENRIQUE GARCIA HURTADO**

**FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA TOPOGRAFICA
SANTIAGO DE CALI**

2017

*“La superación, aquella llama inextinguible en el tiempo,
que permitirá que como seres humanos alcancemos la luz,
que nos hará llegar a las estrellas”.*
C. Ortega

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a Dios, cuya fortaleza, perseverancia y determinación en aras de cumplir una meta de superación naciente desde lo profundo de nuestros corazones y junto con su amor incondicional entregado a nosotros, por intermedio de nuestros padres, familia, amigos y profesores, hoy día avanzamos con otro paso hacia adelante. Y con su gracia y amor, han de ser muchos más.

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCION | 1 |
| 1. ANTECEDENTES | 3 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 6 |
| 3. JUSTIFICACION | 7 |
| 4. OBJETIVOS..... | 9 |
| 4.1. OBJETIVO GENERAL..... | 9 |
| 4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS | 9 |
| 5. MARCO TEÓRICO | 10 |
| 5.1. REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO – RETILAP | 10 |
| 5.2. LUMINOTECNIA | 10 |
| 5.2.1 Flujo luminoso | 10 |
| 5.2.2 Eficiencia Luminosa..... | 11 |
| 5.2.3 Curvas Isolux..... | 11 |
| 5.3. LUMINARIAS | 12 |
| 5.3.1 Características de las luminarias..... | 12 |
| 5.4. MANTENIMIENTO DE BOMBILLAS DE ALUMBRADO PÚBLICO | 13 |
| 5.4.1 Causas que hacen que la bombilla no encienda | 13 |
| 5.4.2 Causas que acortan la vida de la bombilla..... | 16 |
| 5.4.3 Causas del parpadeo de la bombilla (Intermitente o cíclico) | 16 |
| 5.4.4 Causas que hacen que la bombilla produzca emisión lumínica reducida | 17 |
| 5.4.5 Causas de rotura de la bombilla..... | 18 |
| 5.4.6 Diferencia de color entre bombillas de un mismo grupo..... | 18 |
| 5.4.7 Causas del ennegrecimiento del tubo de arco o deformación del mismo | 19 |
| 5.5 MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS Y PROYECTORES DE ALUMBRADO PÚBLICO..... | 20 |
| 5.6 MANTENIMIENTO DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO PÚBLICO. | 21 |
| 5.6.1 Defectos del circuito de alumbrado debido a conexión incorrecta de las luminarias..... | 21 |
| 5.6.2 Daños en redes subterráneas de circuitos exclusivos de alumbrado público. | 23 |
| 5.7. SOFTWARE LIBRE | 24 |
| 5.8 DATOS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA..... | 25 |
| 5.8.1. Dato geográfico | 25 |
| 5.8.2. Tipos de datos geográficos..... | 26 |
| 5.8.3. Tipos de polígonos | 26 |
| 5.8.4. Información geográfica | 27 |
| 5.9. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA -SIG | 27 |
| 5.9.1. El SIG con datos georreferenciados..... | 28 |
| 5.9.2. Componentes de un SIG | 28 |
| 5.9.3. Información manejada en un SIG..... | 30 |

| | |
|---|-----------|
| 5.9.4. Funciones de un SIG..... | 30 |
| 5.10. SIG EN PLATAFORMA WEB CON SOFTWARE LIBRE | 31 |
| 5.10.1 Leaflet | 32 |
| 5.10.1.1 Características de interacción | 32 |
| 5.10.1.2 Características visuales..... | 32 |
| 5.10.1.3 Características de personalización..... | 33 |
| 5.10.1.4 Características de rendimiento..... | 33 |
| 5.10.1.5 Controles mapa | 33 |
| 5.10.1.6 Soporte para el navegador | 33 |
| 5.10.2 PostgreSQL | 33 |
| 6. DISEÑO DEL SISTEMA..... | 38 |
| 6.1. LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS | 38 |
| 6.1.1 Definición conceptual de los requerimientos del sistema. | 38 |
| 6.1.2 Definición de aspectos generales de la información espacial. | 39 |
| 6.1.3 Identificación de los módulos del sistema. | 40 |
| 6.1.4 Características de los resultados del sistema. | 40 |
| 6.2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS..... | 40 |
| 6.2.1 Alcances del Sistema..... | 40 |
| 6.2.2 Limitaciones del sistema..... | 41 |
| 6.2.3 Identificación de los usuarios del sistema. | 41 |
| 6.3 RECOPIACIÓN Y DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN..... | 43 |
| 6.3.1 Recopilación de la información..... | 43 |
| 6.4 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE DATOS..... | 44 |
| 6.4.1 Modelo Conceptual | 44 |
| 6.4.1.1 Elementos del sistema..... | 44 |
| 6.4.1.2 Procesos del Sistema | 45 |
| 6.4.2 Modelo lógico | 46 |
| 6.4.2.1 Interacción y operatividad en el sistema | 46 |
| 6.4.2.2 Entorno operativo del sistema..... | 47 |
| 6.4.3 Modelo de la base de datos | 47 |
| 6.4.3.1 Modelo relacional | 48 |
| 6.4.3.2 Diccionario de datos..... | 50 |
| 6.4.4 Modelo cartográfico..... | 50 |
| 6.4.5 Modelo físico | 50 |
| 7. RESULTADOS | 53 |
| 7.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS..... | 53 |
| 7.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 61 |
| 8. CONCLUSIONES..... | 62 |
| 9. BIBLIOGRAFIA..... | 63 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Transformación de energía eléctrica a energía radiante..... | 11 |
| Ilustración 2. Curvas Isolux | 12 |
| Ilustración 3. Conexión alumbrado público..... | 22 |
| Ilustración 4 .Componentes de un SIG..... | 29 |
| Ilustración 5. Estructura del análisis georreferencial. | 30 |
| Ilustración 6. Componentes básicos de los datos. | 31 |
| Ilustración 7. Gráfico que ilustra de manera general los componentes más importantes en un sistema PostgreSQL. Tomado de http://www.postgresql.org/es/sobre_postgresql | 34 |
| Ilustración 8. Diagrama del SIGAP..... | 39 |
| Ilustración 9. Usuarios del sistema..... | 42 |
| Ilustración 10. Procesamiento de la información base y recolectada | 43 |
| Ilustración 11. Diseño Lógico del sistema..... | 47 |
| Ilustración 12. Modelo entidad relación..... | 49 |
| Ilustración 13. Funcionalidad Del Sistema | 52 |
| Ilustración 14. Página de inicio portal web SIGAP..... | 53 |
| Ilustración 15. Menú despegable para el usuario comunidad. | 54 |
| Ilustración 16. Creación de un nuevo poste en el sistema. | 54 |
| Ilustración 17. Formulario y forma de reportar un daño..... | 56 |
| Ilustración 18. Visualización de la solicitud reporte daño enviada correctamente y cambiado el color a rojo de luminaria dañada. | 56 |
| Ilustración 19. Acceso al Sistema del usuario administrador..... | 57 |
| Ilustración 20. Página de inicio al Sistema del usuario administrador. | 57 |
| Ilustración 21 Aceptación de solicitud..... | 58 |
| Ilustración 22. Formulario donde se accede la información de la nueva luminaria y es agregada por el administrador..... | 58 |
| Ilustración 23. Visualización de daños reportados en el sistema | 59 |
| Ilustración 24. Reporte estadístico del estado de las luminarias en el Sistema. | 60 |
| Ilustración 25. Visualización de la zona no iluminada | 60 |
| Ilustración 26. Radio de iluminación..... | 60 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Ejemplos de flujos luminosos..... | 11 |
|--|----|

ANEXOS

- Anexo 1 - Diccionario de Bases de Datos - SIGAP
- Anexo 2 - Manual Usuario

INTRODUCCION

La oferta de nuevas tecnologías para el uso y manejo de la información permite realizar, de forma ágil y eficiente, el desarrollo de actividades técnicas para la prestación de servicios como el alumbrado público. Estos avances tecnológicos generan cambios en los procesos para la maximización de la calidad y la prestación del servicio.

En Colombia, El Ministerio de Minas y Energía expidió, mediante la resolución 18 1331 de agosto de 2009, el reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) con el fin de optimizar este servicio. La Resolución 18 0540 de marzo 30 de 2010, la cual modificó el ANEXO GENERAL DEL RETILAP, introduce un componente que exige la implementación de un sistema de información geográfica. Además de establecer los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas, se dictan otras disposiciones para los parámetros técnicos a seguir para la adecuada disposición del alumbrado público, que incluyen la prestación más eficiente del servicio, propiciando el ahorro de energía eléctrica, contribuyendo así con el medio ambiente y la seguridad de la ciudadanía.

En las disposiciones de la Resolución 18 0540, se plantea como requisito la implementación de una base de datos geográfica, que muestre, en tiempo real, la información concerniente a la ubicación geográfica de cada una de las fuentes lumínicas, ubicadas en cada uno de los municipios del país. La misma plantea que todo municipio debe establecer un sistema de información para el alumbrado público bajo su responsabilidad. Además, aquellos municipios que tengan registrados en su base de datos de infraestructura del Servicio de Alumbrado Público más de 5.000 puntos luminosos, deberán disponer de un sistema de consulta a través de la WEB.

Lo anterior evidencia la importancia de los Sistemas de Información Georreferenciado¹, facilitando la operación y el mantenimiento del Alumbrado Público al disponer de un sistema de información accesible en tiempo real, de eficiencia y calidad en la prestación del servicio.

La presente propuesta consiste en el diseño de un Sistema de Información Geográfica en la WEB, utilizando software libre, para el mantenimiento, uso y operación del alumbrado público, en el área urbana del municipio de Jamundí,

¹ ANEXO GENERAL RETILAP, capítulo 7- interventoría del servicio de alumbrado público-sección 700 interventoría de los contratos de servicio de alumbrado-público. 2 obligaciones de la interventoría de alumbrado público. Pág. 208.

departamento del Valle del Cauca; conforme a la materialización de la Norma RETILAP, específicamente, en lo referente al sistema de información del alumbrado público, con el objeto de modernizar el manejo de la información para el control del alumbrado público y ofrecer un mejor servicio a la comunidad.

La realización de este proyecto, consistió en un desarrollo de actividades de campo a inicios del 2014, donde se geo referenció mediante equipos GPS la localización de las luminarias, con características asociadas como el tipo de luminaria, código del poste entre otras. Con estos datos se procedió a realizar un sistema de información geográfico con el cual se ajustará las necesidades planteadas en la norma RETILAP, para una buena disposición del servicio en cuanto al mantenimiento y control del alumbrado público.

1. ANTECEDENTES

La importancia de los sistemas de información geográfica a nivel de consulta y como insumo para la realización de investigación son determinantes para el desarrollo del propósito que se desea obtener, contar con gran cantidad de información totalmente organizada con una metodología adecuada para recoger datos espaciales y proporcionar un medio eficaz de acceso a toda información relacionada, ahorraría una enorme cantidad de tiempo a los investigadores en encontrar aquello que necesitan².

Un usuario podría buscar información puntual sobre un determinado mapa. En un SIG, se integraría este mismo mapa y se podría realizar una consulta más especializada, como por ejemplo, ese mismo mapa a escala determinada, junto a información de carácter estadístico proporcionaría resultados a lo que se desea encontrar.

El SIG está ahora al alcance técnico y financiero de muchas bibliotecas, empresas, agencias gubernamentales e individuos. Una gran variedad de aplicativos de software enfocados a los SIG y cartografía existe hoy día, con diferentes niveles de complejidad. Cada uno proporciona al usuario la posibilidad de mostrar la información en forma de mapa, realizar análisis y facilitar la toma de decisiones. Herramientas y técnicas de SIG, ofrecen a las bibliotecas un medio valioso para responder a un importante número de referencias y de preguntas de investigación, sobre todo a aquellas que están orientadas a la localización.

El uso de un SIG en la investigación, puede ilustrar, revelar o modelar una situación de orden natural y social, como también facilitar la formulación de preguntas para una mayor investigación.

Las herramientas SIG es el paso inicial hacia el aumento de la alfabetización, donde los servicios públicos bibliotecarios pueden identificar y recomendar las monografías relacionadas con SIG, en cuanto a compra de revistas, software y medios de comunicación, especialmente cuando esos materiales son relevantes para un contenido existente del curso o los objetivos educativos.

Los servicios SIG en las bibliotecas académicas representan una evolución de la información tradicional de estos servicios. Esta evolución generara unas principales tendencias al alza en la creación de la tecnología digital y los datos espaciales a través de Internet.

²Gary Higgs, Mitch Langford, Richard Fry (2013) Investigating variations in the provision of digital services in public libraries using network-based GIS models. *Library & Information Science Research*, 35, 24-32.

La presencia de los SIG en las bibliotecas también refleja el crecimiento e interés en la información existente y su aplicación en toda la sociedad en general, tal como el gobierno, la investigación, la educación y los negocios, sobre todo en la década pasada. Como los formatos de información y patrones de cambio de uso de los servicios de biblioteca deben evolucionar con ellos, junto con el fortalecimiento del personal con conocimientos profesionales existentes.

Actualmente, existen algunas iniciativas en cuanto al uso de tecnologías de sistemas de información geográfica para el manejo de servicios públicos como el alumbrado público. Electrosoftware Ltda³ es una empresa privada que dispone de una plataforma, conforme a la normatividad RETILAP, EnerGIS AP, Sistema de Inteligencia Geográfica para la Gestión en el servicio de Alumbrado Público, el cual integra entre muchos componentes, el manejo de la información geográfica y alfanumérica de la infraestructura de Alumbrado Público (AP), el análisis de consumo, facturación y pagos, entre otros; sin embargo, al ser un proyecto privado, se carece de información específica sobre los módulos e implementación de la tecnología SIG para la operación y mantenimiento del alumbrado público.

Una de las formas en visualizar la importancia de un sistema de Alumbrado público se puede enfocar en el consumo energético que pueda generar este tipo de servicio. El diseño del (AP) juega un papel importante, contar con Información del usuario inicial o final y datos de instalaciones ya disponibles son definitivos para analizar la funcionalidad, estética y el costo-efectividad que plantea GLAVAS, MESARIC e IVANOVIC de la Universidad de Osijek de Croacia, definen una estructura de captura y manejo de información de bajo coste, incorporando celulares el cual incorporan GPS para la toma de datos y software OPEN-SOURCE como lo es el QGIS, mediante esta herramienta SIG implementan un elemental método para la realización de auditoria energética de Alumbrado Público de igual forma enfatizan que la geolocalización mediante los equipos celulares incorporados GPS de poca precisión son útiles para el desarrollo de la propuesta, definitivos en este ejercicio para la creación de cartografía asociada a los puntos luminosos u infraestructura de AP.

Existen una serie de desarrollos del uso del SIG para los servicios públicos en algunos lugares del país. Ejemplo de ello son los *Estudios para la realización del censo georreferenciado y valoración de los elementos de alumbrado público del municipio del Guamo, Tolima - 18 de enero de 2011*, desarrollado por SIGMA INGENIERIA, el cual siendo este proyecto un insumo inicial para la

³ ELECTROSOFTWARE es una empresa colombiana que realiza sistemas de información Geográfica y que ha creado una plataforma en SIG, cumpliendo las exigencias del Retilap

elaboración del Sistema de Información Geográfica no da mención sobre la implementación de un SIG para el Alumbrado Público enfocado al Municipio. Esta misma empresa diseñó un módulo denominado GEOLUMINA, el cual integra un sistema de información geográfica y gerencial para empresas administradoras de Alumbrado Público, como es el caso del Instituto de Valorización de Manizales, quienes lo implementaron para la administración e inventariado de alumbrado público - 03 de Octubre de 2007⁴, no dan mención que su implementación sea de acuerdo a la norma RETILAP.

⁴ GEOLUMINA es el desarrollo tecnológico que ha desarrollado Sigma Ingeniería para realizar plataformas de sistemas de información geográfica para la administración del alumbrado público en Colombia

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El RETILAP establece los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público en Colombia. El servicio de alumbrado público no domiciliario es un sistema con el que se proporciona iluminación a espacios públicos y de circulación, de tránsito vehicular o peatonal, dentro de un perímetro, urbano y rural, de un municipio o un distrito⁵.

Este constituye un servicio indispensable para los ciudadanos, que proporciona ambientes de seguridad como un bien público, y utiliza grandes cantidades de energía eléctrica constante para su operación, lo cual plantea la necesidad de apoyarse en estudios técnicos y la ejecución de una serie de parámetros para una buena prestación del servicio.

Con el aumento creciente de las ciudades, y la clara tendencia en la construcción de viviendas de interés social, construcciones particulares en zonas rurales de los municipios y nuevas urbanizaciones, se requieren la implementación del servicio de Alumbrado Público, lo cual se ve reflejado en instalación de infraestructura de redes de energía (postes, líneas eléctricas, transformadores, e iluminarias, entre otras), en el control y mantenimiento del sistema.

Esta propuesta surge ante la necesidad de diseñar e implementar un proyecto piloto en el municipio de Jamundí, en el Valle del Cauca, para el control, administración y mantenimiento del servicio de Alumbrado Público, el cual es de interés para las entidades territoriales ya que es necesario dar cumplimiento mediante un SIG a lo establecido por el RETILAP, que carecen de suficientes recursos para promover y enfocar esfuerzos en este tipo de requerimientos que permiten la prestación de un servicio más eficiente y controlado a todos los habitantes que hacen uso del espacio público para sus actividades diarias.

⁵ El Instituto De Financiamiento, Promoción Y Desarrollo De Ibagué "INFIBAGUE" busca fomentar, promocionar y contribuir al desarrollo sostenible y con sentido social al municipio de IBAGUE, aplicando entre otras cosas un sistema de administración de alumbrado público acorde a la norma Retilap

3. JUSTIFICACION

El alumbrado público, consiste en la iluminación de las vías públicas, parques públicos y demás espacios de libre circulación, que no se encuentren a cargo de alguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del Municipio, cuyo objeto es proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales⁶.

