



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

Tema:

**Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión
Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil.**

Autor:

Ing. Ronald Rómulo Rivera Murillo

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
Magister en Telecomunicaciones

Tutor:

MSC. MANUEL ROMERO PAZ

Guayaquil, 5 de noviembre del 2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el maestrante Ronald Rómulo Rivera Murillo como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones.

Guayaquil, 5 de noviembre de 2019

TUTOR

M. Sc. Manuel de Jesús Romero Paz

DIRECTOR DEL PROGRAMA

M. Sc. Manuel de Jesús Romero Paz



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, Ronald Rómulo Rivera Murillo

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación: “Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil”, previa a la obtención del grado Académico de Magíster, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de Titulación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 5 de noviembre del 2019

EL AUTOR

Ing. Ronald Rómulo Rivera Murillo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

SISTEMA DE POSGRADO

AUTORIZACIÓN

YO, Ronald Rómulo Rivera Murillo

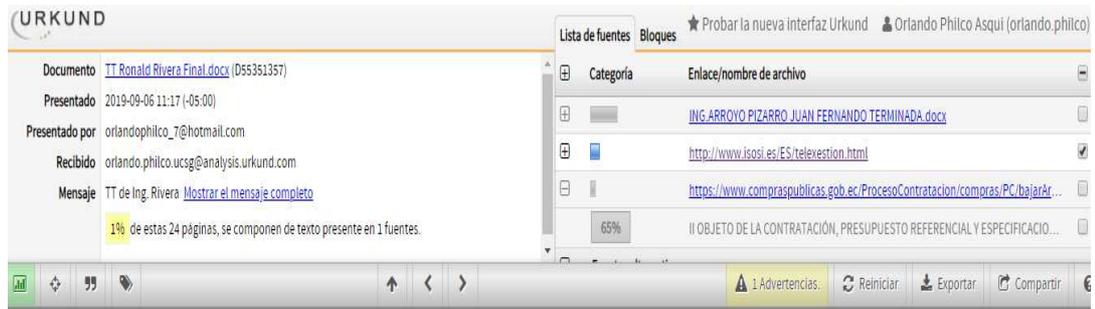
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución de la Tesis de Maestría titulada: “Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 5 de noviembre del 2019

EL AUTOR

Ing. Ronald Rómulo Rivera Murillo

REPORTE DE URKUND



The screenshot shows the URKUND interface. On the left, document details are displayed: 'Documento: TT Ronald Rivera Final.docx (D55351357)', 'Presentado: 2019-09-06 11:17 (-05:00)', 'Presentado por: orlandophilco_7@hotmail.com', 'Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.urkund.com', and 'Mensaje: TT de Ing. Rivera. Mostrar el mensaje completo'. Below this, a yellow box indicates '1% de estas 24 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.' On the right, a 'Lista de fuentes' (List of sources) panel is open, showing a table with columns 'Categoría' and 'Enlace/nombre de archivo'. The table lists three sources: 'ING. ARROYO PIZARRO JUAN FERNANDO TERMINADA.docx', 'http://www.isosi.es/ES/television.html', and 'https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/bajarAr...'. The second source is checked. At the bottom of the interface, a toolbar contains icons for navigation and actions like 'Reiniciar', 'Exportar', and 'Compartir'.

SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

Tema:

Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil.

Autor: Ing. Ronald Romulo Rivera Murillo

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de Magister en Telecomunicaciones

Tutor: MSC. MANUEL ROMERO PAZ

Guayaquil, a los 15 días del mes Julio año 2019



SISTEMA DE POSGRADO

Reporte Urkund del trabajo de titulación en Maestría en Telecomunicaciones titulado: **Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil**. del Ing. **Ronald Rómulo Rivera Murillo** el análisis de anti plagio indica el 1% de coincidencias.

Dedicatoria

Este trabajo de graduación es dedicado a nuestro amado padre celestial el cual me dio la fuerza y voluntad para poder continuar con los estudios y de esta manera obtener el título de Maestría en Telecomunicaciones.

Dedico a mi familia por el apoyo incondicional, mi esposa, mis hijos fueron indispensables para seguir adelante y poder conseguir y cumplir con una etapa más de la vida en el ámbito académico.

A mis padres y hermanos que tuvieron la fuerza para apoyar y seguir superándome día a día aplicando estrategias fundamentales para conseguir y romper barreras.

Agradecimientos

El actual trabajo de graduación tiene muchos agradecimientos a las personas que tienen vinculación directa ya que tuvieron la paciencia de poder soportar y dar una mano, un grano de arena para poder llegar a la meta.

Se le agradece a todo el personal docente que tuvo la confianza para poder dirigirnos en este trabajo de graduación.

Agradezco al Msc. Manuel Romero por darme la confianza para poder guiarme y tener la dirección de del trabajo durante todo el periodo de la maestría.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

MSc. Manuel Romero Paz

TUTOR

f. _____

MSc. Manuel Romero Paz

DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. _____

MSc. Orlando Philco Asqui

REVISOR

f. _____

MSc. Luis Córdova Rivadeneira

REVISOR

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
Resumen.....	XII
Abstract	XIII
Capítulo 1: Descripción del proyecto de intervención.	2
1.1. <i>Introducción.</i>	2
1.2. <i>Antecedentes.....</i>	2
1.3. <i>Definición del problema</i>	3
1.4. <i>Justificación del Problema a Investigar.....</i>	3
1.5. <i>Objetivos.....</i>	4
1.5.1. Objetivo General:.....	4
1.5.2. Objetivos específicos:	4
1.6. <i>Hipótesis o Idea a Defender</i>	5
1.7. <i>Metodología de investigación.</i>	5
Capítulo 2: Fundamentación Teórica.....	6
2.1. <i>Conceptos Generales de Alumbrado Público</i>	6
2.2. <i>Introducción a Smart Cities.....</i>	7
2.3. <i>Definición de Sistema de Telegestion (sistema de gestión inteligente).....</i>	8
2.4. <i>Red Inteligente la Red de Redes (Smart Grids)</i>	11
2.5. <i>Redes inalámbricas de tipo malla (MESH)</i>	13
2.6.1 <i>Arquitectura de Red.....</i>	25
2.6.2. <i>Protocolos</i>	29
2.7 . <i>Estandares Mesh.....</i>	30
2.7.1. <i>IEEE 802.11 (Wifi).....</i>	18
2.7.2. <i>IEEE 802.16 (WiMax).....</i>	20
2.7.3. <i>IEEE 802.15 (bluetooth)</i>	34
2.7.4. <i>IEEE 802.15.4 (ZigBee).....</i>	23

Capítulo 3: Análisis y Propuesta del sistema de gestión de Alumbrado Público Inteligente	26
3.1. <i>Especificaciones Técnicas.....</i>	26
3.1.1. Especificaciones Generales	26
3.1.2. Arquitectura del Sistema	27
3.1.3. Equipos de Telecomunicaciones y Comunicación	28
3.1.4. Estaciones Base, Gatekeeper o Concentrador.....	29
3.2 <i>Sistema Central.....</i>	31
Capítulo 4: Interface DimOnOff head-end(SCMS).....	40
4.1 <i>Plataforma de Red.....</i>	40
4.1.1 Portafolio de Información.....	40
4.1.2 Características del producto:	41
4.1.3 Beneficios.....	42
4.2 <i>Autorización y Certificados</i>	54
4.3 <i>Compatibilidad de Integración con otros sistemas de CNEL Unidad de Negocios Guayaquil.....</i>	43
4.4 <i>Detección de fallas y análisis.....</i>	56
4.5 <i>Normativa General de la ley.....</i>	44
4.6 <i>Proyecto de Pliegos de contratación.....</i>	45
Conclusiones y Recomendaciones.....	46
<i>Conclusiones.....</i>	46
<i>Recomendaciones.....</i>	48
Bibliografía.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2:

Figura 2. 1: Visión de IoT por Smart City	8
Figura 2. 2: Diagrama de sistema de Telegestion.....	10
Figura 2. 3: Arquitectura sistema inteligente	12
Figura 2. 4: Infraestructura MESH	16
Figura 2.5: Diagrama descriptivo de la Capa IEEE 802.11 y sus extensiones	20
Figura 2.6: Ejemplo de RED WiMAX	21
Figura 2.7: Red de Area Domestica.....	24
Figura 2. 8: Aplicaciones Zigbee.....	25

Capítulo 3:

Figura 3. 1: Arquitectura del Sistema de Tele gestión	27
Figura 3. 2: Unidades de Control	28
Figura 3. 3: LiteNode Dimonoff RME	29
Figura 3. 4: Gatekeeper Dimonoff.....	30
Figura 3. 5: Infraestructura Sistema de Gestión Inteligente	36

Capítulo 4:

Figura 4. 1: SCMS (Smart City Management System).....	40
Figura 4. 2: STREETLIGHT.VISION USER INTERFACE.....	41
Figura 4. 3: MappingMAp Streetligh.Vision	44
Figura 4. 4: Fallas, deteccion y analisis, Streetligh.Vision	45

Resumen

La Empresa Eléctrica Pública de Guayaquil EP, ahora llamada CNEL Unidad de Negocios Guayaquil en estos últimos años ha invertido importantes recursos tecnológicos de medición inteligente (AMI) aprovechando el talento humano existente, con lo que se ha obtenido importantes resultados. Una de las metas de CNEL Unidad de Negocios Guayaquil en pleno siglo XXI llamado a ser el siglo de las ciudades por eso se hace imprescindible la aplicación de las tecnologías de información y las comunicaciones (TIC) con lo que conlleva a ser un concepto de Ciudad Inteligente “Smart City”. Los sistemas AMI, la medición inteligente y los sistemas de iluminación inteligente representan un papel fundamental en el objetivo de conseguir sostenibilidad de las infraestructuras de las ciudades y reducir el consumo de energía. Actualmente CNEL Unidad de Negocios Guayaquil cuenta con 111.439 clientes AMI con medición inteligente entre clientes masivos y clientes de demanda donde representan más del 60 % de toda la facturación de Guayaquil. Se pronostica reducir el consumo de energía, costos de financiamiento e inversión en nuevas luminarias donde actualmente se utilizan las luminarias tradicionales incandescentes de Sodio de 100 y 200 watos. Cnel para mejorar la eficiencia energética en el alumbrado público a través de unos sistemas de Gestión inteligente donde se reduzca el tiempo de actuación a incidentes. Donde el sistema pueda ser gestionado por cualquier dispositivo con interconectividad inalámbrica en base a protocolos de comunicación y reducir hasta un ahorro de energía hasta 65 % en comparación al alumbrado tradicional.

Palabras Clave: AMI, MESH, ZigBee, WiFi, Bluetooth, Teleceldas, CIS

Abstract

The Public Electric Company of Guayaquil EP, now called CNEL Business Unit Guayaquil in recent years has invested significant technological resources of intelligent measurement (AMI) taking advantage of existing human talent, which has obtained important results. One of the goals of the Cnel Guayaquil Business Unit in the 21st century called to be the century of the cities that is why it is essential to apply the information and communications technologies (ICT) with what leads to being a concept of City Smart "Smart City". AMI systems, intelligent measurement and intelligent lighting systems play a fundamental role in the objective of achieving sustainability of city infrastructure and reducing energy consumption. Currently Cnel Business Unit Guayaquil has 111,439 AMI clients with intelligent measurement between massive clients and demand clients where they represent more than 60% of all Guayaquil billing. It is predicted to reduce energy consumption, financing costs and investment in new luminaires where the traditional incandescent Sodium luminaires of 100 and 200 watts are currently used. Cnel to improve energy efficiency in public lighting through intelligent management systems where the time of action to incidents is reduced. Where the system can be managed by any device with wireless interconnectivity based on communication protocols and reduce up to 85% energy savings compared to traditional lighting.

Key Words: AMI, MESH, ZigBee, WiFi, Bluetooth, Telecells, CIS

Capítulo 1: Descripción del proyecto de intervención.

1.1. Introducción.

CNEL (Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública) Unidad de Negocios Guayaquil ha realizado inversiones en estos últimos 7 años recursos tecnológicos para investigaciones. Dentro del área de concesión de Guayaquil se ha invertido en proyectos AMI (Advanced Metering Infrastructure) de medición inteligente donde 111.439 clientes cuentan con medidores inteligentes Smart Meter. Actualmente se está realizando el análisis y propuesta de un sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público, un sistema controlado mediante un sistema de radiofrecuencias que permite variar la intensidad lumínica y el correcto funcionamiento de todas las luminarias lo mismo que permite mejorar la eficiencia del sistema y el ahorro energético.

El propósito de los sistemas de iluminación inteligente es conseguir la iluminación eficiente en los hogares, oficinas, carreteras y perimetrales para así asegurar la sostenibilidad del planeta.

Los Sistemas de Alumbrado Público son sistemas a monitorizar y gestionar eficientemente proporcionando carreteras seguras, confort en áreas públicas mejorando la seguridad de los hogares, negocios y centros urbanos. Por los costos de la electricidad, motiva la crucial necesidad de desarrollar, analizar y proponer sistemas que lleve una gestión eficiente de la iluminación.

1.2. Antecedentes.

Actualmente CNEL Unidad de Negocios de Guayaquil, desea contar con un sistema de Telegestión de Alumbrado Público para sus principales avenidas, lo que corresponde al control y monitoreo de 7.265 luminarias (ver Anexo 1, coordenadas de ubicación de las luminarias), permitiendo obtener una mayor retroalimentación correspondiente al estado y

estadísticas del actual Sistema de Alumbrado Público con el que cuenta CNEL.

CNEL Unidad de Negocios Guayaquil actualmente cuenta con una red de luminarias obsoletas e ineficaces que provoca un impacto verdaderamente fuerte en el ambiente económico y medioambiental, tiene instalado 173.607 luminarias donde alrededor del 70% de luminarias son de Sodio.

El sistema de Alumbrado Público basado en luminarias de vapor de sodio eleva sensiblemente su consumo proporcionando una iluminación energéticamente ineficiente, con este tipo de luminarias de sodio no existe un proceso de seguridad de la información

Aun no existe un sistema de control y gestión eficiente del consumo energético, regulación de la intensidad lumínica y de atención a incidentes.

CNEL Unidad de Negocios Guayaquil no cuenta con unos sistemas de gestión que permita analizar mediante un gráfico energético los valores de voltaje y corrientes de las luminarias.

No se dispone de un sistema de gestión que procese y analice los datos teóricos obtenidos por cada luminaria para su respectiva atención en campo.

1.3. Definición del problema

La necesidad de reducir las pérdidas técnicas, consumo energético, tiempo de atención a incidencias por problemas en luminarias en mal estado, el impacto ambiental en el actual sistema de alumbrado público que tiene CNEL Unidad de Negocios Guayaquil.

1.4. Justificación del Problema a Investigar.

El personal de Alumbrado Público de CNEL Unidad de Negocios Guayaquil en conjunto con la sección de Telemetría del Departamento de Grandes Clientes ha planificado proponer un Sistema de Gestión de Alumbrado Inteligente, donde se permita interpretar y procesar archivos de planos de las luminarias instaladas donde existe una mayor demanda de energía en alumbrado.

La información será recolectada con la aplicación o servicio web que disponga cada luminaria para ser procesada de una manera integrada con el sistema de facturación para mejorar las gestiones administrativas y llevar un control de la energía e incluso pérdidas de energía.

1.5. Objetivos

Con la intención de realizar el análisis, planificación e implementación de un sistema de gestión inteligente del Alumbrado Público a nivel de Guayaquil para poder aplicar la reducción energética, pérdida técnica y no técnica en el actual sistema de alumbrado público, basados en desarrollos tecnológicos y telecomunicaciones, se plantean los siguientes objetivos:

1.5.1. Objetivo General:

Elaborar una propuesta para la implementación de un sistema de Gestión inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil para el control energético.

1.5.2. Objetivos específicos:

- Identificar el ahorro energético que se obtendrá en el actual sistema de alumbrado público que posee CNEL Unidad de Negocio Guayaquil.
- Analizar los sistemas de interconectividad inalámbrica por medios de protocolos de comunicación más comunes y abiertos.
- Determinar los requerimientos técnicos para el uso de la frecuencia permitida por ente regulador de las telecomunicaciones.
- Determinar la potencia a la cual operan los sistemas de alumbrado Público de CNEL Unidad de Negocios Guayaquil.
- Proponer el sistema de Gestión del alumbrado público para atención de incidencias de luminarias en mal estado.

1.6. Hipótesis o Idea a Defender

El análisis y propuesta de un sistema de gestión inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil permitirá reducir las pérdidas técnicas, controlar el consumo energético, reducción de costos operativos a la atención de incidencias por daños, lo cual aumenta un mejor rendimiento en la administración de los recursos, satisfacción de empleados y clientes.

1.7. Metodología de investigación.

En la presente propuesta se han utilizado métodos analíticos e investigativos:

Los métodos de análisis para aplicar diferentes tecnologías y determinar la mejor estructura para la instalación de equipos de comunicación.

El método lógico para analizar la factibilidad donde se asigne los sistemas de gestión inteligente de alumbrado.

EL método estadístico para analizar de manera tabular con información recopilada desde la base de datos en los sistemas de gestión de alumbrado inteligente, clasificarlos en índices e indicadores de control de energía.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica.