Como se mencionó anteriormente, al hablar del Alumbrado Público, en la mayoría de los casos, hablamos también de seguridad. Barrios o calles a oscuras permiten, sin dudas, el aumento de las posibilidades de quienes delinquen y ponen en vilo los bienes y fundamentalmente, la seguridad. De igual manera, otro aspecto de importancia relacionado al alumbrado público, es que su servicio se presta durante la noche, en un periodo de 12 horas diarias, los 365 días del año, y al ser una cantidad considerable de focos luminosos, ubicados en zonas urbanas como también en la zona rural de los municipios, representa un consumo importante de la producción energética de nuestro país.

Por esta razón y teniendo en cuenta la importancia del servicio para la población en general, se hace necesario que su prestación sea de forma eficiente, constante y controlada, por lo tanto las soluciones geográficas tecnológicas ofrecen ambientes para analizar y tener una toma de decisiones garantizando una eficiente gestión un mejor aprovechamiento, mantenimiento y productividad del sistema, contribuyendo a espacios más seguros y un excelente servicio a los ciudadanos. La ubicación de cada luminaria que forma parte de la infraestructura del servicio de alumbrado público, en un espacio geográfico determinado, da por hecho, la necesidad de manejar información geográfica.

Según el Anexo General de la Resolución 18 0540 de 2010, para la operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado público se exige que todo municipio debe disponer de un sistema de información, en donde uno de sus componentes, es el inventario de equipos de la infraestructura del servicio de alumbrado público estructurado como base de datos georreferenciada. Además, aquellos municipios con más cinco mil (5.000) puntos luminosos deben disponer de un sistema de información de consulta a través de la WEB. Por ello, el uso de los SIG se convierte en una necesidad establecida por Ley, para implementarse en el manejo del alumbrado público en el territorio

⁶ Blog de Gestion Ambiental Municipal de Valencia España donde se publica un artículo de Introducción al Alumbrado Público, Publicado 21 de Junio de 2013 por Mila Martín (<http://tecnicoambientalenreciclaje.blogspot.com/>).

nacional, reconociendo su importancia como apoyo en la gestión y mantenimiento de la infraestructura de servicios acorde a las necesidades de información, no solo a partir de la localización de las luminarias.

El sistema de información de alumbrado público (SIGAP), permitirá que los usuarios consulten vía web la ubicación de luminarias que se encuentran defectuosas y mediante una llamada, presentar un reporte del daño a la empresa prestadora del servicio, para luego ser incorporada en un cronograma de actividades concerniente a las visitas de reparación y verificación, así, el tiempo de atención se reduce notablemente, atendiendo eficiente y rápidamente desde la localización exacta del daño. Esto propicia un proceso de participación activo de la comunidad vinculada con el sistema de alumbrado público y los procesos de prestación del servicio, ofreciendo un mecanismo para el seguimiento y veeduría en el uso de los recursos públicos, como el mejoramiento en común para la empresa y la comunidad en general.

El sistema, permitiría que se planee con anticipación el mantenimiento de luminarias según su tiempo de utilidad y el reemplazo preciso de cada una de ellas, luego de concluir el tiempo de vida útil. En la actualidad, esto es difícil de hacer, dada la cantidad de focos luminosos presentes en las vías públicas, para lo cual se dificulta tener información organizada en tiempo real, sobre el tiempo de reparación, tipo de luminarias, reemplazo u mantenimiento de las mismas. Esto permitiría, que se hagan las gestiones necesarias para adquirir repuestos, equipos, luminarias y demás elementos que se han de necesitar, permitiendo que se ahorren costos de planeación y operación, mejorando la eficiencia de los operarios.

Esta herramienta garantizará un manejo más eficiente en cuanto a la operación, administración y mantenimiento de las luminarias. Objetivos fijados para la buena operación del servicio de alumbrado público en cada uno de los municipios que cumpla con el requisito mínimo de luminarias en el territorio nacional y acorde a la normativa existente.

El sistema de información geográfica de alumbrado público, SIGAP, conforme al RETILAP, se propone como aplicación diseñada para tener capacidad multiusuario, con acceso vía WEB a través de cualquier navegador, con el objetivo, de que pueda ser consultado por distintos usuarios y operarios del sistema.

Una de las ventajas de la operación del SIG con software libre (GNU -General Public License), es que no implica costos de adquisición de programas ni de licencias adicionales, y al no depender de productos comerciales, su crecimiento es constante con numerosos desarrolladores. Lo cual hace que el

sistema mejore con el tiempo sin estar sujeto a cambios u actualizaciones que causarían sobrecostos.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una herramienta para facilitar la administración, operación y mantenimiento del servicio del alumbrado público, accesible en la web, con información espacial actualizada, conforme a las labores de modernización y expansión de la infraestructura de alumbrado público, de acuerdo a lo establecido en la normatividad RETILAP, en el casco urbano del municipio de Jamundí, Valle del Cauca.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Buscar y ajustar la cartografía base, con la definición de un sistema de referencia único.
- Recolectar información mediante receptor GPS Rover mono frecuencia, y un colector integrado donde se incorpora un diccionario de datos previamente definido, con y asignación del sistema de referencia ya definido.
- Identificar los elementos del alumbrado público existente, objeto del trabajo.
- Procesar la información recolectada de campo, con la transformación de datos geográficos al sistema de referencia único.
- Procesar la información colectada de cada luminaria con sus respectivas características; una vez ésta sea validada con todas las fuentes de información.
- Realizar una herramienta WEB para los usuario del sistema de alumbrado público, que les permita participar activamente en la mejora del servicio.
- Definir el espacio público carente de iluminación.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO – RETILAP

En la Resolución No. 18 1331 de agosto 06 de 2009, por la cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP y se dictan otras disposiciones, se evidencia la importancia de los sistemas de información, con el objetivo de facilitar la operación y el mantenimiento del alumbrado público, al disponer de un sistema de información sobre las principales elementos que lo componen.

La Sección 710 de la Resolución en mención, correspondiente al *Sistema de Información de Alumbrado Público*, establece que todo municipio debe establecer un sistema de información del alumbrado público bajo su responsabilidad; además, este deberá dividirse en ciertos componentes, cuyos objetivos están centrados en atender a un inventario de componentes de la infraestructura del servicio de alumbrado público estructurado como base de datos georreferenciada; consumos, facturación, recaudos; recursos para financiamiento de expansión o modernización de la infraestructura de servicio de alumbrado público. Lo cual se hace con el fin de facilitar la administración, operación y mantenimiento eficaz y eficiente en la prestación del servicio.

Los municipios que tengan registrados en su base de datos de infraestructura del Servicio de Alumbrado Público más de cinco mil (5.000) puntos luminosos, deberán disponer de un sistema de consulta a través de la WEB con la información de Alumbrado Público, en las áreas operativa y de atención al Cliente. (Reglamento técnico de alumbrado público - Retilap)

5.2. LUMINOTECNIA

La Luminotecnia es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación. Sus magnitudes principales son⁷:

5.2.1 Flujo luminoso

Es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa y se define como: Potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible se mide en Lumen (Lm)

$$\Phi = \text{Flujo luminoso(lumen)}$$

⁷ LUMINOTECNIA. LEYES Y CURVAS. CURVAS DE DISTRIBUCION LUMINOSA. CURVAS ISOLUX <<http://www.tuveras.com/luminotecnia/luminotecnia.htm>>

Tabla 1. Ejemplos de flujos luminosos

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Lámpara de incandescencia de 60W. | 730 Lm |
| Lámpara fluorescente de 65W "blanca" | 5.100 Lm |
| Lámpara alógena de 1000W | 22.000 Lm |
| Lámpara de vapor de mercurio 125W | 5.600 Lm |
| Lámpara de sodio de 1000W | 120.000 Lm |

5.2.2 Eficiencia Luminosa

Expresa el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de la fuente como un instrumento destinado a producir luz por la transformación de energía eléctrica en energía radiante visible. Es el cociente entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total consumida por la fuente.

$$\rho = \frac{\Phi}{W} \text{ lumen/watio}$$

Ilustración 1. Transformación de energía eléctrica a energía radiante.
Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/luminotecnia.htm>



5.2.3 Curvas Isolux

Son líneas que unen puntos de una superficie que tienen igual nivel de iluminación. Son análogas a las curvas de nivel de los planos topográficos, pero ahora en lugar de metros indican lux.

Normalmente las curvas isolux se suministran, para una determinada luminaria, reducidas a la distancia de 1 metro y referidas a 1000 lúmenes. Los valores de las curvas a otra distancia y a otro flujo luminoso se realizan mediante la fórmula:

Si las lámparas en lugar de 1000 Lm tienen un flujo Φ la nueva iluminación E valdrá:

$$\left. \begin{array}{l} E_1 = k 1000 \\ E = k \phi \end{array} \right\} E = \frac{E_1 \phi}{1000}$$

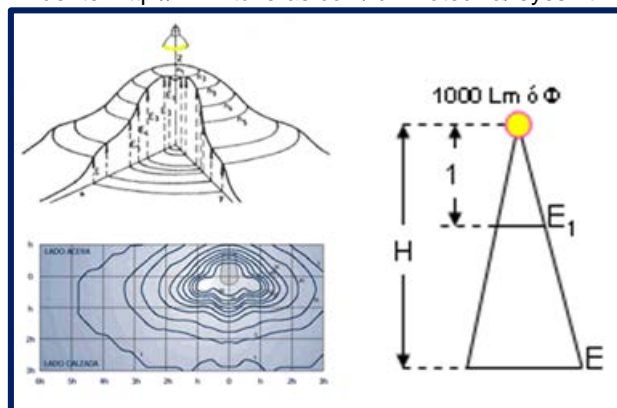
Si en lugar de 1 m la distancia es H la E valdrá:

$$\left. \begin{array}{l} E \\ E_1 = \frac{1^2}{H^2} \end{array} \right\} E = \frac{E_1}{H^2}$$

Si las lámparas en lugar de 1000 Lm tienen un flujo ϕ y la distancia es H la iluminación E valdrá:

$$E = \frac{E_1 \phi}{1000 H^2}$$

Ilustración 2. Curvas Isolux
Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/leyes.htm>



5.3. LUMINARIAS

Para iluminar espacios carentes de luz es necesaria la presencia de fuentes de luz artificiales, las lámparas, y aparatos que sirvan de soporte y distribuyan adecuadamente la luz, las luminarias. De esta forma es posible vencer las limitaciones que la naturaleza impone a las actividades humanas.

5.3.1 Características de las luminarias

Las luminarias, constan de un conjunto de elementos que permiten un mejor manejo al momento de su instalación y toda su construcción, ha sido diseñada para una fácil manipulación al momento de realizarle su debido mantenimiento y reparación.

Los elementos que componen la luminaria, son un porta lámpara, que es una carcasa en aluminio inyectado a alta presión, que consta de una Semicarcasa Superior y una Semicarcasa Inferior, con un diseño aerodinámico, gran

resistencia a impactos, acabado en pintura resistente a la corrosión y un pestillo de cierre, que permite el acceso al interior de la luminaria sin usar herramientas. En su interior, resguarda todos los elementos técnicos que permiten un buen funcionamiento de la lámpara, protegiendo cada uno de los componentes, al ofrecer un sellamiento óptimo, permitiendo que solo sean ingresados los cables de alimentación desde el exterior y separando el conjunto óptico (Reflector de aluminio, que permite una reflectancia óptima en la distribución de la luz y la bandeja porta equipos, que es donde van ubicados los elementos eléctricos de la luminaria). Tiene igualmente, el refractor de vidrio templado que puede ser curvo o plano, que presenta una construcción que le permite tener una resistencia a choques térmicos y mecánicos y que es incorporado a la semicarcasa inferior mediante junta de silicona y pisa vidrios, para garantizar una hermeticidad. En el exterior, generalmente sobre la carcasa superior, va ubicada la Fococelda, que enciende y apaga la luminaria con la carencia u aumento de iluminación, como sucede en el atardecer y amanecer.

La luminaria posee un ajuste gradual en un ángulo horizontal y vertical, en la parte de sujeción al brazo, e igualmente, un ajuste en la bombilla para la distribución fotométrica de la lámpara, mediante un reglaje horizontal y vertical. El costo y tamaño de las luminarias, van acordes a las necesidades y su forma varía de acuerdo a cada fabricante.

5.4. MANTENIMIENTO DE BOMBILLAS DE ALUMBRADO PÚBLICO

5.4.1 Causas que hacen que la bombilla no encienda

Fin de la vida útil de la bombilla

El fin de la vida útil de las bombillas ocurre cuando los electrodos se han agotado, haciendo difícil o imposible la ionización y establecimiento del arco, impidiendo de esta manera el calentamiento para lograr la completa emisión lumínica.

La elevación de la tensión en el tubo de arco debida a la gasificación de contaminantes también puede causar el fin de la vida útil de las bombillas. El procedimiento de revisión es utilizar una bombilla de prueba en la misma luminaria, con el fin de verificar las condiciones de funcionamiento. Reemplazar la bombilla si es necesario.

Bombilla mal ajustada en el porta bombilla

Inspeccionar el casquillo de la bombilla y la parte roscada del porta bombilla para ver si existe alguna indicación de arco eléctrico. Apretar la bombilla para

que su ajuste sea el adecuado. Si el casquillo está deformado y no se puede colocar apropiadamente, reemplazar la bombilla.

Control fotoeléctrico inoperante

Verificar que el foto control se encuentre bien ajustado en su base, cubrirlo durante algunos segundos y reemplazarlo si la bombilla no enciende.

Si se cuenta con equipo de control múltiple comprobar que la tensión y la intensidad son las adecuadas, para su correcta operación; verificar continuidad entre los terminales de la bobina y el estado de los fusibles.

Alambrado defectuoso o inapropiado

Verificar que el alambrado esté de acuerdo con el diagrama del balasto. Examinar el alambrado de la línea de alimentación al balasto y del balasto al porta bombillas para establecer continuidad. Asegurarse del buen estado de las conexiones.

Tensión baja en la luminaria

Verificar la tensión de alimentación del balasto. Para la mayoría de los balastos este valor debe estar entre 10% del valor nominal. La revisión deberá efectuarse con carga completa. Si el balasto cuenta con derivaciones, se deberá seleccionar la derivación de acuerdo con la tensión de alimentación medida en el balasto. Si se detecta baja tensión incrementar éste o mover la derivación a la siguiente posición. Si existe una mala conexión corregir la forma de derivación.

Balasto inadecuado

Asegurarse de que las especificaciones del balasto estén de acuerdo con la tensión de línea y de bombilla. Un balasto inadecuado causará que la bombilla falle prematuramente.

Balasto en cortocircuito

Un balasto en cortocircuito causa generalmente la rotura en los sellos del tubo de arco con un ennegrecimiento indicativo en el área de sellado. La condición de cortocircuito puede presentarse debido a que los condensadores, los conductores de alimentación de la luminaria o las bobinas del balasto se encuentran en cortocircuito.

Por ello es importante que antes de colocar una bombilla en una luminaria se revise el conjunto eléctrico, ya que en el caso de bombillas que no necesitan pulso de arranque, como las bombillas de mercurio, estas pueden explotar al ser colocadas y estar el balasto en cortocircuito, provocando lesiones graves al operario. En este caso se recomienda colocar en el porta bombilla, primero una bombilla incandescente de 150 V o 220 V y dependiendo del brillo de la luz de la bombilla, determinar si el balasto está en corto o no.

Fin de la vida útil del balasto

La apariencia del balasto nos puede dar un indicio de las condiciones de trabajo. Si el balasto está carbonizado, nos indica que ha estado sujeto a un calentamiento excesivo.

Insuficiente tiempo de enfriamiento cuando la bombilla ha estado operando (reencendido)

Toda bombilla de descarga de alta intensidad, requiere de un período para restablecer las condiciones de arranque óptimas, cuando existe una interrupción momentánea en la línea de alimentación después que la bombilla ha estado operando. En una luminaria, el tiempo de reencendido varía de acuerdo con la temperatura ambiente y las corrientes de aire existentes. Las bombillas de vapor de mercurio, requieren de 4 a 8 minutos para enfriarse y las bombillas de sodio alta presión, requieren de 1 minuto aproximadamente.

Arrancador inadecuado (Sodio alta presión y mercurio halógeno)

El diseño de los balastos y arrancadores, requiere que los dos componentes sean compatibles, para proveer el pulso de arranque de nivel apropiado. Un bajo pulso no arrancará la bombilla, un alto pulso causará la destrucción de los componentes de la bombilla.

Arrancador defectuoso (Sodio alta presión y mercurio halógeno)

Si el pulso de alto voltaje que provee el arrancador, no se genera o está abajo de las especificaciones, la bombilla fallará en el arranque. Si el arrancador proporciona valores por debajo de los especificados inicialmente, la bombilla puede arrancar pero fallará en arranques subsecuentes, ya que la tensión de arranque requerido por la bombilla, puede incrementarse durante cortos períodos mientras la bombilla se encuentra en su periodo de encendido.

5.4.2 Causas que acortan la vida de la bombilla

Bulbo exterior agrietado

Si el aire entra en el bulbo exterior, el tubo de arco puede continuar trabajando aproximadamente 100 horas antes que se produzca la falla. Revisar si el bulbo está roto donde se une la base, debido a la fuerte presión en el momento de colocar la bombilla en el portabombillas o si existen rayaduras producidas por el portabombillas. Observar si el tubo de arco no está roto o existe alguna parte de metal desprendida. El bulbo roto causará la oxidación de las partes metálicas. En bombillas de vapor de sodio alta presión el depósito de material oscuro, cerca del cuello del bulbo se volverá blanco o desaparecerá. En cualquiera de los casos anteriores reemplazar la bombilla.

Balasto inadecuado o en mal estado

La selección de un balasto inadecuado que no esté de acuerdo con la tensión de la red y de la bombilla causa que la bombilla falle prematuramente.

Un balasto en cortocircuito causa la rotura en los sellos del tubo de arco de la bombilla.

Fluctuaciones de tensión en la red

Cuando hay deficiencias en la regulación de tensión de la red, es posible sobre todo en las horas de la madrugada tener altas tensiones que ocasionan un aumento en la corriente de la bombilla, aumentándose el desgaste en los electrodos del tubo de descarga y causándose con ello una disminución de la vida de la bombilla.

5.4.3 Causas del parpadeo de la bombilla (Intermitente o cíclico)

Balasto inadecuado

Con bombillas de vapor de mercurio, un balasto inadecuado causará parpadeo o una operación errática. Las bombillas de vapor de sodio alta presión, identificarán si el balasto no proporciona la suficiente tensión de circuito abierto para el sostenimiento de la bombilla y esto sucede generalmente cuando la bombilla de sodio llega al final de su vida útil. Una discontinuidad en el alambrado del balasto, también puede causar el parpadeo. Comprobar la tensión de circuito abierto del balasto y la tensión de alimentación de la luminaria.

Tensión variable

Verificar si las condiciones de tensión del transformador son adecuadas. Asegurarse que no existan falsos contactos, malas conexiones o cargas ajenas al sistema de alumbrado, conectadas a la línea tales como motores o máquinas de soldar.

Alta descarga en la bombilla

El funcionamiento químico de una bombilla defectuosa, algunas veces causa que ésta demande mayor tensión del que el balasto puede suministrar, dando como resultado que la bombilla se apague y se encienda en forma cíclica. Reemplazar la bombilla.

Fin de la vida útil de la bombilla (sodio alta presión únicamente)

Debido a que la bombilla de vapor de sodio a alta presión se enciende por lo general en largos periodos de tiempo, su tensión de operación tiende a incrementarse. Esta tensión puede llegar a valores en donde el balasto no puede sostener la bombilla. Cuando esto sucede, la bombilla mostrará características de ciclo encendiéndose y apagándose. Reemplazar la bombilla después de verificar la tensión de circuito abierto del balasto, con la tensión de operación de la bombilla a su tensión nominal.

5.4.4 Causas que hacen que la bombilla produzca emisión lumínica reducida

Acumulación de polvo

Efectuar limpieza de la bombilla y la luminaria

Depreciación normal del flujo luminoso a través de sus horas de vida

Reemplazar la bombilla

Tensión incorrecta en el balasto

Comprobar que la tensión de alimentación del balasto y la tensión seleccionada en la derivación del mismo coincidan. Si el balasto no cuenta con derivaciones, comprobar el rango de tensión de alimentación al balasto, revisar sus conexiones y el contacto en el porta bombillas. Comprobar los parámetros proporcionados a la salida del balasto, asegurándose que cumplan con los requerimientos de la bombilla. Si la tensión y la corriente no se estabilizan en 5 o 10 minutos, tiempo de calentamiento, los parámetros proporcionados por el balasto son incorrectos. Comprobar si el alambrado al condensador es el

adecuado. Un balasto inadecuado causa que la bombilla falle prematuramente.

5.4.5 Causas de rotura de la bombilla

Colocación inadecuada

Colocar la bombilla hasta hacer un contacto firme, no forzar demasiado la bombilla.

Exceso de temperatura en la bombilla

Cuando la tensión en la red es muy alto, se incrementa la corriente en la bombilla y se produce un recalentamiento excesivo que en algunos casos llega a romper el bulbo de vidrio de la bombilla.

Contacto del bulbo con partes metálicas

El recalentamiento producido por la bombilla al estar en contacto con una parte metálica de la luminaria puede fracturar el vidrio de la bombilla.

5.4.6 Diferencia de color entre bombillas de un mismo grupo

Envejecimiento de la bombilla

Al envejecerse la bombilla, existirá una disminución normal en la emisión lumínica y en la brillantez, pero puede ocurrir un ligero cambio de color. Un sistema de mantenimiento con reemplazo individual, puede mostrar diferencias notables en el color de las bombillas. Un sistema de reemplazo colectivo, minimizará este problema.

Rango de tolerancia de fabricación

Todo proceso de manufactura requiere de tolerancias para la fabricación. Las ligeras diferencias en los colores de las bombillas, pueden ser causadas por la variación en las cantidades de material es en el tubo de arco. Si las variaciones son notables, consultar al proveedor de las bombillas.

Adicionalmente, el color se afecta por las variaciones de tensión. Los vatios proporcionados a las bombillas de descarga de alta intensidad , pueden variar:

- En más o menos 5% para luminarias que utilizan bombillas de sodio y mercurio con balasto tipo reactor.
- En más o menos 10% para luminarias que utilizan bombillas de sodio con balasto tipo auto regulado CWA.

Variaciones en luminarias

Las variaciones en la superficie o acabado de los reflectores pueden causar diferencia de color. Intercambiar la bombilla para verificar la posible diferencia en luminarias. El polvo en las superficies de las luminarias, puede crear diferencia en el color, de aquí la importancia de una limpieza adecuada.

5.4.7 Causas del ennegrecimiento del tubo de arco o deformación del mismo

Operación a sobrevatiage

Comprobar la posibilidad de que la bombilla esté operando con un balasto diseñado para una bombilla de mayor potencia. Una operación con sobrevatiage puede causar un ennegrecimiento prematuro. Comparar los datos del balasto con los de la bombilla.

Excesiva corriente o tensión. Condensador en cortocircuito

Comprobar la tensión en el balasto. Verificar la posibilidad o existencia de un exceso de corriente o tensión el cual puede dañar el tubo de arco en los sellos del mismo o bien destruir los listones de conexión en el interior de la bombilla. Comprobar si no existe un cortocircuito en el(los) condensador(es) y en tal caso reemplazar el balasto.

Problema de reflector de la luminaria

El reflector puede concentrar energía en el tubo de arco causando sobrecalentamiento. La luminaria deberá ser analizada en un laboratorio fotométrico.

Operación a brillo parcial

Sobre ciertas condiciones de operación de la bombilla y/o balasto, la bombilla operará a una descarga parcial (resplandor azul tenue), condición que causará el envejecimiento del tubo de arco y corta vida. Verificar el balasto y la posición de operación de la bombilla, ya que puede ser una bombilla de operación horizontal base hacia abajo o base hacia arriba, diferente a la posición en la cual está funcionando.

5.5 MANTENIMIENTO DE LUMINARIAS Y PROYECTORES DE ALUMBRADO PÚBLICO

La conservación de toda instalación es básica para el desempeño de la misma y de su aumento de la vida útil.

Una instalación de alumbrado público requiere fundamentalmente la limpieza de la suciedad que se acumula en las bombillas, reflectores y refractores de las luminarias, ya que ésto es lo que más contribuye a la depreciación del sistema de alumbrado público; además la larga vida de las bombillas de descarga en gas (20000 horas) obligan a que periódicamente se hagan programas de limpieza de las luminarias, independiente de la necesidad del cambio de bombillas.

Un período razonable de limpieza en zonas de polución media o muy polucionadas es de por lo menos una vez al año y como máximo cada dos años. En sitios de polución excesiva la limpieza debe hacerse con mayor frecuencia.

En el mantenimiento de luminarias, las cuadrillas deben disponer de paños o estopa, detergentes y esponjas necesarios para los trabajos de limpieza.

Los detergentes no deberán ser ni muy ácidos ni muy alcalinos para limpiar los reflectores de aluminio. Las superficies de los vidrios refractores deberán ser aseadas con virutas finas de acero frotándolas después con un paño o estopa limpia y seca.

No hay que generalizar en cuanto a la utilización de los mismos productos que se usan para el vidrio refractor, ya que los vidrios lisos no lo necesitan y los refractores acrílicos pueden alterar su estabilidad física y perjudicar su transparencia.

Es importante realizar los trabajos de limpieza en las instalaciones de alumbrado público porque la mayor pérdida de flujo luminoso se debe principalmente a la suciedad y polvo que se acumula en las bombillas y luminarias que puede representar hasta un 40% de los valores iniciales de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público.

Al hacer el cambio de una bombilla se debe limpiar el reflector de la luminaria, verificar que la luminaria esté bien asegurada al soporte y que esté bien instalada, verificar la adecuada orientación del ojo (fotocelda) del fotocontrol. Se debe garantizar la hermeticidad del cierre del conjunto óptico de la luminaria, en el caso de luminarias cerradas.

Cuando se realicen reemplazos de luminarias, se debe tener en cuenta que deben ser cambiadas por luminarias de las mismas características fotométricas y preferiblemente de la misma referencia, para conservar el diseño de la vía.

5.6 MANTENIMIENTO DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO PÚBLICO

Antes de abordar el mantenimiento correctivo de los circuitos de alumbrado público hay necesidad de revisar y descartar la posibilidad de que el daño sea debido a las bombillas, luminarias y controles de alumbrado. Generalmente cuando se presenta un daño en la red de alumbrado público se afecta a varias luminarias del circuito, sí no es que las afecta a todas.

En el caso de control múltiple de alumbrado, aunque la red esté en buen estado, se puede presentar un daño que afecte todas las luminarias debido a desperfectos en el control.

5.6.1 Defectos del circuito de alumbrado debido a conexión incorrecta de las luminarias

En redes de distribución de baja tensión, debido a que se hace un control múltiple del circuito de alumbrado a través de un contactor y una línea de control, se debe tener un estricto orden en la conexión de las luminarias.

En el caso de CODENSA S.A. el alumbrado de las vías secundarias utiliza las redes de distribución de baja tensión de la zona, adicionando una línea para el control múltiple del alumbrado público. (Red abierta)

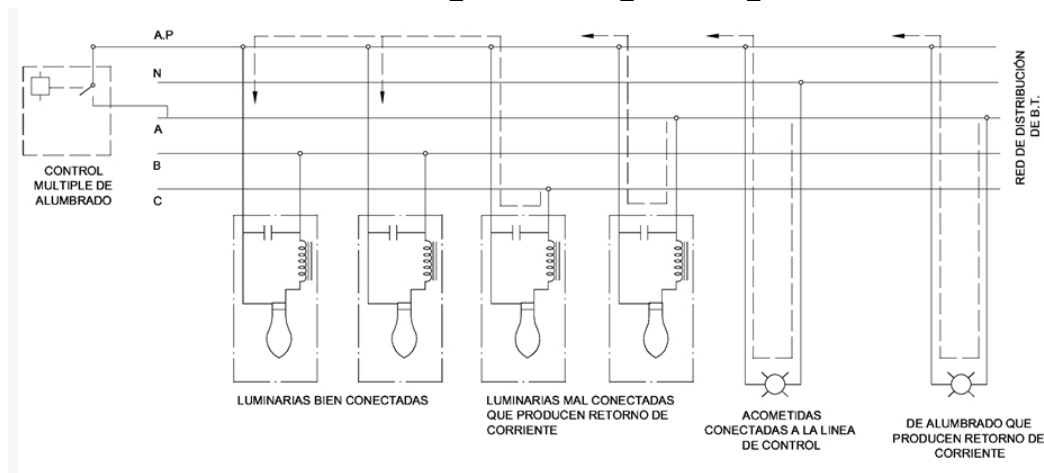
Las luminarias de alumbrado de vías secundarias son bifásicas a 208 voltios y se conectan entre la línea de control de alumbrado y la segunda fase. La línea de control de alumbrado es energizada por la primera fase a través del equipo de control automático, que puede ser un contactor, un foto control o un reloj, dependiendo de la carga del circuito de alumbrado y si el sitio de instalación del control es a la intemperie o en recinto cerrado.

Cuando existe desorganización en la conexión de las luminarias en un circuito de control múltiple de alumbrado, se pueden presentar los siguientes casos:

Ilustración 3. Conexión alumbrado público

Fuente:

http://ikinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/generalidades_ap/ap_recomendaciones_6_9_recomendaciones_mantenimiento_alumbrado_1411



Retorno de corriente por conexión errónea de alguna luminaria

La conexión errónea puede ser porque una o varias luminarias están conectadas entre la línea de control y la primera fase o entre la línea de control y la tercera fase.

Las bombillas de las luminarias conectadas entre la línea de control de alumbrado y la primera fase, permanecen apagadas en la noche y durante el día algunas bombillas del circuito tratan de arrancar en forma intermitente.

Cuando existen luminarias conectadas entre la línea de control de alumbrado y la tercera fase, aunque el alumbrado de noche se ve normal, durante el día también algunas bombillas tratan de arrancar en forma intermitente.

Retorno de corriente por conexión de una carga monofásica a la línea de control de alumbrado

En las redes de distribución con control múltiple de alumbrado puede darse el caso de que una carga o acometida sea conectada a la línea de control de alumbrado. En este caso, durante el día se presenta una corriente de retorno que trata de arrancar en forma intermitente algunas bombillas del circuito de alumbrado.

El retorno de corriente presentado por problemas de conexión de las luminarias, además de las deficiencias propias de la instalación, también afecta la vida útil de las bombillas debido a los intentos de arranque, aumenta el

consumo diario de energía y representa un peligro potencial para los operarios al estar energizada de día la línea de control de alumbrado público.

5.6.2 Daños en redes subterráneas de circuitos exclusivos de alumbrado público.

El alumbrado público de las principales avenidas es alimentado mediante circuitos subterráneos exclusivos, trifásicos tetrafilares 480/277 V. Las luminarias se conectan entre fase y neutro y se controlan generalmente en forma individual, mediante foto controles instalados sobre la carcasa de cada luminaria.

Los daños más frecuentes que se presentan en las redes subterráneas de alumbrado público son:

Cortocircuitos entre conductores

Debido al deterioro del aislamiento por envejecimiento natural, recalentamiento por originadas en cortocircuitos de luminarias, mal manejo de los cables al introducirlos en la ductería, o al ataque del medio ambiente, ocasiona que hagan contacto eléctrico dos o más conductores.

Este defecto provoca la actuación de la protección y por lo tanto la apertura del circuito.

El daño se identifica mediante prueba de aislamiento con un medidor de aislamiento (MEGGER), en el extremo de los conductores del circuito que presenta la falla. Una vez identificado el daño, se localiza éste destapando las cajas de inspección.

Falla a tierra

Por causas similares a las del defecto antes mencionado, un conductor de fase puede ponerse a tierra. Si el contacto es pleno, la anomalía puede hacer actuar la protección. Si el contacto tiene una alta impedancia, la falla constituye una carga adicional que ocasiona caída de tensión en el circuito. Esta falla se identifica y localiza como el defecto anterior.

Discontinuidad en una de las fases del circuito de alumbrado

Golpes accidentales, movimientos frecuentes, oxidación o un calentamiento excesivo del conductor causado por sobrecarga o corto circuito puede provocar su rotura, dejando sin alimentación al circuito a partir de punto de falla.

El daño se identifica por ausencia de tensión detectada mediante un voltímetro conectado en el extremo del circuito.

Para su localización se requiere realizar mediciones de tensión sucesivas, por tramos, comenzando por el extremo del tramo que se encuentre fuera de servicio avanzando de la fuente hacia las cargas.

Discontinuidad en el neutro

Como los circuitos exclusivos de alumbrado público, 480/277 V, son trifásicos tetrafilares; cuando el conductor neutro del circuito no está conectado al neutro del transformador o está abierto en algún punto, produce fluctuaciones de tensión en el circuito o al final de un tramo del circuito a partir de la discontinuidad del neutro, que se manifiesta en encendidos y apagados periódicos de las bombillas.

La discontinuidad del conductor neutro no permite obtener una iluminación permanente, reduce la vida útil de las bombillas y representa una condición potencialmente peligrosa para los transeúntes y operarios. Como una medida de seguridad, en los circuitos exclusivos de alumbrado público se aterriza el neutro cada tercer poste o cajas y al final del circuito.

5.7. SOFTWARE LIBRE

La presente propuesta se enmarca en el ámbito de ofrecer una alternativa tecnológica basada en la utilidad y en los bajos costos, pensado en la libertad de los usuarios a la hora de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software y la información que disponga.

Algunas de las libertades esenciales que deben tener los usuarios al considerar el uso de un software son las siguientes:

- La libertad de ejecutar el programa, para cualquier propósito.
- La libertad de estudiar cómo opera el programa, y cambiarlo para que realice conforme a sus necesidades. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- La libertad de redistribuir copias para que pueda ayudar a otros usuarios.
- La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros. Si lo hace, puede dar a toda la comunidad una oportunidad de beneficiarse de sus cambios. De nuevo, el acceso al código fuente es una condición necesaria.

La libertad de ejecutar el programa se refiere a la libertad para cualquier tipo de persona u organización de usarlo en cualquier tipo de sistema de computación, para cualquier tipo de trabajo y propósito, sin estar obligado a comunicarlo a su programador, o alguna otra entidad específica. En esta libertad, el propósito de los *usuarios* prima sobre el propósito de los programadores. Cada usuario es libre de ejecutar un programa para sus propósitos; y si lo distribuye a otra persona, también es libre para ejecutarlo para sus propósitos.

El acceso al código fuente es una condición necesaria para el software libre, lo cual no significa «que no sea comercial». Un programa libre debe estar disponible para uso, programación y distribución comercial. La programación comercial de software libre ya no es inusual. Puede haber pagado dinero para obtener copias de software libre, o puede haber obtenido copias sin costo. Pero sin tener en cuenta cómo obtuvo sus copias, siempre tiene la libertad de copiar y modificar el software, incluso de vender copias.

Si una modificación constituye una mejora es un asunto subjetivo. Si sus modificaciones se limitan, en esencia, a los cambios que otra persona considera una mejora, eso no se trata de libertad.

Cuando se habla de software libre, es mejor evitar usar términos como «regalar» o «gratis», porque dichos términos implican que el asunto pasa por el precio, no la libertad.

5.8 DATOS E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

5.8.1. Dato geográfico

Un dato científico es una proposición referida a un suceso probado, que se almacena como prueba de un objeto o evento tras su interpretación. En el caso de los datos geográficos, la proposición refiere a una descripción espacial. Así, se dice que “los datos geográficos son entidades espacio temporales que describen y cuantifican la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos u objetos naturales o sociales” (IGAC, 1998).