2.1. Conceptos Generales de Alumbrado Público

Son muchos los factores que se deben tener en cuenta a la hora de hablar de alumbrado público, es por esto que se generan conceptos generales sobre algunos elementos conformantes del mismo; a continuación, se presentan algunos de estos conceptos adaptados así:

- **Vial:** Se define como un conjunto de calles y carreras dispuestas en una estructura jerarquizada interconectada entre sí, desde el centro metropolitano en forma anillar y centrípeta hacia las periferias, con la finalidad de permitir la comunicación con las vías regionales y nacionales.
- **Aceras:** Denominado también como andenes o senderos peatonales, se refiere a los espacios adyacentes a las vías destinados al tránsito de peatones.
- **Vía:** Espacio destinado al tránsito de vehículos, este puede ser en uno o más sentidos y a su vez está conformado por calzadas, separadores y aceras.
- **Calzada:** Se define como la parte de la vía destinada al tránsito de vehículos; está comprendida entre las aceras o entre el separador y las aceras y esta puede estar conformada por varios carriles.
- **Carril:** Espacio de la calzada con un solo sentido destinado al tránsito de un solo vehículo.
- **Separador:** Conocido también como mediana y es definido como el espacio que divide calzadas, es usado en muchas ocasiones para la ubicación de postea dura.

En la Historia, la iluminación ha sido una necesidad básica de supervivencia del ser humano. A continuación, se menciona las primeras formas de iluminación hasta las recientes.

- Fuego
- Lámparas de aceite
- Velas
- Lámparas de gas
- Lámparas eléctricas
- Lámparas de descarga eléctrica.

2.2. Introducción a Smart Cities

En la publicación de (David Pérez, Presidente de la Federación Madrileña de Municipios, 2012, p. 5) indica que las ciudades responsables son la clave para una sociedad sostenible que responda a los grandes retos que se presentan hoy día. Una mayor capacidad de innovación y mejores tecnologías son la clave para demostrar la viabilidad de las Smart Cities o Ciudades Inteligentes, que nacen con la filosofía avanzar en un nuevo modelo de gestión energética, más sostenible y más tecnológico, optimizando las fuentes renovables. La principal motivación para diseñar y desarrollar este modelo de ciudad inteligente es proveerla de una infraestructura que garantice un incremento de la calidad de vida para sus ciudadanos y una mayor eficiencia de sus recursos tomando como contexto el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para alcanzar una mejor participación ciudadana.

Una Ciudad Inteligente o Smart City persigue mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y el desarrollo sostenible a través de una gestión eficiente y responsable de los recursos y servicios de las ciudades.

Este nuevo modelo de ciudad se basa en tres conceptos básicos: tecnología, sostenibilidad e innovación, unos elementos que deben combinarse con acierto y precisión para generar espacios urbanos con un alto nivel de habitabilidad y un adecuado equilibrio económico y medioambiental.

Las dimensiones transformadoras de una Smart City afectan a todas las áreas de nuestra vida cotidiana: desde los sistemas de suministro de energía o agua para mejorar la gestión de las redes y predecir la demanda, hasta los servicios de movilidad relativos al control del tráfico urbano o el impacto de la implantación del coche eléctrico. El resultado es la mejora en la eficiencia energética y los procesos operativos, la optimización de las infraestructuras y la incorporación de las energías renovables a la vida diaria de los municipios. Un modelo económico de futuro que una tecnología y sostenibilidad. Lo cierto es que actualmente los avances tecnológicos ofrecen posibilidades infinitas a las ciudades en los distintos ámbitos en los que se compone una Ciudad Inteligente.

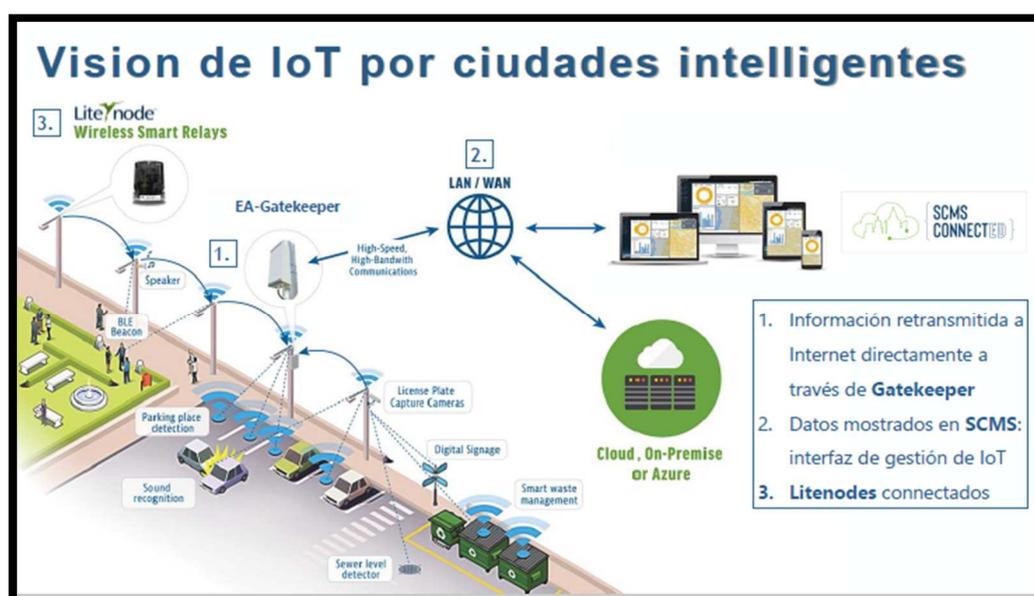


Figura 2. 1: Visión de IoT por Smart City.
Fuente: (Bernier, 2019)

2.3. Definición de Sistema de Telegestión (sistema de gestión inteligente).

La telegestión ofrece a consumidores, comercializadores, distribuidores, generadores y al regulador una variedad de servicios y herramientas. Las tecnologías de telegestión incluyen diferentes componentes técnicos que pueden variar de acuerdo con las condiciones de mercado y marco regulatorio, pero podemos destacar las siguientes características comunes:

- Medida y transmisión de consumo de electricidad, agua, gas y/o calor.
- Gestión automática de los contadores.
- Implementación de una infraestructura de comunicación bidireccional entre los contadores y los agentes que participan en el sistema.
- Mejora de los servicios y de CRM (Customer Relationship Management), incluyendo los servicios de facturación detallados basados en los datos de consumo indicados.
- Gestión de la demanda.
- Permitir nuevos servicios energéticos para mejorar la eficiencia energética.
- Fomentar el micro-generación, transformando al consumidor en un productor de energía.

Los sistemas de telegestión implican una serie de mejoras e innovaciones, tanto tecnológicas y comunicación, así como en el control y operación de la red, como puede observarse en la figura 2.2.

La Telegestión responde a las necesidades de numerosos ámbitos de aplicación, y ofrece series de herramientas:

- Telealarma: Ser alertado automáticamente en caso de avería o de fallo de funcionamiento de una instalación.
- Telecontrol: Controlar permanentemente y a distancia el funcionamiento de una instalación.
- Telemando: Actuar a distancia sobre los equipos controlados, gestionar a distancia el funcionamiento de las instalaciones controladas.
- Telegestión: Registrar las informaciones con el fin de analizarlas y optimizarlas.



Figura 2. 2: Diagrama de sistema de Telegestión.
Fuente: (PEÑA, 1996)

Un sistema de telegestión controla y supervisa equipos y señales de entrada/salida situados en instalaciones distantes. Por ejemplo, para la distribución de agua potable, las estaciones de bombeo se hallan dispersas geográficamente, y necesitan intercambiar entre ellas información sobre los distintos caudales y presiones detectados en la red, a fin de realizar un bombeo de acuerdo con la demanda de los usuarios. En cada una de las estaciones, el sistema de telegestión está conectado a equipos y aparatos de medición, permitiendo el envío de la información y el control del conjunto de los parámetros. De este modo, las estaciones pueden intercambiar datos entre sí a través de una red de comunicación. Un sistema de telegestión controla, automatiza y supervisa instalaciones distantes, registrando parámetros de funcionamiento, tales como el caudal, la presión, los estados de abierto/cerrado de las diferentes compuertas etc. Cualquier situación anormal es detectada inmediatamente siendo posible enviar una secuencia sofisticada de señales de alarma a nuestra sede central.

Un Sistema de telegestión consta, habitualmente, de varios componentes:

- Un puesto central de supervisión.
- Una red de comunicaciones.
- Estaciones de telegestión.
- Sensores y otros instrumentos de campo.

Un sistema de telegestión es un aparato electrónico que permite un control inteligente de instalaciones aisladas, asegurando la comunicación de información entre las fuentes de datos locales y las provenientes del puesto central de supervisión. Es también un sistema autónomo que registra los acontecimientos que se producen a nivel local. Sus cometidos principales son controlar el buen funcionamiento de la instalación, permitir el envío de órdenes a distancia, almacenar información en su base de datos para transmitirla al puesto central. Finalmente, este sistema permite enviar diversas alarmas hacia el puesto central o a cualquier otro destinatario.