Todo dato espacial o entidad del paisaje cumple los siguientes principios. Tiene posición absoluta: sobre un sistema de coordenadas (x, y, z). Tiene una posición relativa: frente a otros elementos del paisaje (topología: incluido, adyacente, cruzado, etc). Tiene una ilustración geométrica que lo representa (punto, polilínea, polígono). Tiene atributos que lo describen (características del elemento o fenómeno). Desde la perspectiva tecnológica, los SIG deben ser capaces de manipular y analizar entidades, atributos, geometría y topología, de forma integrada.

5.8.2. Tipos de datos geográficos

La particularidad de un dato geográfico es que la unidad de observación está ubicada espacialmente, es decir, georreferenciada. Dicha unidad puede ser:

- **Unidad Natural:** La referencia espacial es intrínseca al hecho observado (vegetación, suelos, etc).
- **Unidad Artificial:** La referencia espacial es extrínseca al hecho observado (veredas, municipios, departamentos, entre otros). Se trata de áreas limitadas arbitrariamente por el ser humano.

Según el número de dimensiones a la cual se referencia la unidad, los datos espaciales pueden ser:

Puntuales: Cuando representan objetos o eventos cuya dimensión es insignificante o nula para una determinada escala. Por ejemplo, casas, torres de vigilancia, estaciones pluviométricas. Los datos que refieren a objetos con dimensión de área escasa pero considerable extensión vertical también son tratados como puntos. Es el caso de los pozos de las perforaciones geológicas o mediciones subterráneas que aportan datos sísmicos, etc.

Lineales: Representan objetos o sucesos cuya dimensión espacial es la longitud. Se definen mediante un par de coordenadas (x,y) y pueden representar caminos, ríos, líneas de conducción eléctrica, túneles, etc. Estos datos cambian de naturaleza con la escala. Así, la línea que representa una avenida a cierta escala puede ser representada como un dato bidimensional o de área en una escala mayor.

Superficiales: Describen objetos o sucesos que existen como superficies o áreas que pueden representarse como polígonos definidos como una serie cerrada de puntos de coordenadas espaciales.

5.8.3. Tipos de polígonos

Son datos que describen objetos o sucesos que existen como superficies o áreas que pueden representarse como polígonos definidos como una serie cerrada de puntos de coordenadas espaciales.

Polígono aislados: cuando el límite del polígono no es contiguo a ningún otro polígono.

Polígono adyacente: cuando se comparte parcialmente el límite del polígono con otro o varios polígonos.

Polígono isla o Incluido: cuando un polígono está totalmente dentro de otro.

5.8.4. Información geográfica

Se denomina Información Geográfica (IG) a aquellos datos espaciales georreferenciados requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos geodatos poseen una posición implícita (la población de una sección censal, una referencia catastral, etc.) o explícita (coordenadas obtenidas a partir de datos capturados mediante GPS, etc.).

5.9. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRAFICA -SIG

En la actualidad, se pueden encontrar diversas definiciones para un los Sistemas de Información Geográfica-SIG, las cuales se refieren al manejo de la información por medio de bases de datos, además, en la concepción de éste como un sistema integrado, con el cual se puede conocer la información y los procesos que suceden en un ambiente geográfico determinado; y para efectos de esta investigación sirve de soporte para identificar, almacenar, clasificar información de componentes como la infraestructura de una ciudad, municipio, departamento o a un nivel nacional.

El SIG es un sistema compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación. Su definición más generalizada, es que el SIG ofrece herramientas de ayuda para la solución de un problema en particular, que se apoya en un conjunto de metodologías, procedimientos y programas informáticos, especialmente diseñados, para manejar información geográfica y datos temáticos asociados. Lo cual lo convierte en una herramienta útil para entender y presentar hechos que ocurren sobre la superficie terrestre.

Frente a la necesidad creciente de brindar soluciones a diversos problemas y procesos de índole espacial y la cantidad de información de varios fuentes que esto involucra, el acceso a la información es vital para entender dichos procesos, tales como almacenamiento y manipulación de la misma, con el objeto de analizar, identificar patrones, relaciones y tendencias, con el fin de tomar decisiones.

A partir de este contexto, el manejo de información y la importancia los SIG en estos procesos, las soluciones tecnológicas, como las que con este trabajo, se ofrecen, permite realizar un análisis de información al relacionarlo con la geografía y ubicación espacial, partiendo de que los fenómenos de estudio ocurren en un lugar y tiempo determinado, y al disponer de diversa información a diferentes lugares, se deben brindar respuestas a preguntas no predefinidas.

Lo cual debe de incluir una base de datos, una base de conocimientos (conjunto de procedimientos de análisis y manipulación de los datos) y un sistema de interacción con el usuario, para el acceso a la información obtenida, almacenada, integrada, manipulada, analizada y representada por medio de datos relativos a la superficie terrestre (A.G.I., Association for Geographic Information).

5.9.1. El SIG con datos georreferenciados

La utilidad de los sistemas de información geográfica puede ser llevada a ámbitos muy variados y con diversas utilidades. El SIG, nos da una serie de herramientas para gestionar búsquedas geográficas, análisis y visualización y dado que los SIG trabajan con Información Geográfica (IG), su verdadero valor radica en mostrar la verdadera realidad geográfica.

El SIG gira alrededor del interés por conocer cierto *aspecto del mundo real* y de intentar explicarlo mediante un *modelo*. Estudia el concepto de *medida* de los componentes como parte fundamental del desarrollo del modelo y el concepto de *control* como generador del modelo del SIG. Acorde con esto, la realización y estudio de un modelo basado en la realidad, debe de tener información concerniente contexto geográfico estudiado. Para ello, los SIG requieren de información real existente, para obtener resultados, que se ajusten lo mayor posible a la realidad, tanto en ubicación y tiempo. Este último aspecto, se aborda a partir de la consulta en tiempo real de la información, bien sea a partir de la actualización de la información, posiblemente vía WEB, permitiendo consultar, analizar y actualizar desde cualquier lugar de ubicación.

5.9.2. Componentes de un SIG

Los componentes de un SIG se refieren a un conjunto de partes o componentes interrelacionados entre sí, como se observa en la siguiente ilustración.

Ilustración 4 .Componentes de un SIG
Fuente: Elaboracion propia



5.9.2.1. Equipos (Hardware)

Conjunto de los componentes que integran la parte física de la computadora, que para el caso SIG, serían los servidores de aplicaciones y bases de datos, lugar, donde opera el SIG. Estos, pueden ejecutarse desde cualquier equipo de cómputo, esté o no conectado a una red de internet.

5.9.2.2 Programas (Software)

Conjunto de programas informáticos con funciones para visualizar, consultar y analizar los datos geográficos, los cuales proveen las herramientas funciones necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica.

Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para el ingreso y manejo de la información geográfica.
- Un sistema de manejo de base de datos (DBMS)
- Herramientas consultas, análisis y visualización geográfica.
- Interfaz gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas. Solo pocos vendedores ofrecen esta serie de productos, los cuales no hace difícil la elección y manejo del mismo aunque se van a implementar software de libre manejo (open source).

5.9.2.3. Recurso Humano

Comprende a los usuarios del sistema, editores y administradores. Estos últimos, dependiendo de su especialización, son los encargados de manejar el programa y desarrollar planes de implementación del mismo y que tienen un

mayor grado de exigencia dentro de la operación del SIG. Personas que se encargan de actualizarlo y administrarlo correctamente, garantizando su operación.

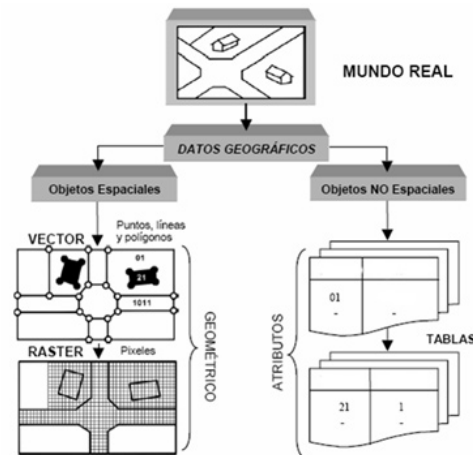
5.9.2.4. Datos

El SIG integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.

Ilustración 5. Estructura del análisis georreferencial.
Fuente: GIS Best Practices. GIS For Public Works. (2006).

5.9.2.5. Procedimientos

Es la técnica empleada por el recurso humano sobre el programa y el equipo para lograr el resultado esperado, de acuerdo a criterios obtenidos mediante el análisis teórico. Este, funcionara de acuerdo a un plan de implementación bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, los cuales son los modelos y las prácticas operativas en función de los resultados a alcanzar.



5.9.3. Información manejada en un SIG

Cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que tiene una dimensión física (x, y, z), así como una localización espacial o una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre, es un objeto presente en un SIG.

Estos objetos se le asocian una serie de atributos gráficos y no gráficos (alfanuméricos).

5.9.4. Funciones de un SIG

Existen diferentes funciones de un SIG que dependen de las etapas o procedimientos para la captura, el análisis, el manejo y el acceso a la información, también del tipo de usuarios que este interrelacionado con el sistema.

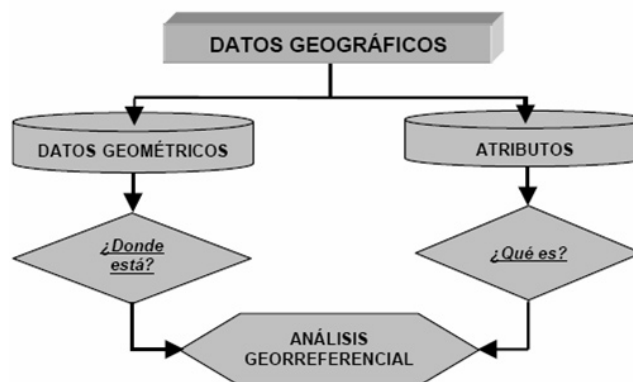
Funciones de captura de la información: Funciones que permitan adquirir la información tanto geográfica espacial como temática preparándola para que pueda ser tratada.

Funciones de gestión: Con ellas es posible la estructuración de la información original en diferentes capas de información coherentes. Después podremos

extraer la porción de información que interesa en cada momento para analizarla y consultarla de forma más eficiente. En la Ilustración 4 se observa un tipo de estructura de análisis georreferencial de la información.

Funciones de análisis: Son las que confieren a un SIG su mayor potencialidad. Facilitan el procesado de los datos, permitiendo extraer información no presente a simple vista, generar nuevos datos y realizar simulaciones de comportamientos basados en modelos del territorio. Esto supone una inestimable ayuda en la planificación. En la Ilustración 5. Se observa los componentes básicos de los datos, los cuales facilitan las funciones de análisis de la información en un SIG.

Ilustración 6. Componentes básicos de los datos.
Fuente: GIS Best Practices, GIS For Public Works. (2006)



Funciones de salida: Permiten mostrar al usuario tanto los datos incluidos en el sistema como el resultado de las consultas y análisis sobre ellos. El formato será muy diverso, permitiendo mapas, gráficas, tablas, listados, etc.

5.10. SIG EN PLATAFORMA WEB CON SOFTWARE LIBRE

Un SIG basado en plataforma WEB, construido en entornos de desarrollo de código abierto (Software Libre), puede satisfacer los requerimientos de la mayoría de nuestros usuarios y brinda varias ventajas sobre los SIG propietarios de escritorio, entre las cuales se listan algunas a continuación:

- Evita los costos de licencia.
- Evita la necesidad de contar con personal especializado para instalar actualizaciones que acarreen nuevos costos.
- Corta drásticamente la curva de aprendizaje para el usuario.
- Proporciona un ambiente superior y más flexible para la integración de bases de datos y la presentación de los resultados.

5.10.1 Leaflet

Leaflet comenzó en 2010 como "Mapas Web API", una biblioteca JavaScript para proveedor de mapeo CloudMade. Es una librería JavaScript open source para crear mapas interactivos.

Es el líder de código abierto de biblioteca JavaScript para mapas optimizados para móviles interactivos. Con un peso de aproximadamente 33 KB de JS, que tiene toda la cartografía que la mayoría de los desarrolladores suelen necesitar.

Está diseñado con simplicidad, rendimiento y facilidad de uso, funcionando de manera eficiente en todas las principales plataformas de escritorio y móviles. Es fácil de usar, al ser una aplicación muy bien documentada, con un código fuente simple y fácil de leer.

Leaflet es la elección utilizada por Flickr, Wikimedia, foursquare, OSM, CARTO, GIS Cloud, Washington Post, Wall Street Journal, Geocaching.com, etc., ofreciendo varias ventajas, como lo es aprendizaje rápido y sencillo, fácil uso, compatibilidad con equipos móviles, funcionando en nuevos y viejos navegadores web, Características básicas pero que funcionan a la perfección. La base de código aprovecha las características recientes de JavaScript, además de HTML5 y CSS3. Posee características de gran utilidad, descritas a continuación:

5.10.1.1 Características de interacción

- Arrastre de la panorámica con la inercia
- Desplazamiento efectivo con la rueda de zoom
- Pinch-zoom en el móvil
- Doble click zoom
- Zoom a la zona (desplazamiento y arrastre)
- Navegación mediante el teclado
- Eventos: clic, por encima del ratón, etc.
- Arrastre el marcador

5.10.1.2 Características visuales

- Animación de zoom y pan
- Baldosas y desvanecimiento emergente de la animación
- Diseño por defecto muy agradable para los marcadores, ventanas emergentes y controles del mapa
- Buena resolución

5.10.1.3 Características de personalización

- Popups CSS3 puros y controles para facilitar el restyling
- Imagen- y marcadores basados en HTML
- Una interfaz sencilla para capas de mapas personalizadas.
- Proyecciones de mapas personalizados
- Poderosas instalaciones de programación orientada a objetos para extender las clases existentes

5.10.1.4 Características de rendimiento

- La aceleración de hardware en el móvil hace que se sienta tan suave como aplicaciones nativas.
- Utilizando las características de CSS3 para hacer panorámica y zoom muy suaves con el recorte dinámico y simplificación hace que sea muy rápido.
- Sistema de construcción modular para dejar a cabo funciones que no necesita.

5.10.1.5 Controles mapa

- Botones de zoom, atribución, selector de capas y Escala

5.10.1.6 Soporte para el navegador

Escritorio

- cromo
- Firefox
- Safari 5+
- Opera 12+
- IE 7-11

Móvil

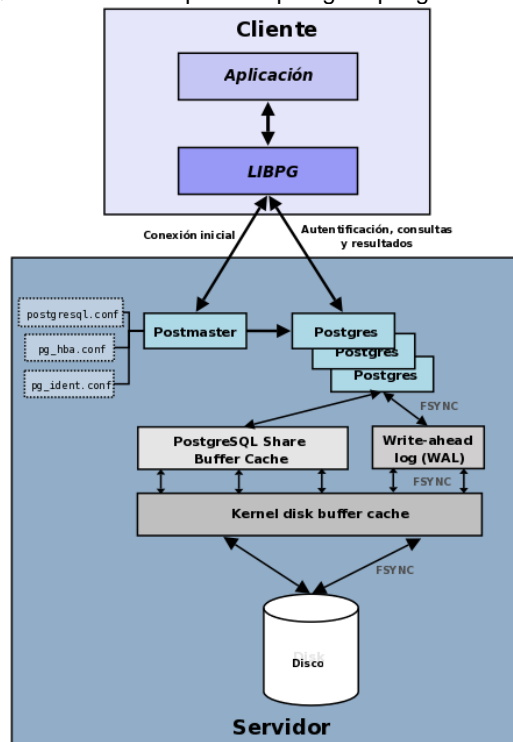
- Safari para iOS 7+
- navegador de Android 2.2 +, versión 3.1 o superior, 4+
- Chrome para móviles
- Firefox para móviles
- IE10 + para dispositivos Win8

5.10.2 PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente. Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto más potente del mercado y en sus últimas versiones no tiene nada que envidiarle a otras bases de datos comerciales. Utiliza un modelo cliente/servidor y usa multiprocesos en vez de multihilos para garantizar la estabilidad del sistema. Un fallo en uno de los procesos no afectará el resto y el sistema continuará funcionando.

Gráfico que ilustra de manera general los componentes más importantes en un sistema PostgreSQL.

Ilustración 7. Gráfico que ilustra de manera general los componentes más importantes en un sistema PostgreSQL. Tomado de http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql



Las características que presenta son:

- Aplicación cliente: Esta es la aplicación cliente que utiliza PostgreSQL como administrador de bases de datos. La conexión puede ocurrir via TCP/IP ó sockets locales.
- Demonio postmaster: Este es el proceso principal de PostgreSQL. Es el encargado de escuchar por un puerto/socket por conexiones entrantes de clientes. También es el encargado de crear los procesos hijos que se encargaran de autenticar estas peticiones, gestionar las consultas y mandar los resultados a las aplicaciones clientes.
- Ficheros de configuración: Los 3 ficheros principales de configuración utilizados por PostgreSQL, postgresql.conf, pg_hba.conf y pg_ident.conf.
- Procesos hijos postgres: Procesos hijos que se encargan de autenticar a los clientes, de gestionar las consultas y mandar los resultados a las aplicaciones clientes.
- PostgreSQL share buffer cache: Memoria compartida usada por PostgreSQL para almacenar datos en caché.
- Write-Ahead Log (WAL): Componente del sistema encargado de asegurar la integridad de los datos (recuperación de tipo REDO)
- Kernel disk buffer cache: Caché de disco del sistema operativo
- Disco: Disco físico donde se almacenan los datos y toda la información necesaria para que PostgreSQL funcione.

La última serie de producción es la 9.5.5. Sus características técnicas la hacen una de las bases de datos más potentes y robustos del mercado. Su desarrollo comenzó hace más de 16 años, y durante este tiempo, estabilidad, potencia, robustez, facilidad de administración e implementación de estándares han sido las características que más se han tenido en cuenta durante su desarrollo. PostgreSQL funciona muy bien con grandes cantidades de datos y una alta concurrencia de usuarios accediendo a la vez al sistema.

Las características importantes y soportadas por PostgreSQL: son:

- Es una base de datos 100% ACID
- Integridad referencial
- Tablespaces
- Nested transactions (savepoints)
- Replicación asincrónica/sincrónica / Streaming replication - Hot Standby
- Two-phase commit
- PITR - point in time recovery
- Copias de seguridad en caliente (Online/hot backups)
- Unicode
- Juegos de caracteres internacionales
- Regionalización por columna
- Multi-Version Concurrency Control (MVCC)
- Múltiples métodos de autenticación
- Acceso encriptado via SSL
- Actualización in-situ integrada (pg_upgrade)
- SE-postgres
- Completa documentación
- Licencia BSD
- Disponible para Linux y UNIX en todas sus variantes (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64) y Windows 32/64bit.

Programación / Desarrollo:

- Funciones/procedimientos almacenados (stored procedures) en numerosos lenguajes de programación, entre otros PL/pgSQL (similar al PL/SQL de Oracle), PL/Perl, PL/Python y PL/Tcl
- Bloques anónimos de código de procedimientos (sentencias DO)
- Numerosos tipos de datos y posibilidad de definir nuevos tipos. Además de los tipos estándares en cualquier base de datos, tenemos disponibles, entre otros, tipos geométricos, de direcciones de red, de cadenas binarias, UUID, XML, matrices, etc
- Soporta el almacenamiento de objetos binarios grandes (gráficos, videos, sonido,...)

- APIs para programar en C/C++, Java, .Net, Perl, Python, Ruby, Tcl, ODBC, PHP, Lisp, Scheme, Qt y muchos otros.

SQL:

- SQL92, SQL99, SQL2003, SQL2008
- Llaves primarias (primary keys) y foráneas (foreign keys)
- Check, Unique y Not null constraints
- Restricciones de unicidad postergables (deferrable constraints)
- Columnas auto-incrementales
- Índices compuestos, únicos, parciales y funcionales en cualquiera de los métodos de almacenamiento disponibles, B-tree, R-tree, hash ó GiST
- Sub-selects
- Consultas recursivas
- Funciones 'Windows'
- Joins
- Vistas (views)
- Disparadores (triggers) comunes, por columna, condicionales.
- Reglas (Rules)
- Herencia de tablas (Inheritance)
- Eventos LISTEN/NOTIFY

Algunos de los límites de PostgreSQL son:

PostGIS es una extensión que convierte el sistema de base de datos PostgreSQL en una base de datos espacial. La combinación de ambos es una solución perfecta para el almacenamiento, gestión y mantenimiento de datos espaciales. En una entrada anterior hemos visto por qué no debemos utilizar shapefiles para almacenar datos espaciales por las desventajas que conlleva.

Debido a que está construido sobre PostgreSQL, PostGIS hereda automáticamente sus características, así como los estándares abiertos. Algunas de las características que le hacen único:

- PostGIS es software libre, tiene licencia GNU General Public License (GPL). Es pues gratuito.
- Es compatible con los estándares de Open Geospatial Consortium (OGC), con el objetivo de facilitar el intercambio de información geográfica.
- Soporta tipos de datos espaciales, índices espaciales y tiene cientos de funciones espaciales (+ 1000).
- Permite importar y exportar datos fácilmente a través de varias herramientas conversoras (shp2pgsql, pgsq2shp, ogr2ogr, dxf2postgis).

Existe un gran número de clientes SIG de escritorio y servidores de mapas web que pueden trabajar con PostGIS:

- uDig
- QGIS
- mezoGIS
- OpenJUMP
- SpatialKit para ArcGIS
- gvSIG
- GRASS
- ArcGIS
- Manifold
- GeoConcept
- MapInfo
- AutoCAD Map 3D
- Mapserver
- GeoServer
- MapGuide
- ArGIS Server

Es una alternativa real al software propietario superándole en estabilidad y rapidez.

Actualmente es la base de datos espacial de código abierto más ampliamente utilizada. Muchas y muy variadas organizaciones de todo el mundo usan PostGIS, incluyendo agencias gubernamentales de riesgos adversos y organizaciones que almacenan terabytes de datos y sirven millones de peticiones web al día.

6. DISEÑO DEL SISTEMA

Para la implementación e identificación de las características del visualizador del SIG para el mantenimiento y control del alumbrado público, conforme a la normativa RETILAP, en el estudio piloto en el casco urbano del municipio de Jamundí, Valle del Cauca. Se planteó la realización de las siguientes etapas y actividades.

6.1. LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS

6.1.1 Definición conceptual de los requerimientos del sistema.

El sistema de información de alumbrado público (SIGAP), permitirá que los usuarios consulten vía web la ubicación de luminarias que se encuentran defectuosas, ellos podrán generar un reporte del daño al administrador del servicio, esto generará un alerta en el sistema que será para luego ser incorporada en un cronograma de actividades concerniente a las visitas de reparación y verificación, así, el tiempo de atención se reduciría notablemente, atendiendo eficiente y rápidamente desde la localización exacta del daño. El sistema, permitiría que se planee con anticipación el mantenimiento de luminarias según su tiempo de utilidad y el reemplazo preciso de cada una de ellas, luego de concluir el tiempo de vida útil.

De igual forma el usuario podrá sugerir la incorporación al sistema de nuevas luminarias con el concepto de luminar zonas donde carezca de ella, y el administrador dará el aval para incorporar en el sistema y generar el reporte para la implantación o en su defecto negara la solicitud.

Esta herramienta garantizará un manejo más eficiente en cuanto a la operación, administración y mantenimiento de las luminarias. A su vez a través del análisis espacial realizado por el haz luminoso que supondrá las curvas isolux que define el conjunto de luminarias se identificara qué sectores del municipio de Jamundí se encuentran sin iluminación y poder suministrar el servicio faltante a esos sectores.

Ilustración 8. Diagrama del SIGAP

Fuente: Elaboración propia



6.1.2 Definición de aspectos generales de la información espacial.

Para la información espacial se dispuso de cartografía base proporcionada por la secretaria de planeación e infraestructura del municipio de Jamundí, información encontrada en el PBOT municipal, donde se utilizó lo descrito en el capítulo 2.8 VIAS Y TRANSPORTE - 2.8.2 VIAS Y TRANSPORTE CLASIFICACION VIAL que dice: En la clasificación vial actual es posible distinguir los diferentes tipos de vías según su funcionalidad que fueron desarrolladas en el acuerdo 024 de 1995, por medio del cual se adopta el estatuto de usos del suelo y normas urbanísticas y en el acuerdo 034 de octubre de 1996 por medio del cual se modifica el plan vial para el municipio de Jamundí.

Para efectos del presente diagnóstico el sistema vial del municipio de Jamundí se clasificará de acuerdo al plan vial, acuerdo 034, así: Sistema de corredores intermunicipales.

Sistema urbano y suburbano.

- Vías arterias principales
- Vías arterias secundarias
- Vías colectoras
- Vías paisajísticas
- Vías locales

Debido a que toda esta información será incorporada al sistema se homogenizó en un mismo sistema de referencia geográfico, se validó cada escenario, urbanizaciones nuevas, modificaciones de la malla vial o en general cambios efectuados en la zona de interés, para finalmente actualizar la información.

6.1.3 Identificación de los módulos del sistema.

Se espera contar con los siguientes módulos los cuales permitirán la visualización de los requerimientos del sistema

- Módulo de Administración.
- Módulo de Control.
- Módulo de Operación.
- Módulo de Mantenimiento.
- Módulo de Análisis espacial.

6.1.4 Características de los resultados del sistema.

Las características de los resultados del sistema se mencionan a continuación

- Ubicación de las luminarias de interés con información detallada de cada uno de sus aspectos
- Análisis en detalle de la capacidad lumínica de las luminarias y su cobertura dentro del espacio público (zonas verdes, zona peatonal y vial)
- Desarrollo de cronogramas de mantenimiento de las luminarias de acuerdo a su tiempo de instalación
- Reporte de daños más detallado de las luminarias
- Semaforización del sistema donde por medio de colores se puede determinar tiempo de reparación, operación y mantenimiento del sistema, funcionando como sistema de alertas en la operación del alumbrado público.
- Mejor comunicación con los usuarios, al permitir brindar una atención más eficiente, clara y cómoda, fomentando la confianza de la comunidad ante la empresa prestadora del servicio de alumbrado público.
- Participación directa de la comunidad al permitir realizar consultas desde la web sin necesidad de dirigirse a las oficinas de administración

6.2. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

6.2.1 Alcances del Sistema

Los alcances del sistema son:

- Actualización de nuevas luminarias por parte de administrador
- Reporte de daños por parte de usuarios, Consulta particular de luminarias por ubicación (dirección, numero poste)
- Análisis de cobertura lumínica
- Determinación de zonas carentes de alumbrado publico
- Ubicación de luminarias existentes

- Visualización de mapa de zona suburbana con posibilidad de realizar ampliación de zona particular (zoom)
- Selección de zonas a visualizar (Barrios)
- Herramienta de desplazamiento del mapa (move)
- Selección de poste o luminaria mediante click en el para reporte de daño
- Semaforización de sistema: verde – funcionamiento normal, amarillo: mantenimiento programado según base de datos del sistema, Rojo: daño de las luminarias por reporte de daños (usuario), tiempo máximo de duración de la luminaria según base de datos del sistema

6.2.2 Limitaciones del sistema

Las limitaciones del sistema principalmente son:



- Multiconsulta de administradores y usuarios
- Acceso desde todos los navegadores disponibles incluyendo el Movil
- Visualización solo de la zona de interés (Cabecera municipal Jamundi)

6.2.3 Identificación de los usuarios del sistema.

Los usuarios del sistema son:

- Comunidad: esta se encargará de realizar a través de la aplicación el reporte de las luminarias que se encuentren sin servicio.
- Administrador del sistema: Es quien realiza la actualización de la base de datos geográfica, administra el funcionamiento directo del sistema. Determina la operación de la base de datos, actualiza la información y realiza actualización de los mapas de ubicación de las luminarias determinando la forma de visualizar la información, junto a la forma de consulta. Permite el acceso a los funcionarios que controlan la atención y reportes de novedades de daños y mantenimiento hechos por parte de los usuarios y determina la forma de consulta de cada uno de ellos.

Ilustración 9. Usuarios del sistema

| Usuario | Roles |
|---|---|
|  <p data-bbox="248 757 746 831">Comunidad que viva en el casco urbano de Jamundí.</p> | <ul data-bbox="847 309 1385 383" style="list-style-type: none">• Generación de reportes de las luminarias averiadas. |
|  <p data-bbox="304 1305 691 1339">Administrador del SIGAP</p> | <ul data-bbox="799 853 1385 1137" style="list-style-type: none">• Actualizar base de datos geográfica.• Administrar el funcionamiento directo del sistema• Actualizar información en el sistema• Acceso a funcionarios que gestionan la atención y reparación de los daños y mantenimientos. |

Fuente: Elaboración Propia

6.3 RECOPIACIÓN Y DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

6.3.1 Recopilación de la información

6.3.1.1 Logística de Campo

En este proceso se tuvo en cuenta la conformación del grupo de trabajo, individuos capacitados en la identificación de los elementos del sistema alumbrado público, y la colección de datos con receptores GPS, mono frecuencia, con colector de datos preferiblemente sub-métricos, para optimizar el error y obtener una mayor precisión. Se utilizó un dispositivo GPS Colector de mano Trimble JUNO SD que generara un error en el horizontal de 2 a 5 metros de exactitud con el post-proceso.⁸

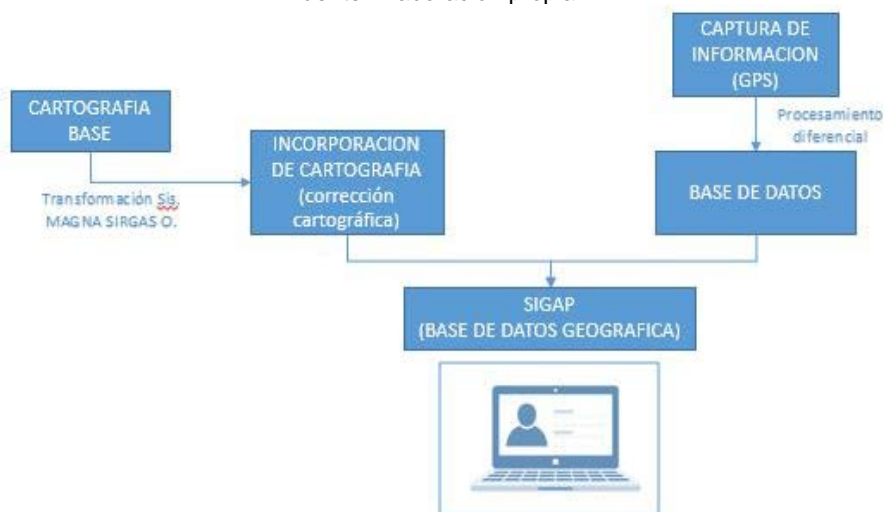
6.3.1.2 Colecta de Datos

Para la recolección de la información se definieron los atributos tales como: código de luminaria, tipo de luminaria, potencia, tecnología, fabricante, tamaño o dimensiones del brazo, tipo de encendido, conector, estado y posición de la luminaria, adicional a ello posee información relacionada a posible dirección de localización, tipo de instalación en el que fue ubicado como poste, muro, mástil u otro sitio dichos atributos son los aplicados por el RETILAP estos atributos alimentaron la base de datos del alumbrado público, mediante un diccionario de datos implantado en los receptores GPS.

6.3.2 Procesamiento de la Información

Se enfocó principalmente en el desarrollo de actividades correspondientes a la georreferenciación y transformación de datos geográficos, análisis de la información y post-procesamiento de datos, corrección de las posiciones observables del GPS.

Ilustración 10. Procesamiento de la información base y recolectada
Fuente: Elaboración propia



⁸ TRIMBLE JUNO SD. Características técnicas. <http://www.trimble.com/mappingGIS/junoS.aspx>

Un segundo momento del SIG, en el mantenimiento y control del alumbrado público, es el procesamiento de la información, una vez ésta fue validada con todas las fuentes de información, quedó lista para alimentar la base de datos del sistema.

6.4 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE DATOS.

Es una representación abstracta de los datos de una organización y las relaciones entre ellos. Más aun, podemos decir que, en cierta medida, un modelo de datos describe una organización. Los pasos a seguir para la construcción de un modelo de datos son los siguientes:

- Modelo conceptual.
- Modelo lógico.
- Modelo de la base de datos.
- Modelo cartográfico.
- Modelo físico

6.4.1 Modelo Conceptual

El sistema permitirá a los usuarios a través de una aplicación web la generación de reportes de daños y solicitud de localización de nuevas luminarias, estas peticiones y reportes los evaluará el administrador del sistema quien se encargará de evaluar y dar solución de estos casos a partir del envío de los reportes a los contratistas encargados de reparar los daños de las luminarias y la creación de una nueva luminaria en los sitios que indiquen los usuarios de acuerdo a su factibilidad. Esta información será actualizada en el sistema para su respectiva actualización

6.4.1.1 Elementos del sistema

Dentro del área de interés urbano existen elementos físicos como andenes, vías, parques, zonas recreacionales deportivas, etc. Que definen los principales componentes de lo que se entiende como espacio público, áreas sin pertenencia alguna del individuo el cual impera la pertenencia común y en donde dentro del sistema general de movilidad y seguridad está incluida el Sistema de Alumbrado Público.

El Sistema de Alumbrado Público en general está definido geográficamente por entidades de puntos el cual representa luminarias ubicadas en postes. Cabe aclarar, que no toda luminaria está ubicada en postes; también, se pueden

encontrar en sitios estratégicos donde la luminaria con su haz de luz enfoca a una zona específica.

Como resultado de la información base, el sistema integrará entidades y elementos del sistema general en el que se encuentra contenido, como lo son el manzanejo catastral, los separadores viales, la malla vial, y la subdivisión de la ciudad por barrios. Estas entidades y elementos son fundamentales para el funcionamiento tanto del sistema general como del sistema de luminarias.

6.4.1.2 Procesos del Sistema

Los Procesos del sistema serán los siguientes:

Reporte de daño de luminaria donde el usuario señala por medio de un clic en el entorno del Web-App a la luminaria que posee el daño e enviara la solicitud, para que la búsqueda del poste sea más ágil el usuario podrá buscar el poste por medio del código del poste. Adicional, se ingresara nombre, dirección y teléfono de quien reporta

| Nombre Usuario | Dirección Usuario | Cod poste | Telefono |
|----------------|-------------------|-----------|----------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

El usuario podrá sugerir una nueva luminaria para incorporar al sistema de alumbrado público cliqueando y agregando en el GUI, y predefinir el motivo y razón por la cual se debe incluir, adicional al nombre y dirección del solicitante

| Nombre Usuario | Dirección Usuario | Motivo(observación) |
|----------------|-------------------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Área no iluminada • Área con poca intensidad de iluminación |

El sistema construirá a partir del dato estado luminaria, estado fotocelda, posición luminaria – condicional la matriz de radio de iluminación, esta permitirá definir qué sectores de la zona de estudio no se encuentran con iluminación, permitiendo mejorar el servicio en dichas zonas.

El sistema podrá mostrar el consumo diario en determinadas horas del día, cuando las estadísticas varíen se podrá determinar cuál es el posible estado de la luminaria.

Se generará el Inventario total de todo lo que conforma el servicio de alumbrado público, con una consulta detallada de información puntual, tal como cantidad de luminarias existentes, fecha de instalación de cada luminaria, Barrio, ubicación junto con la respectiva dirección, tipo de tecnología, código poste, tipo de poste (primario - secundario), sector (urbano - rural), numero de poste, a quien pertenece el poste (Municipio - Epsa), si este poste tiene o no un transformador, con su respectiva potencia y detalles técnicos, numero de luminarias ubicadas en cada poste, su número, tipo de tecnología de las bombillas, marca, tipo de encendido, posición fotocelda y bombilla, ancho de la vía y si tiene o no, contador. Toda esta información, está presente en todas las luminarias instaladas y que hacen parte del servicio de alumbrado público.

Se contara con una semaforización el cual se identificara de acuerdo al color en el sistema, Rojo: daño o mala funcionalidad, Amarillo: Mantenimiento Próximo a realizar y Verde: Estado óptimo de la luminaria.