2.4. Red Inteligente la Red de Redes (Smart Grids)

El Departamento de Energía de los Estados Unidos define las redes inteligentes como “un tipo de tecnología que las personas están usando para modernizar los sistemas de suministro del servicio público de electricidad, según las exigencias del siglo XXI, utilizando equipo de cómputo con base en el control remoto y la automatización. Estos sistemas son posibles gracias a la tecnología de comunicación bidireccional y al equipo de procesamiento que se ha utilizado durante décadas en otras industrias. Están empezando a utilizarse en las redes eléctricas, desde centrales eléctricas y parques eólicos hasta los consumidores de electricidad en los hogares y empresas. Ofrecen muchos beneficios a empresas de servicios públicos y a los consumidores, que son mayormente observados en grandes mejoras en la eficiencia energética de la red eléctrica y en los hogares y oficinas de los usuarios de energía” (energy.gov, 2012).

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) define las redes inteligentes así “Una red inteligente es una red eléctrica que utiliza tecnologías digitales y otras tecnologías avanzadas para controlar y gestionar el transporte de electricidad, a partir de todas las fuentes de generación, con el fin de satisfacer la demanda variable de electricidad de los usuarios finales. Las redes inteligentes coordinan las necesidades y capacidades de todos los

generadores, operadores de red, usuarios finales y actores del mercado eléctrico para utilizar todas las partes del sistema de la manera más eficiente posible, reduciendo al mínimo los costos y el impacto ambiental mientras se aumenta al máximo la fiabilidad, resistencia y estabilidad del sistema”. (IEA, 2011).

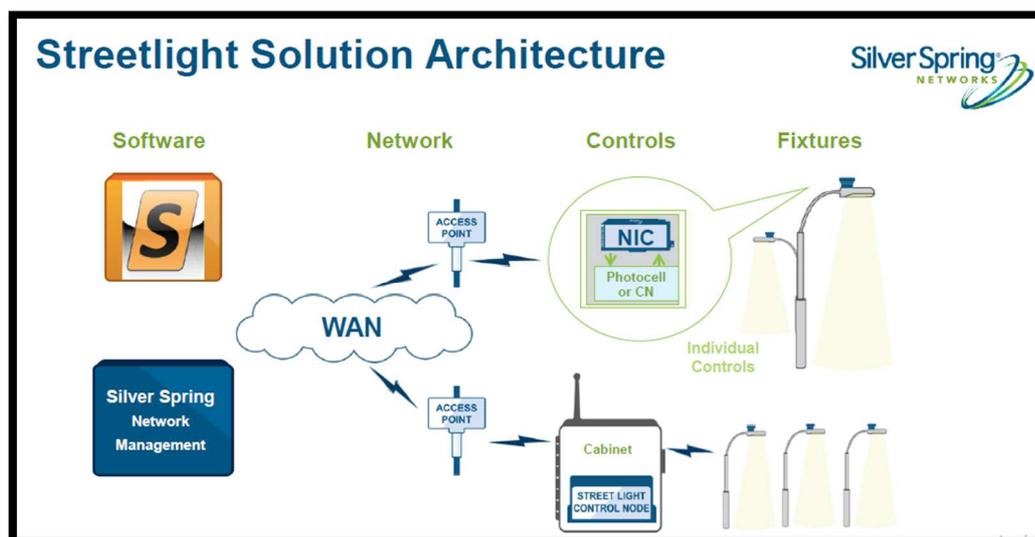


Figura 2. 3: Arquitectura sistema inteligente.
Fuente: (Aldis, 2018)

Para mejorar la eficiencia energética, la tecnología de redes inteligentes optimiza la gestión de la oferta y la demanda de energía eléctrica, minimiza la pérdida de energía eléctrica entre las centrales eléctricas y los consumidores y ahorra electricidad. Debido a una reducida demanda pico, se pueden evitar también los costos relacionados con la construcción de nuevas plantas de energía.

Como una solución al cambio climático, las redes inteligentes de energía generan menos emisiones de gases de efecto invernadero a través de una mayor eficiencia y del uso de energías renovables limpias.

Características importantes de una Red Smart Grid

- Mayor uso de tecnología digital para aumentar la confiabilidad, seguridad y eficiencia
- Optimización dinámica de las operaciones de la red y de sus recursos
- Uso de recursos y generación distribuida
- Uso de la gestión de la demanda y de energía -eficiencia
- Diseminación de tecnologías tipo “smart” para:
 - Medición
 - Comunicaciones y condiciones de la red
 - Automatización de la Distribución
- Uso de almacenamiento avanzado de electricidad y tecnología para aplanar la curva de carga, incluyendo:
 - Vehículos eléctricos híbridos
 - Almacenamiento térmico para aire acondicionado
- Reporte oportuno y opciones de control al consumidor
- Definición de estándares de comunicación e interoperabilidad de equipos a ser conectados a la red
- Reducir o eliminar barreras relacionadas con tecnologías, prácticas y servicios de las Smart Grids

2.5. Redes inalámbricas de tipo malla (MESH)

Las redes mesh, redes acopladas, o redes de malla inalámbricas de infraestructura, unen las dos topologías de las redes inalámbricas: la topología ad-hoc y la topología infraestructura. Estas redes se auto-organizan y autoconfiguran dinámicamente con los nodos de la red, estableciendo automáticamente una red ad-hoc y manteniendo la conexión. Las WMNs (Wireless Mesh Networks) están formadas por dos tipos de nodos: los routers mesh y los clientes mesh. Además de las funciones propias de un router wireless convencional, el router mesh contiene

funciones adicionales para soportar la infraestructura mesh. Gracias al sistema de comunicaciones multi-hop, se puede conseguir la misma cobertura con menos energía de transmisión. Los routers mesh permiten unir a la red dispositivos que a pesar de estar fuera del rango de cobertura de los puntos de acceso (PA), están dentro del rango de cobertura de alguna tarjeta de red que directa o indirectamente está dentro del rango de cobertura de un punto de acceso de la red. Para mejorar la flexibilidad de la red mesh, un router mesh contiene múltiples interfaces wireless basados en la propia tecnología inalámbrica. A pesar de estas pequeñas diferencias, los routers mesh están contruidos sobre un hardware similar al de cualquier router.

Los routers mesh tienen una movilidad limitada y forman el esqueleto de la red. Los clientes mesh también pueden trabajar como un router para las redes malladas, sin embargo, su hardware y software son mucho más sencillos que los del router. Las tarjetas de red pueden comunicarse entre sí, independientemente del punto de acceso. Así pues, los dispositivos pueden no mandar directamente sus paquetes al punto de acceso, o router mesh, sino que pueden pasárselos a otras tarjetas de red para que lleguen a su destino. Para que esto sea posible es necesario contar con un protocolo de enrutamiento que permita transmitir la información hasta su destino con el mínimo número de saltos o con un número que aun no siendo el mínimo sea suficientemente bueno.

Las WMNs fueron creadas en un principio con fines militares para la interconexión de mandos, que a pesar de estar alejados estaban lo suficientemente cerca entre ellos, formando una cadena a través de la cual se transmitieran los mensajes hasta llegar a su destino. Actualmente, el IEEE está desarrollando un conjunto de estándares, bajo el título 802.11s (wireless), 802.16 (WiMax) y 802.15.5 (bluetooth) para definir una arquitectura, y un protocolo de la red mesh ESS (Extended Service Set) necesario para reunir la interoperabilidad de fabricantes, ya que al no existir un estándar cada uno de ellos ha realizado sus propias investigaciones aplicadas a sus productos.

2.6.1 Arquitectura de Red

La arquitectura de las redes mesh se puede clasificar en tres tipos:

- Infraestructura

La infraestructura está formada por los routers mesh y es el esqueleto de la red. Dichos routers realizarán las funciones de gateway, routing, etc., y permitirán la conexión a Internet. Del mismo modo interconectan todo tipo de redes inalámbricas existentes, como puede ser Wifi, WiMax, telefonía móvil, tal como muestra en la Figura 2.6. Aquellos dispositivos que tengan tecnología Ethernet se conectarán a los routers mediante la misma. Para aquellos dispositivos que utilicen la misma tecnología radio que dispongan los routers, se conectarán directamente a ellos, y si es distinta podrán hacerlo mediante sus estaciones base que a su vez utilizarán Ethernet.

- Clientes mesh

Los clientes mesh proporcionan una conexión punto a punto entre los dispositivos además de realizar funciones básicas de red, como encaminamiento o configuración. De este modo no es necesario un router mesh. Estos clientes forman una red y sería similar a la conocida ad-hoc. Sin embargo, los clientes mesh disponen de una tecnología superior a los clientes habituales puesto que su software y hardware han de ser capaces de soportar las funciones necesarias para la conexión.