El interventor será el único con privilegios que podrá agregar luminarias o modificar las existentes de acuerdo a las características ya conformadas del diccionario de datos mediante el APP SIGAP.

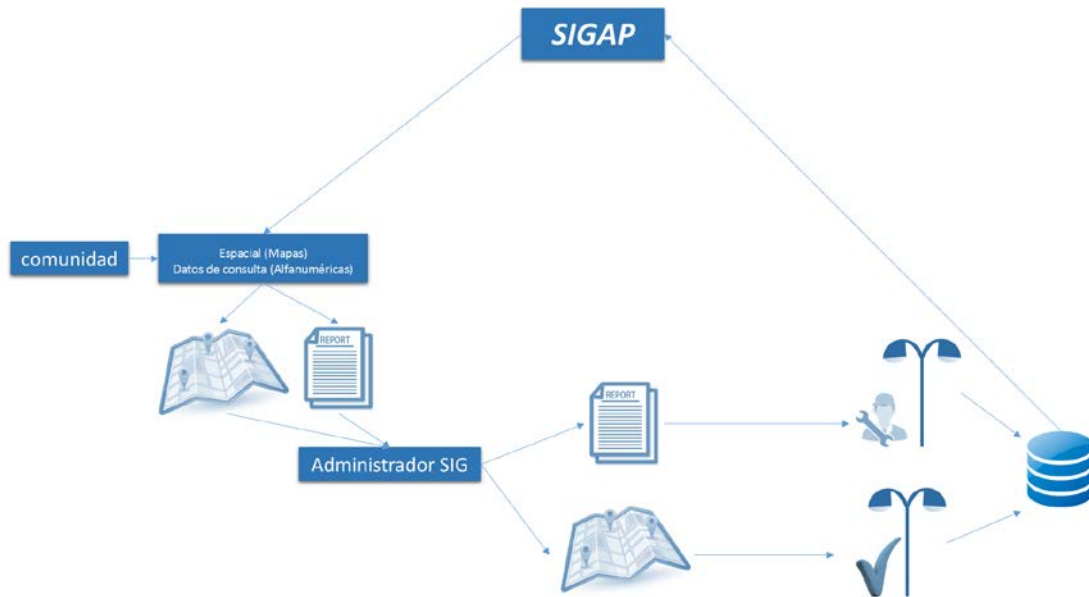
Al instalar la luminaria, se interpreta como la fecha de inicio de la vida útil, el momento de instalación, cuando esta comienza encenderse. Partiendo de la fecha de instalación, se define un periodo aproximado para ser revisada.

6.4.2 Modelo lógico

6.4.2.1 Interacción y operatividad en el sistema

El modelo lógico es la generación del modelo conceptual de la base de datos al modelo de datos de un sistema de software específico

Ilustración 11. Diseño Lógico del sistema
Fuente: Elaboración propia



6.4.2.2 Entorno operativo del sistema

La operatividad del sistema mostrará la localización de cada una de las luminarias del sistema, las cuales fueron localizadas a partir de GPS, esta información será actualizada por el administrador SIG, El usuario comunidad podrá realizar reportes sobre los daños y solicitud de instalación de nuevas luminarias a partir de formularios que se encuentran en el aplicativo del SIGAP, una vez los formularios han sido enviados, el administrador se encargará de definir cuáles son los formularios de los usuarios que serán enviados a los contratistas para que realicen los respectivos arreglos de los daños y las nuevas instalaciones de las luminarias, una vez se ha realizado esto se procede a actualizar la información en el sistema una vez el contratista ha cerrado cada uno de los casos y enviados al administrador, se actualizará el estado de la luminaria y en el caso de la creación de una nueva luminaria se localizará la nueva luminaria dentro del sistema y será identificada con todos sus respectivos atributos.

6.4.3 Modelo de la base de datos

En este proceso se identifica el modelo de la base de datos utilizado. El sistema está determinado por la información que utiliza cada proceso. Dicha información se clasifica de acuerdo a la función que cumple dentro del sistema, de la siguiente manera:

- Información espacial: posee representación en el modelo con una entidad espacial asociada.
- Información no espacial: no posee una localización espacial pero maneja atributos o información adicional útil para el sistema.

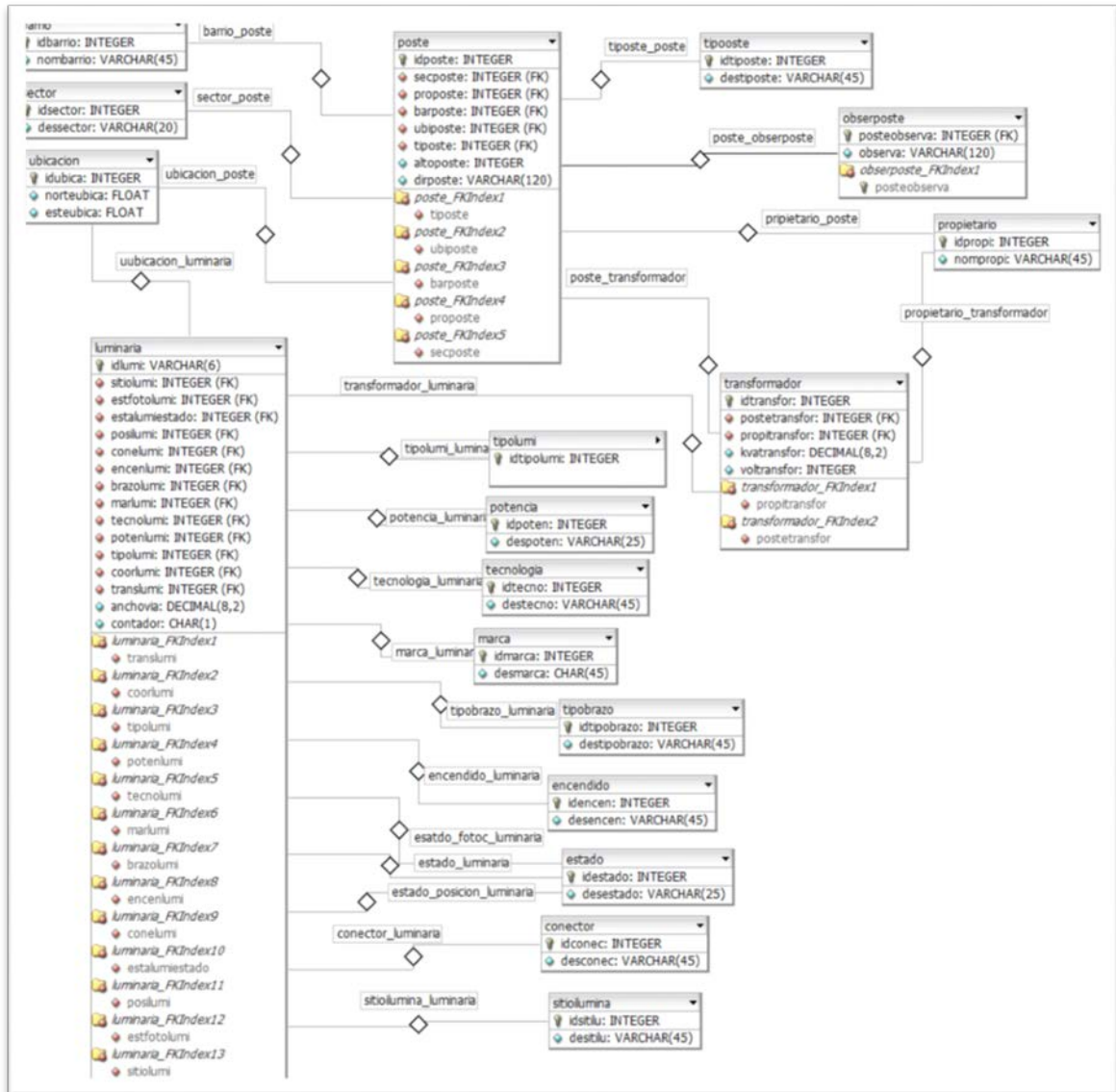
- Información temporal: usada por el sistema pero que no se almacena permanentemente en la base de datos.
- Información permanente: almacenada permanentemente dentro de la base de datos.

Con base en la clasificación de la información, en los procesos que determinan el funcionamiento del sistema y en las relaciones existentes entre los elementos del mismo, se implementa una base de datos.

6.4.3.1 Modelo relacional

El cual facilita la integridad de los datos en el sistema. Se diseñó por medio de diagramas UML "Unified Modeling Language". Una de las ventajas del modelado es que es posible diseñar la base de datos de una manera prácticamente independiente del motor de base de datos que posteriormente se utilice.

Ilustración 12. Modelo entidad relación.
Fuente: Elaboración propia



6.4.3.2 Diccionario de datos

El diccionario de datos de cada una de las variables asociadas a la base de datos se encuentra en el Anexo 1 de este documento.

6.4.4 Modelo cartográfico

Un modelo cartográfico es un conjunto de operaciones interrelacionadas y ordenadas que actúan sobre datos crudos, derivados e intermedios, para simular un proceso de toma de decisiones espaciales (Tomlin, 1990).

El área geográfica en la que se implementó el proyecto SIGAP es el municipio de Jamundí

El modelo cartográfico para el sistema a desarrollar, estará georreferenciado al sistema de referencia Magna Colombia origen oeste correspondiente al departamento del Valle del Cauca el cual posee las siguientes características:

| | |
|--|-------------------------------|
| Proyección | Transverse_Mercator |
| Falso Este | 1000000 |
| Falso Norte | 1000000 |
| Meridiano central | -77.080917 |
| Factor escala | 1 |
| Latitud de origen | 4.59904722 |
| Unidad lineal | Metros |
| Sistema de coordenadas geográfica | GCS_Bogota |
| Unidad angular | Degree (0.017453292519943295) |
| Elipsoide | International_1924 |
| Semieje mayor | 6378388 |
| Semieje menor | 6356911.946 |

Para el diseño de la información espacial lo que se realizó primero fue organizar todas las capas del sistema de tal forma que fueran claras para los usuarios que van a manejar la información, se crearon herramientas que permitieran la consulta espacial de las luminarias, el diseño contempla la leyenda del mapa y herramientas de navegación.

6.4.5 Modelo físico

Es la implementación de los anteriores modelos en el programa o software seleccionado y los equipos específicos en que se vaya a trabajar y por esto se realiza de acuerdo con sus propias especificaciones. El modelo físico determina en qué forma se deben almacenar los datos, cumpliendo con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar. (Almazán Gárate, Palomino Monzón, & Márquez Caba, 2009)

Software (Programas)

- Sistema Operativo Windows 7/8
- ms4w-3.1.4
- Paquetes bases
 - MapServer 7.0.1
 - GDAL 2.1.0
 - Apache 2.4.20
 - MapCache 1.4.1

Además incluyen:

- Apache version 2.4.20
- PHP version 5.4.45
- MapServer 7.0.1 CGI and MapScript (PHP)
- GDAL 2.1.0
- MapCache 1.4.1
- mapserver utilities
- gdal/ogr utilities
- proj.4 utilities
- shp2tile utility
- shapelib utilities
- shpdiff utility
- avce00 utilities
- spatialite utilities
- unixutils
- OWTChart 1.2.0
- H264 Streaming Module for Apache

Hardware (Equipos)

Procesador: Intel(R) Core(TM) i7-4700HQ CPU @2.40 GHz Memoria RAM: 8 GB

Disco duro: 1 TERA

Conexión a internet: 10 MB

Diseño e implementación de interfaces.

- Interfaz Gráfica:

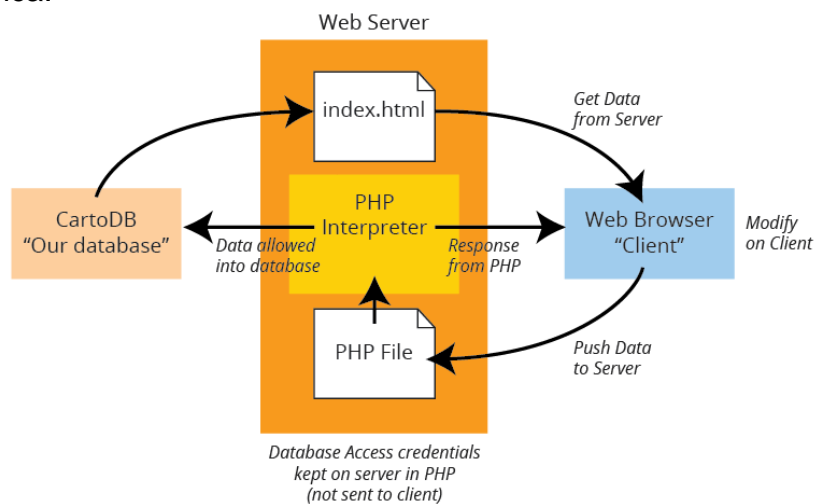


Ilustración 13. Funcionalidad Del Sistema

Fuente: <http://duspviz.mit.edu/web-map-workshop/cartodb-data-collection/>

Inicialmente se cuenta con un entorno web (cliente) el cual hace una petición a la base de datos mediante el lenguaje PHP que es un lenguaje del lado del servidor es decir que no se ejecuta en el navegador, como si lo hace JavaScript. La respuesta se transforma por medio de PHP en un formato GeoJson el cual nos permite el intercambio de datos de manera rápida, ligera y sencilla y de esta forma llega a la vista es decir lo que ve el usuario.

7. RESULTADOS

7.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

Entorno del SIGAP

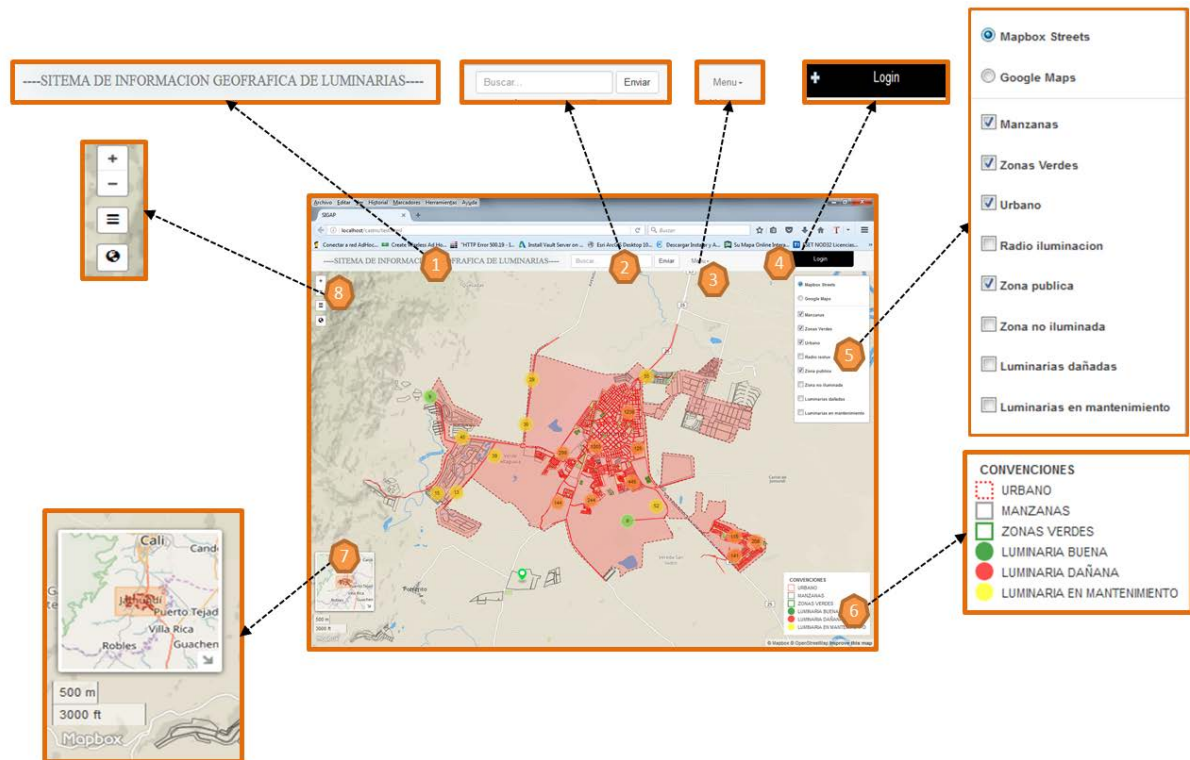


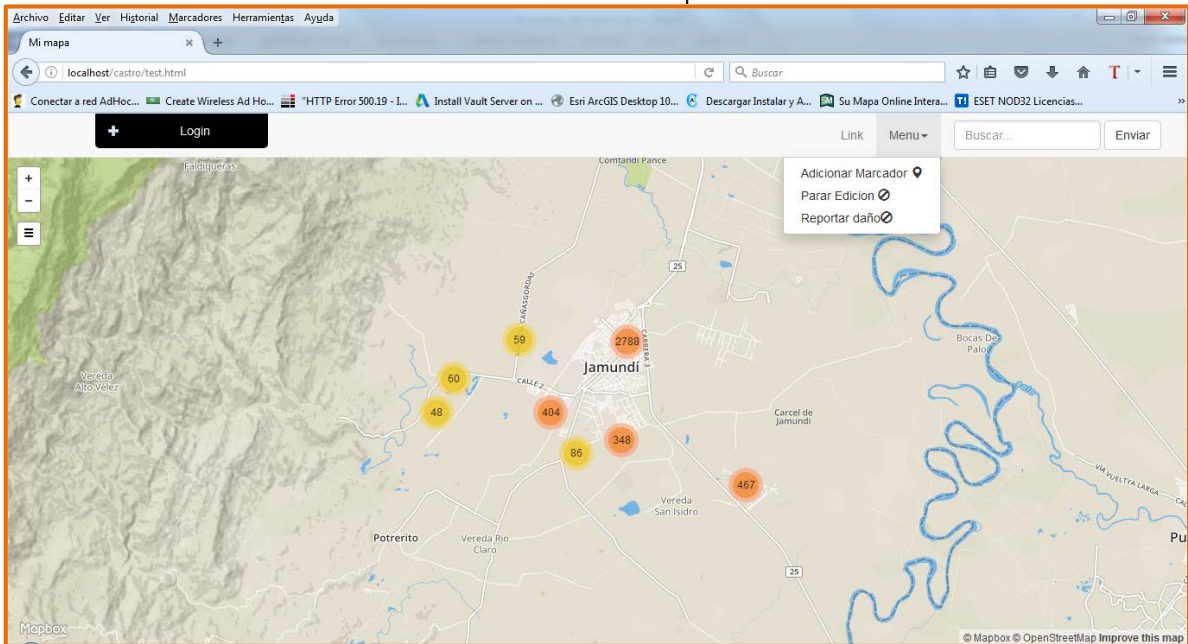
Ilustración 14. Página de inicio portal web SIGAP.
Fuente: Elaboración Propia

El entorno del SIGAP es un entorno amigable con el usuario ya que presenta toda la cartografía disponible para que los usuarios puedan ubicarse de manera ágil presentando la siguiente información:

1. Título del sistema
2. Opción Buscar: Permite buscar con el identificador la localización de determinado poste.
3. Menú: Este menú presenta opciones las cuales son de utilidad para los usuarios a la hora de realizar los trámites relacionados con el mejoramiento del alumbrado público en la cabecera de Jamundí.
4. Login: Acceso de los usuarios con contraseña
5. Lista de capas: permite quitar o agregar capas geográficas que no sean de gran ayuda para el usuario.
6. Convenciones: identificación de la información cartográfica existente

Entorno para el usuario comunidad

Ilustración 15. Menú desplegable para el usuario comunidad.
Fuente: Elaboración Propia



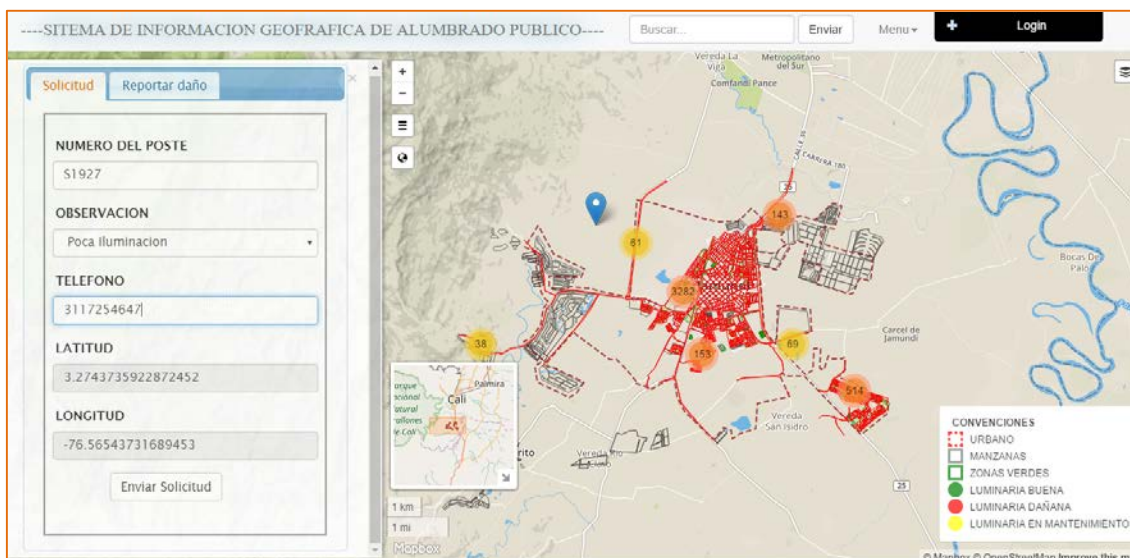
Cuando la comunidad ingresa al portal del SIGAP, puede visualizar toda la cartografía del municipio de Jamundí, existe un menú el cual presenta cuatro opciones:

- Adicionar Poste
- Reportar daño de la luminaria

Adicionar Poste

La opción adicionar poste permite al usuario a partir del sistema localizar nuevas luminarias, por ejemplo el usuario considera que el parque cercano a su lugar de residencia no presenta iluminación lo que está atrayendo delincuencia común al sector, por esta razón el usuario accede al SIGAP, identificará la ubicación de su parque y podrá adicionar con gran facilidad la localización del poste donde el considere que debe ir para mejorar el alumbrado público del sector.

Ilustración 16. Creación de un nuevo poste en el sistema.
Fuente: Elaboración Propia

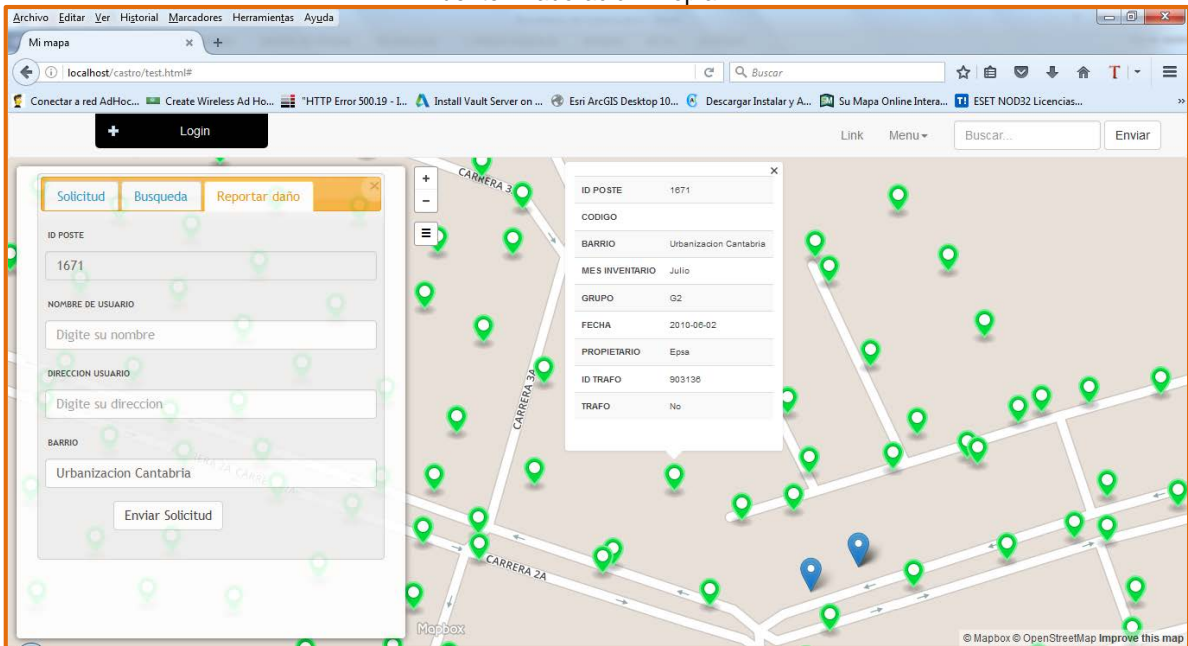


Cuando el usuario comunidad selecciona la opción adicionar poste va a aparecer en el entorno un formulario donde aparece un ID (identificador del poste) al cual le aparecerá el código del poste más cercano, el usuario colocará la observación donde solo se incluirá dos opciones (poca iluminación o sin iluminación) que considere relevante, adicional se incluirá el número telefónico proporcionado por el usuario que envía la solicitud para que los encargados del alumbrado público del municipio consideren importante y validen la generación de un nuevo poste en dicho sector, el sistema le agregará a la información enviada por el usuario la localización geográfica en coordenadas WGS84.

Reportar daño en una luminaria

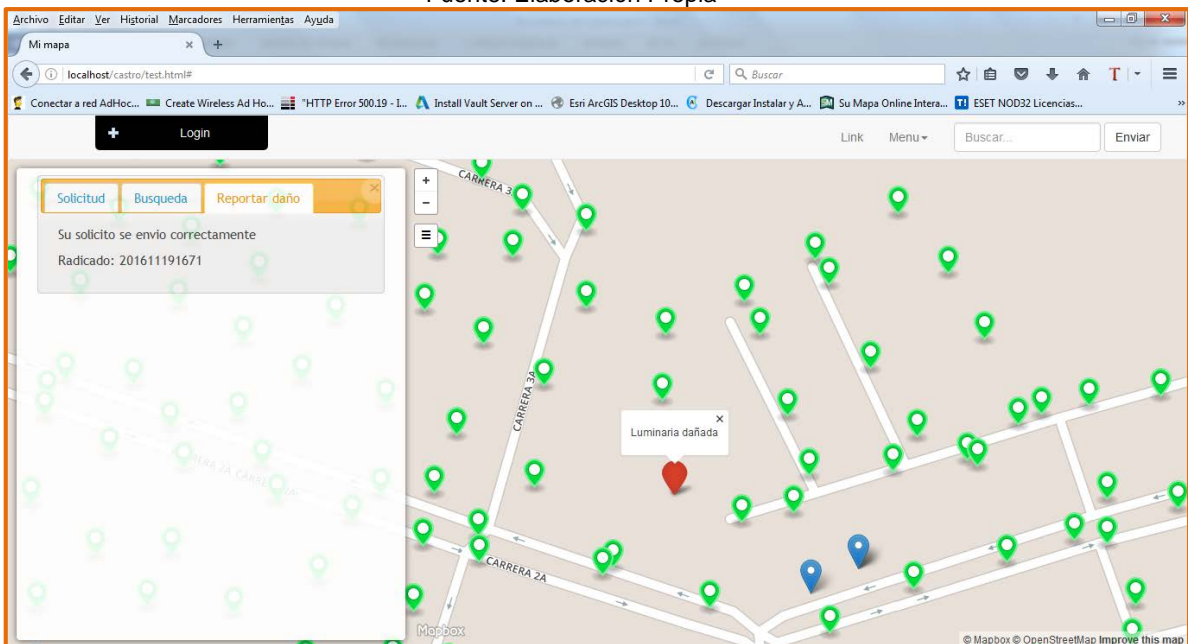
Cuando un usuario encuentre una luminaria en mal estado, con el número del poste podrá acceder al sistema, buscarlo en el sistema a partir de la herramienta Buscar, una vez identificado el poste donde se presenta daño, el usuario puede verificar la información a través de los atributos visibles en la aplicación. Una vez el usuario esté seguro de que encontró el poste averiado puede ingresar al formulario en la opción reportar daño, en la ventana desplegable en la opción reportar daño se ingresará el nombre del usuario y dirección del quien reporta, el cual irá asociado en la solicitud al administrador o interventor encargado.

Ilustración 17. Formulario y forma de reportar un daño
Fuente: Elaboración Propia



Una vez finalizado el reporte del daño y enviado, el sistema enviará un mensaje que dirá su solicitud se envió correctamente, enviará un número de radicado y por último el poste en el sistema cambiará de color verde a color rojo e inmediatamente queda inhabilitado para que otro usuario genere el mismo reporte.

Ilustración 18. Visualización de la solicitud reporte daño enviada correctamente y cambiado el color a rojo de luminaria dañada.
Fuente: Elaboración Propia



Entorno administrador

El administrador del sistema tiene la opción de acceder a toda la información del sistema, por esta razón su acceso es limitado con contraseña para acceder al sistema.

Ilustración 19. Acceso al Sistema del usuario administrador.
Fuente: Elaboración Propia

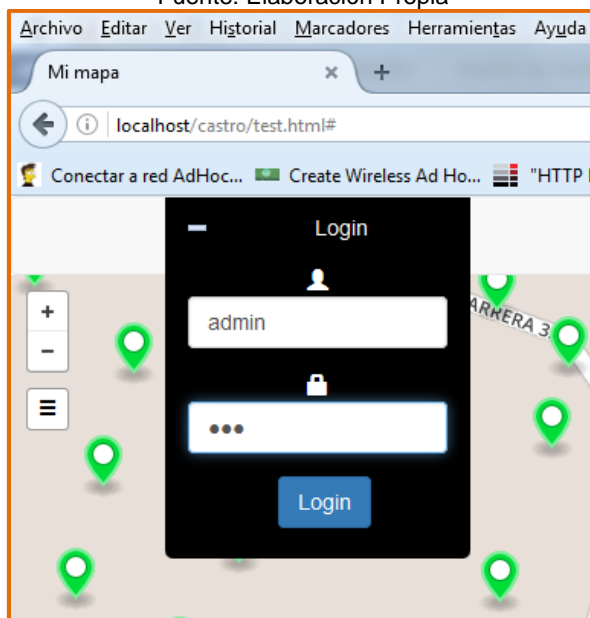
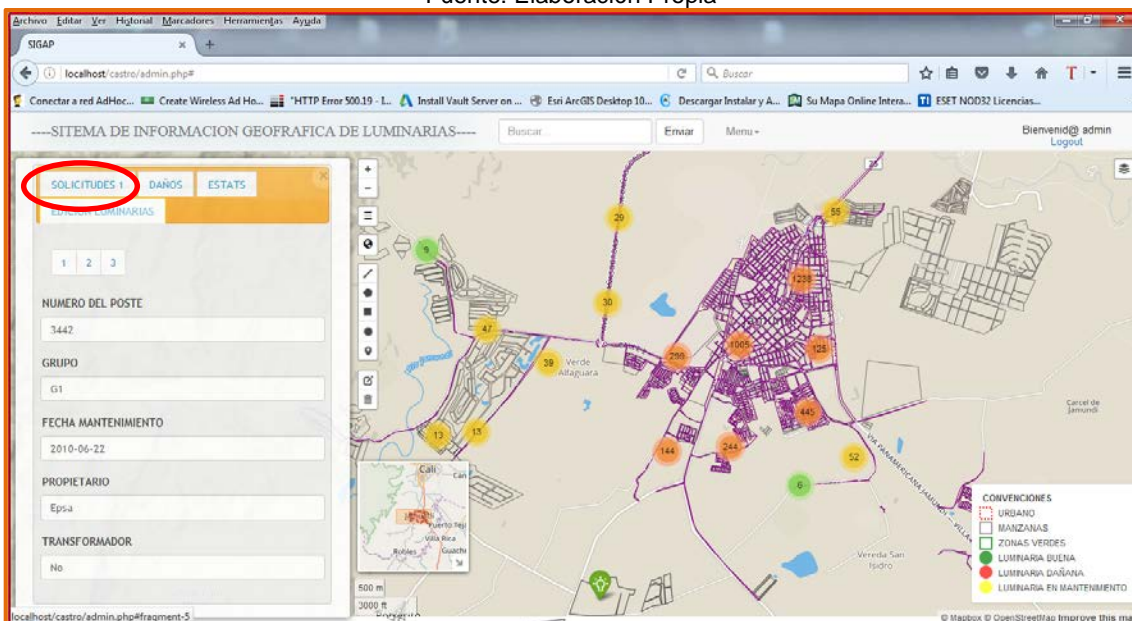
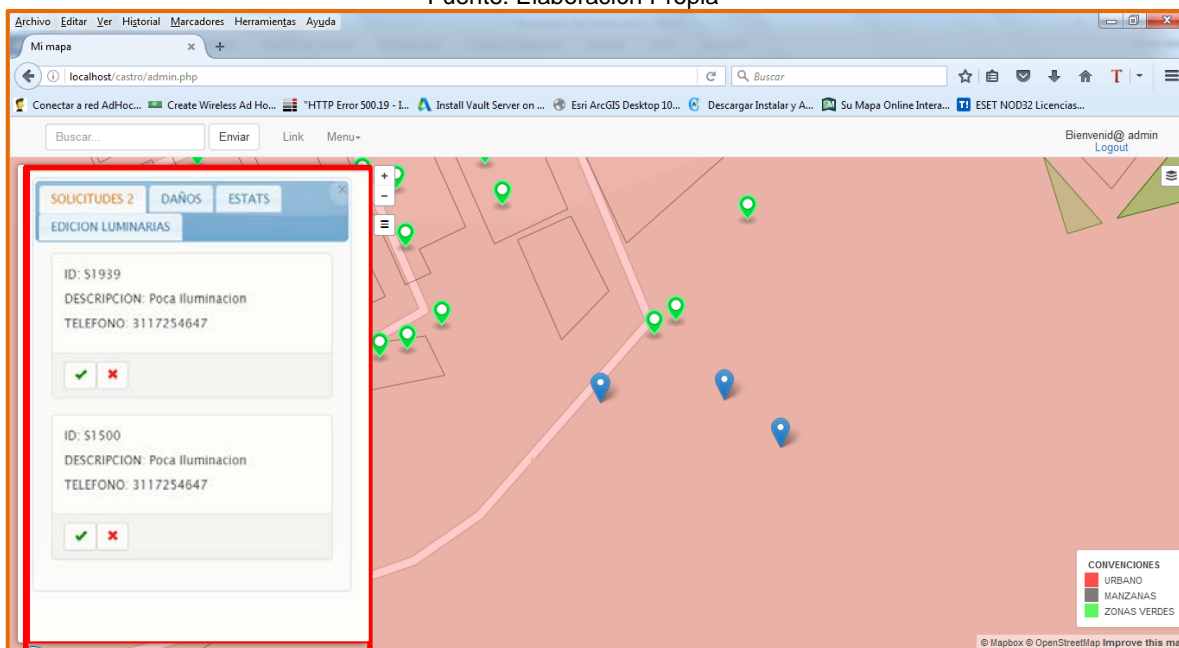


Ilustración 20. Página de inicio al Sistema del usuario administrador.
Fuente: Elaboración Propia



Una vez el administrador accede al sistema puede observar las solicitudes y los reportes enviados por los usuarios, en el menú despegable el administrador puede revisar la cantidad de solicitudes (Ilustración 15)