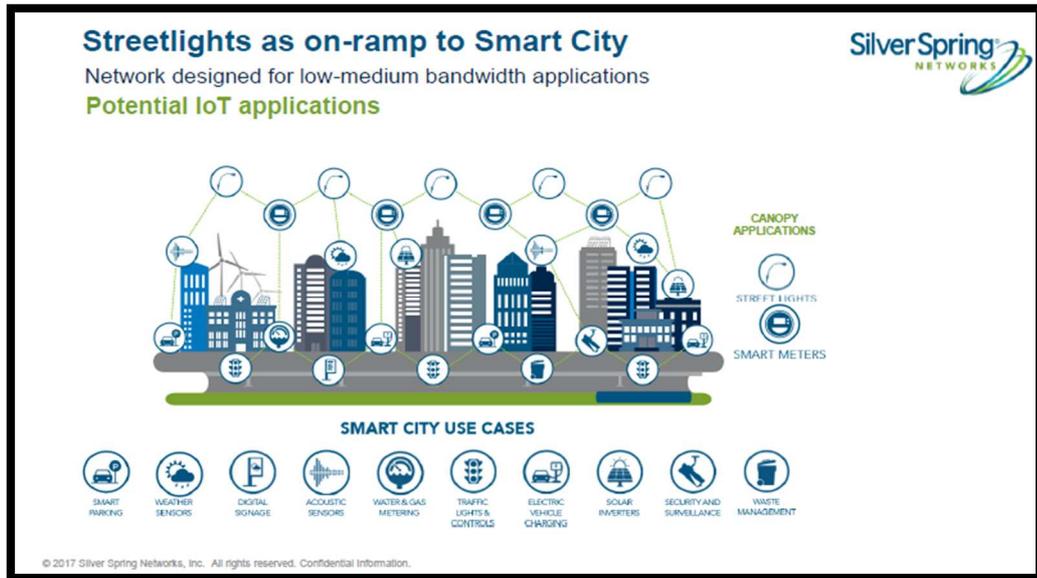


Figura 2. 4: Infraestructura Mesh.
 Fuente: (Aldis, 2018)

- Mesh híbrido

Esta arquitectura combina la infraestructura con los clientes mesh. Los clientes mesh podrían acceder a la red a través de la red de routers o a través de otros clientes mesh aumentando así la cobertura. Además de ello, se interconectan los otros tipos de redes ya existentes como puede ser Wifi, WiMax, redes móviles, radio. Los routers mesh tienen una movilidad reducida y están concentrados en realizar todas las tareas de encaminamiento y configuración facilitando la tarea de los clientes y otros nodos y reduciendo su trabajo. Se mantiene la tecnología multi-hop gracias a la red de routers desde la que no es necesario que todos los nodos tengan completa visión de todos los nodos existentes, sino que tan sólo es necesario visualizar los nodos cercanos.

- Diferencias entre ad-hoc y mesh

Para que no haya confusión entre ad-hoc y mesh se detallan una serie de diferencias que diferencian estas dos tecnologías:

1) Infraestructura e integración: mientras que ad-hoc depende de sus dispositivos, mesh contiene toda una red de routers que se encargarán de

la conexión además de la integración con otro tipo de redes ya existentes como se observa en la Figura 2.4.

2) Routing y configuración: si bien en ad-hoc lo realiza cada dispositivo del mismo modo que los clientes mesh gracias a la tecnología incorporada, en un tipo híbrido estas tareas las realiza en mayor parte la red de routers.

3) Cobertura y movilidad: la cobertura en mesh es mucho mayor puesto que la información viaja de un dispositivo a otro hasta alcanzar su objetivo. La movilidad depende del nodo mesh, según sea router o cliente.

4) Redes: mesh es capaz de interconectar redes distintas como podría ser wireless, WiMax, bluetooth, radio.

2.6.2. Protocolos

Dado que se trata de una red de topología dinámica y auto configurable, las rutas que se establecen entre dispositivos cambian dinámicamente, con lo cual son necesarios una serie de protocolos para transmitir los datos con un bajo coste de transmisión, como, por ejemplo, encontrar la ruta con menos saltos. Con el fin de establecer las rutas más adecuadas, se presentan diversos elementos de enrutamiento que describimos a continuación:

- Descubrimiento de nodos: cada dispositivo debe encontrar los distintos nodos que se encuentran a su alcance. La topología puede variar con frecuencia, por lo que es necesaria una comprobación constante.
- Descubrimiento de la frontera: encontrar los límites de una red, la frontera de la malla, que generalmente es donde se conecta a Internet.
- Calidad de enlace: medir la calidad de los enlaces, como, por ejemplo, calculando el número de paquetes perdidos.
- Cálculo de rutas: calcular la ruta óptima que se debe establecer en una comunicación basándose en algún criterio escogido.
- Manejo de direcciones IP: asignar y controlar direcciones IP, lo cual en redes mesh es bastante delicado cuando se tratan de IPs privadas.

2.7. Estándares Mesh

Actualmente no existe un estándar definido que aclare como interconectar las subredes de diferentes tecnologías ni los protocolos de enrutamiento a usar. Aun así, el IEEE en los estándares de diferentes tecnologías empieza a contemplar esta topología. La revisión 802.11s del estándar IEEE 802.11 (Wifi) define la interoperabilidad de fabricantes en cuanto a protocolos Mesh, ya que, al no existir un estándar, cada fabricante tiene sus propios mecanismos de generación de mallas. Además, se definen los nodos que participan en la arquitectura, la nueva funcionalidad de la capa MAC que permite controlar el acceso al canal de forma óptima y se incluyen mecanismos de encaminamiento a nivel 2. Aun así, sólo se encuentran disponibles los primeros borradores. El estándar IEEE 802.16 (WiMax) soporta un modo de funcionamiento mesh, pero es incompatible con la versión fija y móvil del estándar del IEEE para las redes inalámbricas metropolitanas. En el modo de funcionamiento mallado se usa una estructura de tramas determinada, que hace que sea incompatible con el modo PMP (punto a multipunto), es decir, la versión fija, o con la versión móvil. Los estándares IEEE 802.15 definen las capas física y MAC para las redes inalámbricas de área personal (Wireless personal area networks, WPAN). El grupo de trabajo IEEE 802.15.5 se estableció para ofrecer una arquitectura mallada para este tipo de redes (redes Bluetooth o ZigBee por ejemplo), ya que al emplear varios saltos en las comunicaciones se consigue un ahorro considerable de energía, aspecto muy útil en este tipo de redes.

2.7.1. IEEE 802.11 (Wifi)

El estándar 802.11 o Wi-Fi (Wireless fidelity) radica en que, al ser el primer estándar implementado en el mercado, se convirtió en el más utilizado para la creación de WLANs. Además, ha demostrado su capacidad para ofrecer acceso de banda ancha en múltiples entornos públicos a precios asequibles.

En un principio, la expresión Wi-Fi era utilizada únicamente para los aparatos con tecnología 802.11b, que funciona en una banda de frecuencias de 2,4 GHz y permite la transmisión de datos a una velocidad de hasta 11Mbps. Con el fin de evitar confusiones en la compatibilidad de los aparatos y la interoperabilidad de las redes, el término Wi-Fi se extendió a todos los aparatos provistos con tecnología de la familia IEEE 802.11: 802.11a, 802.11b, 802.11g.

Dentro del IEEE 802.11 hay definidos una serie de grupos de trabajo que se encargan de investigar y desarrollar diferentes protocolos que complementan a los estándares anteriores. Estos grupos son:

- IEEE 802.11c. Define las características de los puntos de acceso para ser utilizados como puentes.
- IEEE 802.11d. Establece definiciones y requisitos para permitir que el estándar 802.11 opere en países en los que actualmente no se puede implantar el estándar.
- IEEE 802.11e. Se podría definir como la implementación de características de QoS (“Quality of Service”) y multimedia para las redes 802.11a/b.
- IEEE 802.11f. Básicamente, es una especificación que funciona bajo el estándar 802.11g y que se aplica a la intercomunicación entre puntos de acceso de distintos fabricantes, permitiendo el roaming o itinerancia de clientes.
- IEEE 802.11h. Una evolución del IEEE 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos de posibles interferencias.
- IEEE 802.11i. Este estándar permite incorporar mecanismos de seguridad para redes inalámbricas y ofrece una solución interoperable y un patrón robusto para asegurar datos.
- IEEE 802.11x. Pretende mejorar los mecanismos de seguridad de la 802.11, con los protocolos de seguridad extendida (EAP).