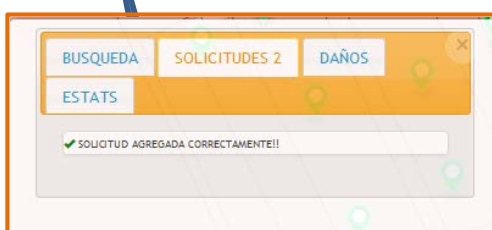
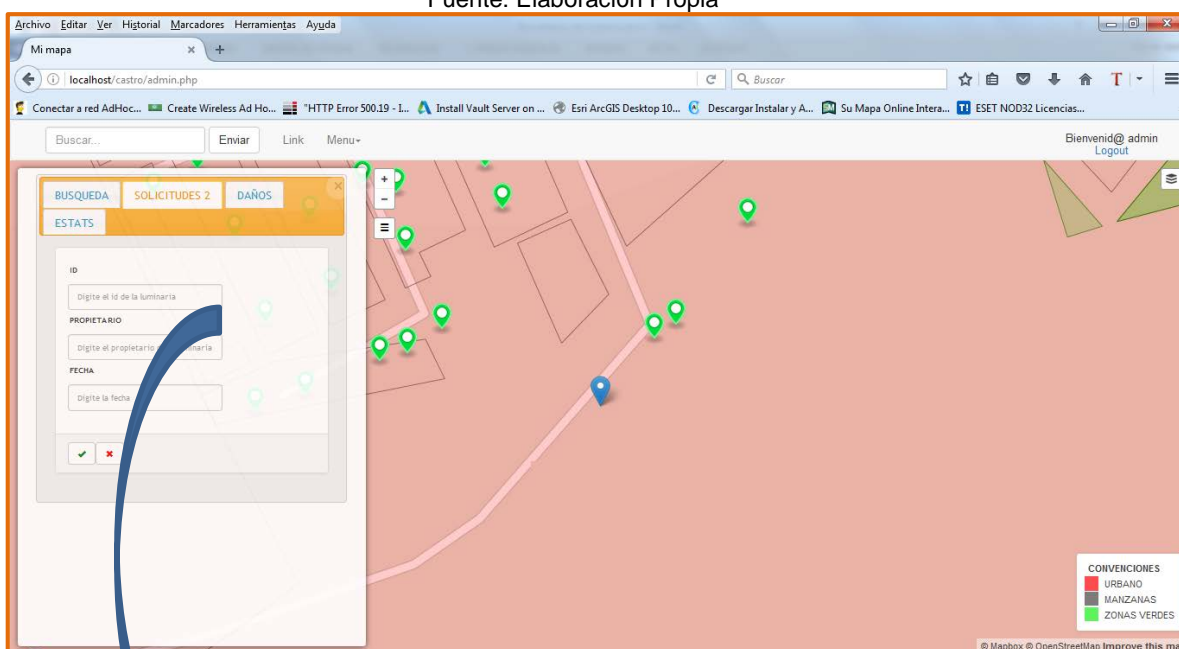
Ilustración 21 Aceptación de solicitud.
Fuente: Elaboración Propia



El interventor o administrador revisa cada solicitud adicionándolo al sistema o removiéndolo según concepto o decisión, Cuando el administrador quiere ver la localización de la solicitud del usuario comunidad el sistema enfoca en el visor el nuevo poste requerido por el usuario.

Ilustración 22. Formulario donde se accede la información de la nueva luminaria y es agregada por el administrador.

Fuente: Elaboración Propia

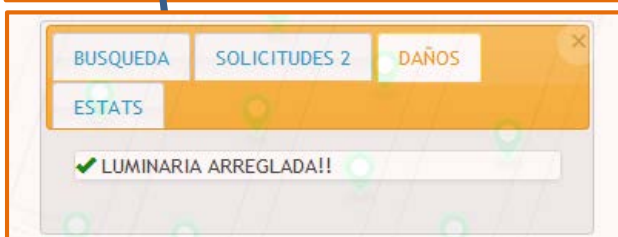
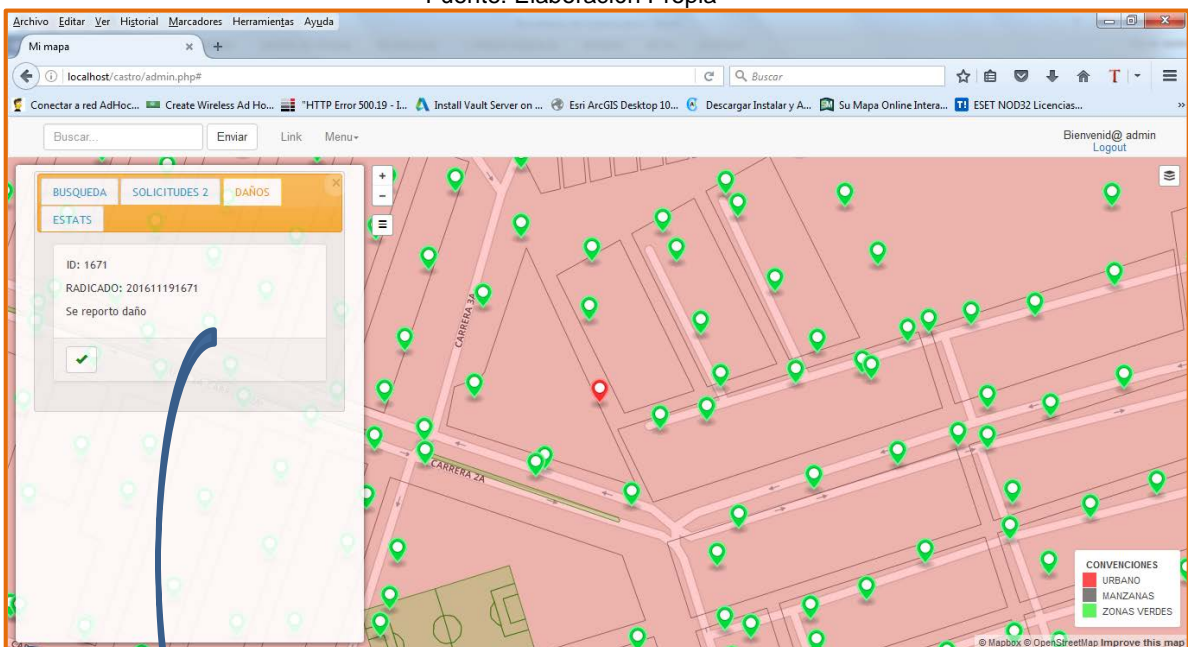


Cuando el administrador acepta la solicitud el sistema presenta un formulario en donde

se le ingresa las características de la luminaria. Para finalizar aparece un cuadro en donde dice que la solicitud ha sido aceptada correctamente y la información es incorporada al sistema.

En el menú, el administrador aparece la cantidad de daños reportados por los usuarios comunidad, el administrador revisa los daños y manda un reporte a la empresa que realiza los correctivos o reparación.

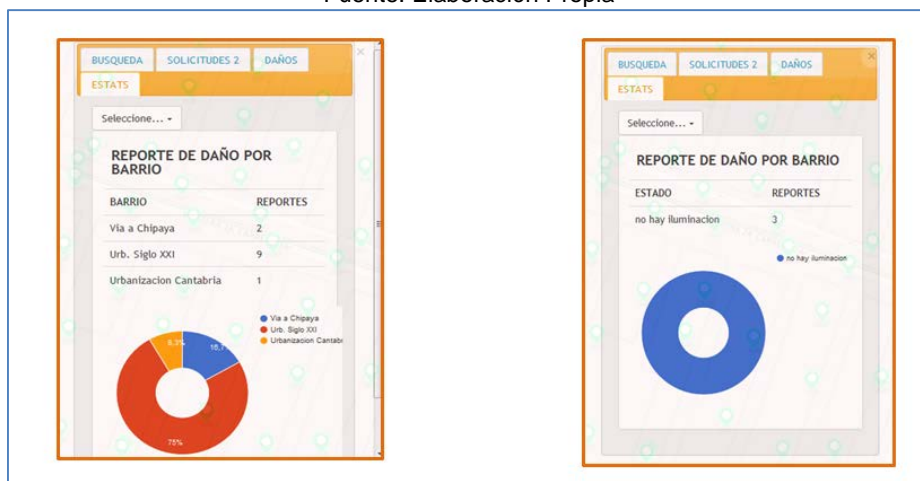
Ilustración 23. Visualización de daños reportados en el sistema
Fuente: Elaboración Propia



El administrador define si la luminaria fue arreglada o si no se deja en la base hasta que se corrija, una vez corregida el sistema envía un mensaje afirmando que la luminaria se encuentra arreglada y hace el cambio de color de dicha luminaria de rojo a verde que indica Luminaria buena.

El administrador tiene la opción de visualizar reportes estadísticos del estado de como se encuentran las luminarias.

Ilustración 24. Reporte estadístico del estado de las luminarias en el Sistema.
Fuente: Elaboración Propia

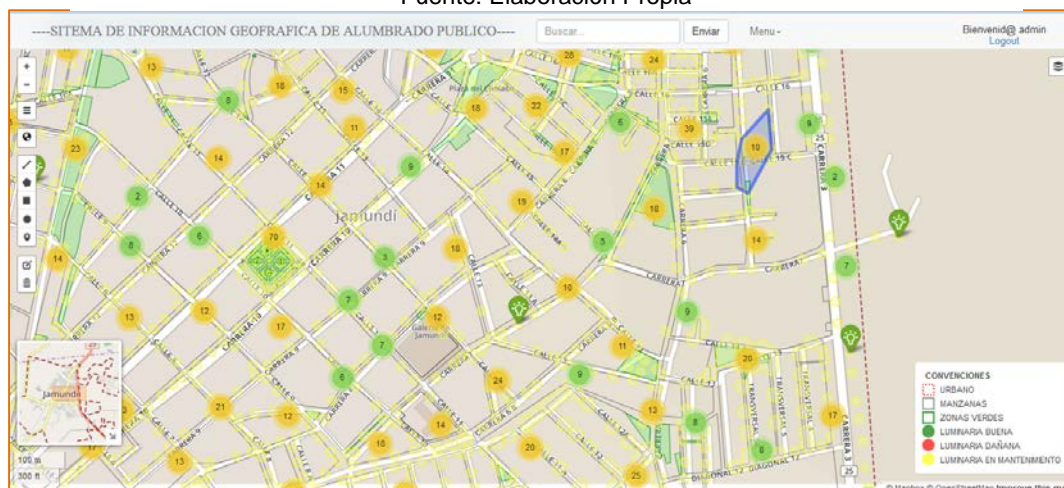


En el entorno del aplicativo web al activar zona no iluminada se visualiza en morado el espacio público no iluminado con el nivel de iluminancia máximo (Radio de iluminación), ya que el óptimo abarcaría un espacio más amplio, cubriendo más espacio según las características tecnológicas de la luminaria o fabricante.

Ilustración 25. Visualización de la zona no iluminada
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 26. Radio de iluminación
Fuente: Elaboración Propia



7.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Se realizó la búsqueda y ajuste de la cartografía base cartografía base utilizando información como manzanas, ejes viales, zonas verdes del municipio de Jamundí todo ajustado al sistema de referencia Colombia Magna Oeste.
- La interacción del sistema con el usuario, se diseñó de tal forma que sea amigable y comprensible, con las opciones necesarias para identificar las luminarias, reportar y solicitar incorporación de nuevas, como también la administración del sistema.
- Se capturó la información de las luminarias de la cabecera de Jamundí mediante dispositivo GPS Colector de mano Trimble JUNO SD donde se incorporó un diccionario de datos previamente definido, con y asignación del sistema de referencia ya definido.
- Se Identificaron los elementos de la luminaria del alumbrado público existente, definiéndolo mediante un diccionario de datos previamente definido.
- Se procesó la información recolectada de campo mediante la corrección diferencial, e igualmente se realiza la transformación de datos geográficos al sistema de referencia Magna Colombia Oeste.
- Se construyó una base de datos geográfica con la información espacial de obtenida en campo.
- Se realizó un análisis espacial el cual se visualiza espacio público no iluminado donde se muestra el déficit de iluminación para toma de decisiones de incorporación de luminarias.

8. CONCLUSIONES

- El Sistema de Información Geográfica de Alumbrado Público – SIGAP es una herramienta importante en el mejoramiento del mantenimiento de las luminarias de la cabecera municipal de Jamundí.
- Se desea que este trabajo sea un modelo a seguir para los municipios que reportan luminarias para un óptimo control total del sistema de alumbrado público en donde lleguen a utilizar la información de las luminarias y puedan mejorar el servicio basándose en el Anexo General de la Resolución 18 0540 de 2010 del RETILAP, para la operación y mantenimiento de los sistemas de alumbrado público.
- Teniendo en cuenta que el sistema contiene la información del inventario de luminarias y localización con la incorporación de factores físicos y geométricos se podría llevar a cabo la generación del modelo isolux para poder identificar con mayor exactitud en que sectores se presenta déficit de iluminación, esto podría mejorar la calidad de la información, acercándose a la realidad.
- La actualización del sistema también depende de la cartografía base, de la incorporación de urbanizaciones y/o expansión urbanística, dicha información espacial deberá ser administrada por planeación municipal para que el modelo planteado sea lo más cercano a la realidad.
- Debido a la actualización tecnológica de equipos GPS, precisiones y optimización de captura de la información el equipo utilizado cumple con los requisitos mínimos aunque en el mercado existen equipos que procesa en tiempo real las correcciones el cual mejoraría el proceso de captura de la infraestructura de alumbrado público.

9. BIBLIOGRAFIA

- Gary Higgs, Mitch Langford, Richard Fry (2013) Investigating variations in the provision of digital services in public libraries using network-based GIS models. *Library & Information Science Research*, 35, 24-32.
- Hrvoje Glavas, Dalibor Mesaric, Milan Ivanovic Josip Juraj Strossmayer: THE ROLE OF GIS IN ENERGY AUDIT OF PUBLIC LIGHTING ACTA TEHNICA CORVINIENSIS Bulletin of Engineering. 2015.Tomé VIII, Fascículo 2. pág. 63 – 66.
- Lisa T. Abbott;Carolyn D. Argentati. GE: A New Component of Public Services. *The Journal of Academic Librarian ship*, 1995. P. 251-256.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Anexo General del RETILAP (Resolución 18 0540 de marzo 30 de 2010)de RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (Resolución 18 1331 de agosto de 2009). Bogotá, 2010.
- TRAHTEMBERG, León; LÓPEZ, Ariza; PINILLA RUIZ, c. Las componentes de la calidad del dato geográfico. (2011).
- ALTAMIRANO LÓPEZ, Karina y PULIDO OLMEDO, Karen. Construcción de bases de datos catastrales lógicas, orientadas a la ejecución e implementación de un SIG, en la comuna del bosque con el fin de mejorar la gestión y planificación de un proyecto de luminarias. Santiago de Chile, 2004,143 p. Trabajo de Grado (Ingeniero Geográfico). Universidad de Santiago de Chile. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Geográfica
- CARVAJAL JARAMILLO, Andrés Felipe y ROMERO JIMÉNEZ, Oscar Mauricio. Levantamiento e implementación de un Sistema de Información Geográfico para la empresa de Energía de Pereira S.A E.S.P. Pereira, 2010, 75 p. Trabajo de Grado (Tecnólogo Electricista). Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad De Tecnologías. Programa De Tecnología Eléctrica.
- ESRI. GIS Best Practices, GIS For Public Works. 2006. p. 1-26. [en línea] Disponible en : <<http://www.esri.com/library/bestpractices/public-works.pdf>> [citado en 9 de junio de 2013]
- GUTIÉRREZ DE RAVÉ AGÜERA, E.; GONZÁLEZ, M. P.; PRIETO, A.L.; MARTÍN, T.; GONZÁLEZ, B.; CANO, J. M.. Diseño de un Sistema de

Información Geográfica para la gestión y mantenimiento de un Campus : conferencia. En: Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica (XIV : 2002 : Santander, España). Memorias XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica. Santander : INGEGRAF, 2002. P. 1-9.

- GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ, Antonio; GUTIÉRREZ PÉREZ, Cuahutémoc; VILLAVICENCIO OLIVERA, Emmanuel Odorico. Sistema de Información Geográfica Municipal de Lerma (SIGLerma), Estado de México : conferencia. En: Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (XIII ,2010, Toluca, México). Memorias XIII Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica. Toluca : INEGI, 2011. p. 1-25. [en línea] Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/eventos/2011/conf_ibero/doc/ET3_29-GUTI%C3%89RREZ.pdf> [citado en 18 de octubre de 2013]
- OLAYA QUINTERO, Duvier. Componentes de los datos geográficos. 2010 [en línea] Disponible en: <<http://www.slideshare.net/AlvaroPuentesMolina/03-los-datos-geograficos>> [citado en 18 de octubre de 2013]
- SARAJI, Riad; SIZER, Scott; YANCE-HOUSER, Emily; BERMEJO, Felix. Geographic Information System Mapping of Roadway Lighting and traffic Accidents. En: World Academy of Science, Engineering & Technology [base de datos en línea]. Volumen 30, (Junio 2009); p. 461-467. Disponible en EBSCO Host Research Databases.
- SIGMA INGENIERÍA S.A. Sistema de Información Geográfico GEOLUMINA: Soluciones Geográficas y Gerenciales para Empresas Administradoras de Alumbrado Público. Instituto de Valorización de Manizales, 03 de Octubre de 2007. Disponible en: <<http://manizalesmarketplace.com/index.php>> [citado en 9 de junio de 2013]
- UNIVERSITY AT BUFFALO. National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), Local Government Technology Services State Archives And Records Administration. GIS Development Guide En: Local Government GIS Demonstration Grant. Vol I, II & III. s.f.
- TOMLIN, C. D. (1990). Geographic Information system and cartographic modelling. Englewood Cliffs New Jersey: Prentice-Hall.
- ALMAZÁN GÁRATE, J. L., PALOMINO MONZÓN, M. D., & MÁRQUEZ CABA, H. A. (2009). Sistemas de Información Geográfica en la gestión integral del Litoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- LUMINOTECNIA. LEYES Y CURVAS. CURVAS DE DISTRIBUCION LUMINOSA. CURVAS ISOLUX
<<http://www.tuveras.com/luminotecnia/luminotecnia.htm>>

CODENSA. Generalidades 6.9. Recomendaciones para el mantenimiento de alumbrado público.
<http://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/generalidades_ap/ap_recomendaciones_6_9_recomendaciones_mantenimiento_alumbrado_1411>