- IEEE 802.11 Super G. Estándar propietario que utiliza tecnología “pseudo MIMO” y que alcanza una velocidad máxima de transferencia de 108Mbps. Es proporcionado por el chipset Atheros

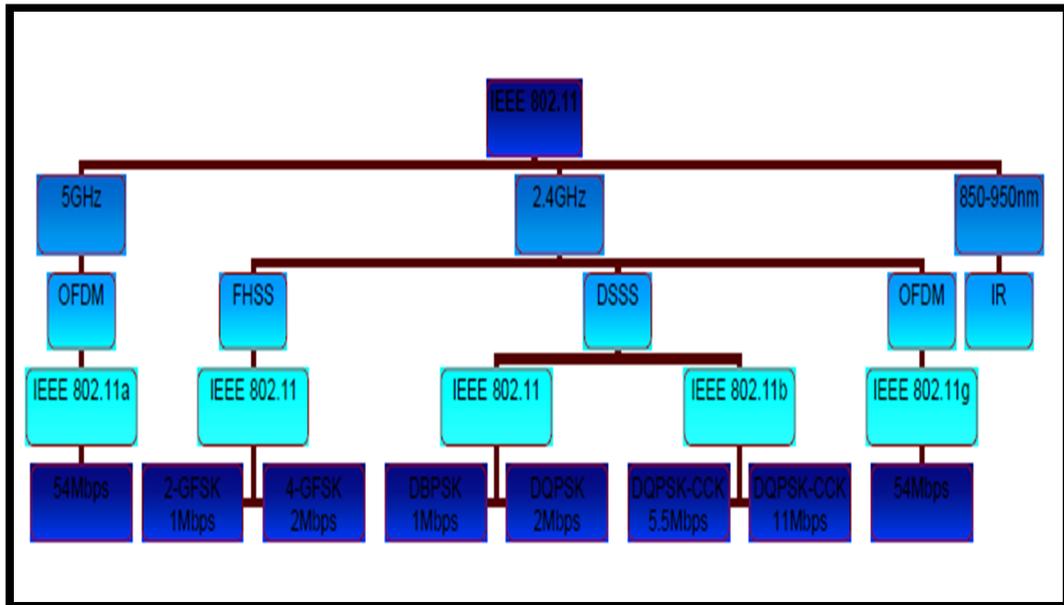


Figura 2.5. Diagrama descriptivo de la capa IEEE 802.11 y sus extensiones
Fuente: (admin, 2008)

2.7.2. IEEE 802.16 (WiMax)

El estándar IEEE 802.16 forma parte de la familia de estándares para redes de área local y metropolitana del IEEE (IEEE 802) especifica una interfaz aérea para sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha, en su versión de 2004 (IEEE Std 802.16-2004) especifica dicha interfaz, incluyendo la capa de control de acceso al medio y distintas especificaciones de capa física para sistemas BWA fijos (Broadband Wireless Access) soportando múltiples servicios. Esta versión consolida los estándares anteriores IEEE Std 802.16, IEEE Std 802.16a y IEEE Std 80216c, manteniendo todos los modos y características principales sin añadir modos nuevos. Su objetivo es permitir el desarrollo rápido de productos BWA de distintos fabricantes, que sean innovativos, con costes competitivos e interoperables. Facilita la competencia en accesos de banda ancha proponiendo alternativas a los

accesos cableados y, por otra parte, acelera la comercialización de sistemas BWA. WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), es una marca de certificación para los productos que superan los controles de conformidad e interoperabilidad para los estándares de la familia IEEE 802.16. El estándar IEEE 802.16 especifica la interfaz radio para la red de área metropolitana de tipo WMAN (Wireless Metropolitan Area Network). Esta tecnología permite el acceso de banda ancha inalámbrico. Soporta servicios de voz a un alto régimen binario puede ser considerada una alternativa válida a las redes de telefonía celular.

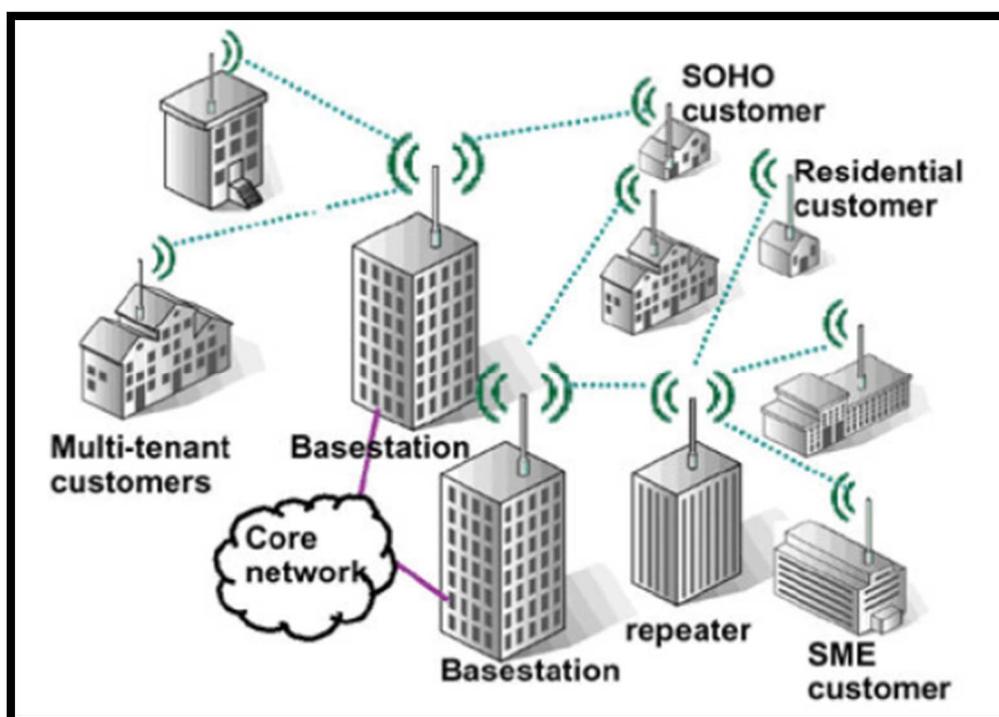


Figura 2.6. Ejemplo de Red WiMAX

Fuente: (admin, 2008)

Una ventaja importante de WIMAX, así de como cualquier tecnología inalámbrica, es que al usar el aire como medio de transmisión, se evitan los gastos de cableado de los sistemas actuales, y gracias a esto es posible comunicar lugares muy apartados que no cuentan con la infraestructura necesaria para su comunicación.

2.7.3. IEEE 802.15 (bluetooth)

Evolución del Bluetooth

- Bluetooth v1.1, versión inicial de la tecnología.
- Bluetooth v1.2, usa la técnica "Adaptive Frequency Hopping (AFH)" para mejorar la eficiencia en la transmisión. Además, se mejora la seguridad (encriptación).
- Bluetooth v2.0, incorpora la técnica "Enhanced Data Rate" (EDR), la cual permite incrementar tasa de transferencia hasta 3Mbps.
- Bluetooth v2.1, se reduce el consumo de energía (5 veces menor) y se simplifica el proceso de conexión de los dispositivos (emparejamiento).
- Bluetooth v3.0, define una mayor tasa de transferencia.
- Bluetooth v4.0: define tres tipos de conexión – clásica, rápida y de bajo consumo de energía

Bluetooth es un enlace de radio de corto alcance que pretende reemplazar conexiones por cable(s) de dispositivos electrónicos portátiles o fijos. Sus principales características son; baja complejidad, bajo consumo de energía, bajos costos además de ser un dispositivo robusto.

Bluetooth opera en la banda libre ISM de los 2.4 GHz. Para evitar la interferencia y la pérdida de información se utiliza un transmisor-receptor de frequency hop (salto de frecuencia). Para minimizar la complejidad del transceptor se utiliza una modulación binaria de FM. La tasa de transferencia es de 1 Msymbol/s. Se aplica un canal ranurado con una duración estándar de 625 μ s por cada slot (ranura) de tiempo. Para emular una transmisión full dúplex, se utiliza una trama de TDD (time división duplex). En el canal, la información se intercambia por medio de paquetes. Bluetooth puede soportar un canal de datos asíncronos, hasta tres canales de voz síncronos simultáneamente, o un canal capaz de manejar simultáneamente datos asíncronos y voz síncrona. Cada canal de voz soporta 64 kb/s de datos síncronos (voz) en cada dirección. El canal

asíncrono puede soportar un máximo de 723.2 kb/s asimétricos o 433.9 kb/s.

Detalles técnicos Bluetooth.

- Rango de frecuencias (banda ISM): 2402 - 2480 MHz (total 79 MHz)
- Tasa de transferencia: 1 Mbps (Nominal) - 720 Kbps (real)
- Alcance: hasta 10 m (depende de la versión)
- Saltos de frecuencia (RF hopping): 1600 hops/sec, 625 ms/hop
- Seguridad: autenticación tipo desafío/respuesta y encriptación de 128 bits.
- Bajo consumo de poder: 10 μ A en standby, 50 mA cuando transmite.
- Cada nodo de la red tiene una dirección MAC de 48 bits.
- Razón de datos:
 - Versión 1.2: 1 Mbps
 - Versión 2.0: 3 Mbps

Modelos de uso de Bluetooth

Existen varios perfiles de uso de Bluetooth.

Ejemplos:

- Transferencia de ficheros
- Acceso a una red LAN
- Manos libres (audífono inalámbrico)
- Teléfono inalámbrico

2.7.4. IEEE 802.15.4 (ZigBee)

ZigBee es una nueva tecnología de inalámbrica de corto alcance y bajo consumo originaria de la antigua alianza HomeRF y que se definió como una solución inalámbrica de baja capacidad para aplicaciones en el hogar como la seguridad y la automatización.

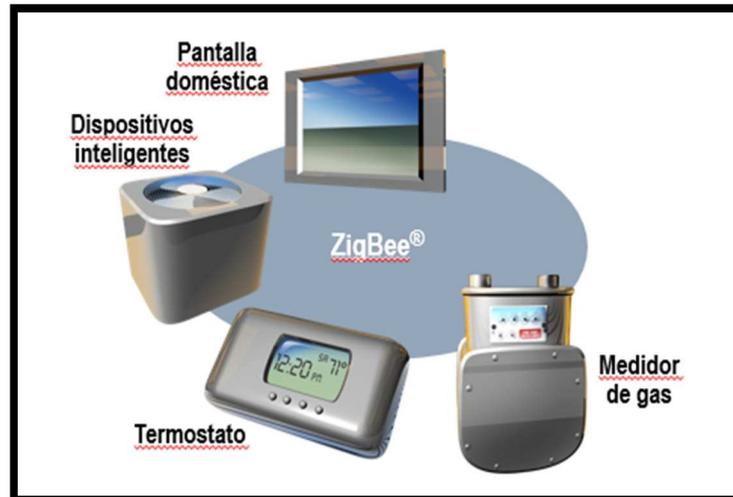


Figura 2. 7. Red de área domestica

Fuente: (ITRON, 2011)

Dentro de las características de estándar tenemos:

- La frecuencia de operación es de 2,4 GHz
- La señal salta de canal a canal cada 150 m para reducir la interferencia
- Cumple con las normas de FCC

Es una tecnología generada a partir del estándar IEEE 802.15.4, que está orientada a las aplicaciones que demanden bajo consumo de energía (baterías) y comunicaciones seguras con una baja tasa de transferencias de datos. Además, el costo de los nodos (dispositivos) es muy bajo (alrededor de 3USD).

El término “ZigBee” fue tomado del método de comunicación que usan las abejas cuando hallan nuevas fuentes de alimento, el cual es silencioso pero muy efectivo (“ZigBee Principle”), ya que a través de él se comunica al resto de la “comunidad”, la localización, la distancia y la dirección hacia el nuevo descubrimiento.

Características de Zigbee

- Confiable y con posibilidad de “auto-repararse”
- Soporta una gran cantidad de nodos (hasta 65535)

- Rápido y fácil despliegue de la red.
- Bajo consumo de energía (baterías)
- Seguridad
- Bajo costo
- Independiente del vendedor de tecnología.

Aplicaciones Zigbee

Dentro de las aplicaciones, como se ilustra en la figura.2.8.4.1 se tiene:

- Acceso, Seguridad, Ventilación, iluminación.
- Puntos de venta de red alternativos.
- Monitoreo de pacientes, monitoreo corporal.
- Medición inteligente, control de consumo.
- Rastreo de equipos, control de procesos, manejo de energía.



Figura 2. 8. Aplicaciones Zigbee

Fuente: (Amondaray, 2016)

Capítulo 3: Análisis y Propuesta del sistema de gestión de Alumbrado Público Inteligente

3.1. Especificaciones Técnicas

3.1.1. Especificaciones Generales

El sistema deberá estar conformado por los siguientes componentes: teleceldas, Litenodes o unidades de control (que remplazarán a las fotoceldas convencionales), estaciones base o concentradores y el sistema central (software).

El sistema debe ser capaz de asignar cualquier nivel lumínico como umbrales de encendido/apagado, que pueda ser asignado a cualquier grupo de luminarias. El sistema debe ser capaz de definir un valor lumínico para el switcheo, que tome en cuenta:

- Cambio de nivel de luz al amanecer/atardecer a través del calendario (para una determinada ubicación).
- Cambio de condiciones climáticas en el día.
- Periodo de calentamiento de la luminaria.

El sistema deberá tener la capacidad de realizar switcheos flexibles y por lo tanto ser capaz de realizar switcheos parciales durante la noche, para permitir ahorro de energía.

El sistema deberá ser capaz de controlar de forma variable la capacidad de disminución de intensidad de iluminación (dimerización) en cualquier incremento porcentual del nivel de potencia (sujeto a la capacidad del balastro o driver electrónico).

A fin de facilitar las tareas de instalación y de proveer áreas de cobertura amplias antes de que las unidades de control sean instaladas, la infraestructura (estaciones base o concentradores) deben ser simples de mapear e instalar, por ejemplo, en postes existentes.

El sistema deberá tener un buen registro de aceptabilidad, por ejemplo, demostrar que ha sido adjudicado o en ejecución de proyectos importantes

de tamaño comparable o superior.

El sistema en general deberá tener la capacidad de expandirse para soportar todas las luminarias que se encuentran dentro del área de concesión de la EEPG (Empresa Electrica Publica de Guayaquil), aproximadamente 150,000 luminarias.

El número de concentradores o estaciones base dependerá de la tecnología a utilizarse y del diseño de cada una de las soluciones de acuerdo al número de luminarias

3.1.2. Arquitectura del Sistema

La arquitectura de comunicación entre las estaciones base o Gatekeeper y las teleceldas podrá ser de tipo estrella o tipo malla (mesh), utilizando un sistema de comunicación que trabaje en las bandas no licenciadas 900-928 MHz o 2.4 GHz.

El medio de comunicación entre las estaciones base o Gatekeeper y el sistema central se lo realizará a través de la red pública celular GPRS o 3G con opción de a futuro poder instalar un sistema de comunicación mediante radios de banda ancha o fibra óptica a través de un puerto Ethernet RJ-45 para el intercambio de datos.

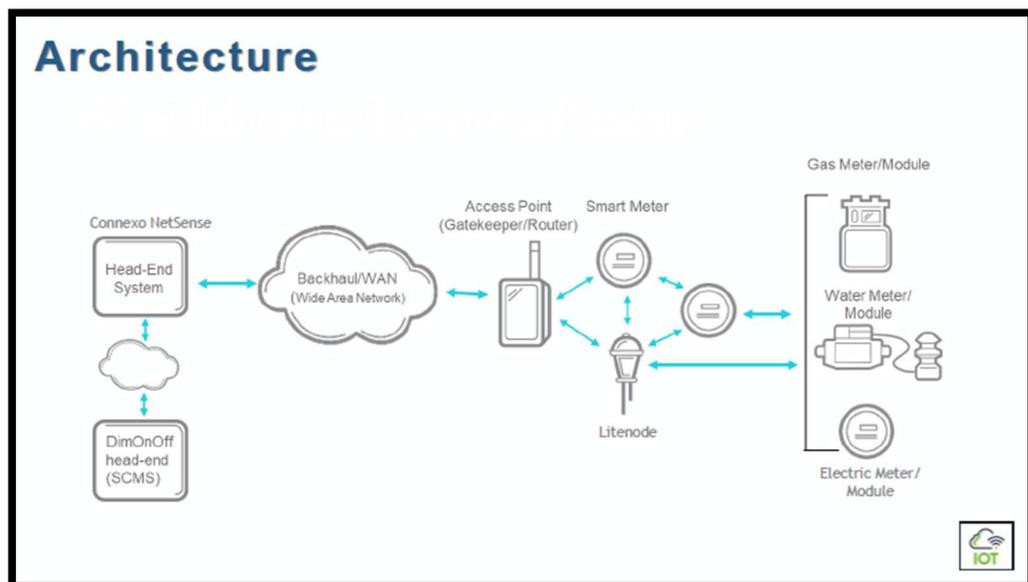


Figura 3.1. Arquitectura del Sistema de Tele gestión.

Fuente: (Bernier, 2019)

3.1.3. Equipos de Teleceldas y Comunicación

Las unidades de control, litemode o teleceldas como se muestra en la figura 3.3 y 3.4 deberán tener las siguientes características:

- Voltaje de entrada: 110 a 277 Vac.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Nivel de protección mínimo: IP66.
- Temperatura de operación: -20°C a 50°C
- Deberán tener protecciones contra sobretensiones transitorias, como descargas atmosféricas.
- Capacidad de comunicación bi-direccional.

Las unidades de control deberán calzar en la infraestructura existente y deberán por ende ser compatibles con los sockets tipo NEMA de las luminarias existentes.



Figura 3.2. Unidades de Control
Fuente: (Aldis, 2018)

Las unidades de control, deberán ser compatibles con todo el rango de tipos de luminarias (Sodio, Metal Halide, LED, etc.) y potencias de hasta 400W, de tal manera de facilitar el control a lo largo de toda infraestructura de la red de alumbrado público.

Las unidades de control deberán medir o determinar de forma precisa y en

tiempo real la energía activa, factor de potencia, voltaje, corriente y otra información de diagnóstico de cada luminaria conectada al sistema central.

El sistema deberá tener la capacidad de tener unidades de control que puedan configurarse como repetidoras o controladoras, para habilitar la conectividad de unidades en lugares difíciles para la comunicación, por ejemplo, callejones.

El sistema deberá tener la flexibilidad suficiente para controlar y switchear la unidad de control usando un arreglo estándar de socket tipo NEMA. Adicionalmente deberá tener la capacidad de controlar/habilitar la disminución de intensidad de iluminación (dimerización).



Figura 3.3. LiteNode Dimonoff RME
Fuente: (Bernier, 2019)

3.1.4. Estaciones Base, Gatekeeper o Concentrador.

Las estaciones base deberán tener las siguientes características:

- Voltaje de entrada: 110 a 277 Vac.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Nivel de protección mínimo: IP66.
- Temperatura de operación: -20°C a 50°C
- Deberán tener protecciones contra sobretensiones transitorias, como descargas atmosféricas.
- Modem de comunicación inalámbrico: Red Celular GPRS o 3G
- Puertos de comunicación: Ethernet RJ-45

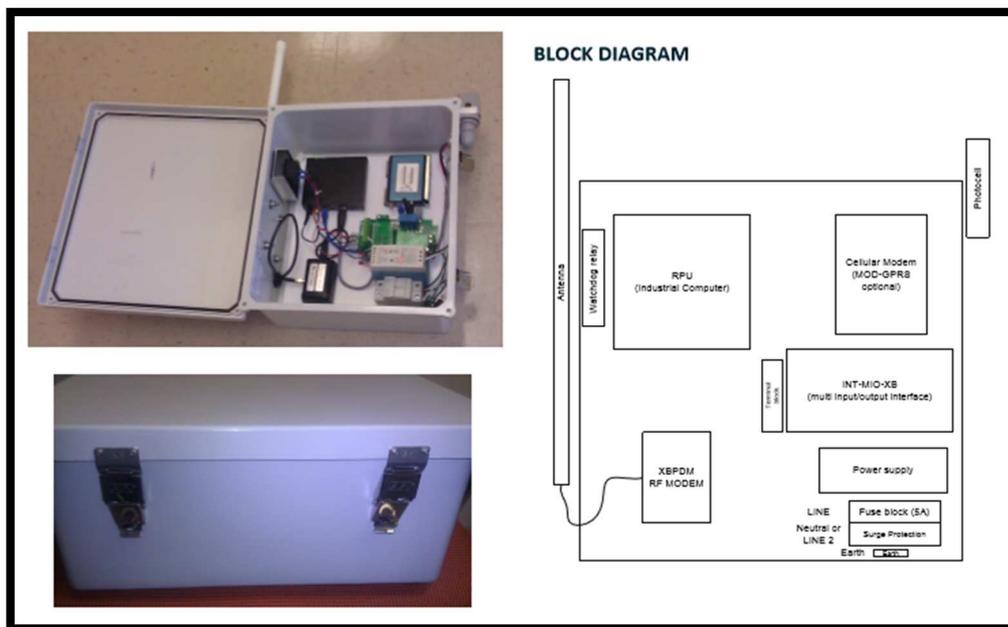


Figura 3.4: Gatekeeper Dimonof

Fuente: (Bernier, 2019)

La estación base consistirá de un gabinete con una radio, una fuente de alimentación, un fotosensor y una antena, todo esto ensamblado y con los accesorios necesarios para su montaje. Las estaciones base podrían ser instaladas tanto en lo alto de un poste, como en la parte superior de una edificación.

La estación base deberá incluir la radio para la comunicación con las teleceldas, litenode en las bandas 900-928 MHz o 2.4 GHz, el procesador, la batería del UPS, el modem GPRS o 3G (celular) para la comunicación inalámbrica con el sistema central y un puerto Ethernet RJ-45 que permitirá conectarse con equipos de comunicación inalámbrica y fibra óptica.

El fotosensor se usará para medir la iluminación del ambiente en el amanecer y atardecer; estas mediciones se usarán cuando las unidades de control estén programadas para operar de acuerdo a los niveles de iluminación ambientales.

En el caso de falla de un concentrador, Gatekeeper o estación base, las unidades de control o litenode deben ser capaces de poder tomar caminos

alternativos entre unidades de control para lograr enviar de información o restablecer la conexión sin problemas a uno o varios concentradores alternativos, todo esto sin intervención del usuario.

3.2 Sistema Central.

El sistema central deberá estar compuesto por el software de monitoreo y control, incluyendo la interfaz con el usuario, y el hardware necesario para el correcto funcionamiento del antes mencionado software.

El oferente adjudicado deberá entregar los requisitos mínimos de software (sistema operativo) y hardware de los servidores en donde será instalado el software de monitoreo y control. Será de responsabilidad de la CNEL Unidad de Negocios Guayaquil, el suministro de este hardware.

Las estaciones de trabajo de los operadores serán accesibles mediante una interfaz de usuario basada en ambiente web a través de la red local.

La interfaz con el usuario deberá ser capaz de mostrar la representación gráfica de las luminarias dentro del mapa de la ciudad de Guayaquil, indicando las que tienen eventos o alarmas.

Adicionalmente la información podrá ser consultada en forma de tablas, las cuales se podrán filtrar según los parámetros registrados en el sistema. Cada una de estas tablas deberá tener la capacidad de ser exportada en forma de un archivo .CSV compatible con Excel.

Estatus del Sistema.

La interfaz del usuario deberá tener una pantalla resumen en donde se muestre el estatus general del sistema, número de estaciones base, totales e instaladas y número de teleceldas, totales e instaladas, y demás información general del sistema.

La interfaz del usuario además deberá permitir mostrar el estatus de cada telecelda conectada al sistema y del rendimiento de las comunicaciones.

Alarmas y Eventos.

El sistema deberá mostrar el listado de todos los eventos y alarmas

registrados en las últimas 24 horas, en una pantalla resumen, pero además tendrá la capacidad de reportar todas las alarmas y eventos almacenados en la base de datos, dentro del intervalo de tiempo requerido por el usuario.

Bitácora de Eventos del Sistema.

El sistema deberá llevar un registro del estatus de las comunicaciones de la red, para efectos de administración de la misma.

Medición de Intensidad de la Luz del Día.

Deberá tener una sección en donde se pueda consultar el registro de las mediciones de la intensidad luminosa del día, detectada por los fotosensores de cada estación base.

Mediciones.

La interfaz con el usuario deberá permitir mostrar, por cada luminaria, al menos los siguientes parámetros eléctricos (bajo requerimiento): vatios hora, horas de uso, factor de potencia, factor de potencia promedio, potencia, potencia promedio, corriente, corriente promedio, voltaje, voltaje promedio.

El sistema deberá calcular el total de vatios hora consumidos por las todas las luminarias, las cuales podrán ser agrupadas según el criterio del usuario.

Programas.

El sistema deberá tener la capacidad de al menos contar con los siguientes tipos de programas:

- Programas de Control.

Son los programas que definen como será el ciclo de encendido y apagado de las luminarias, los cuales podrán ser definidos para trabajar como una fotocélula normal, de acuerdo a los niveles de iluminación exteriores, o según un calendario con horarios predefinidos por los usuarios.

Las luminarias podrán ser agrupadas a criterio de cada usuario y se les

podrá asignar un programa diferente ya sea por luminaria o por grupo de luminarias.

- Programas de Monitoreo Programado.

Las luminarias deberán ser programadas para tomar mediciones y regresar esos valores periódicamente. Los programas de monitoreo pueden ser creados con las combinaciones de medidas tomadas hasta tres veces al día. Las mediciones deberán ser tomadas, de ser el caso, de entre una gran población de luminarias al mismo tiempo (tiempo de muestreo) y ser regresadas al sistema durante un periodo de tiempo más extenso.

Adicionalmente se deberán incluir en este monitoreo, los eventos de la luminaria.

- Consulta de Datos Bajo Demanda.

El sistema deberá permitir la consulta de datos bajo demanda, que es la operación de interrogar los parámetros medibles de cada una de las luminarias, de esta forma se darán instrucciones a la telecelda o litenode para tomar las mediciones y retornar inmediatamente los valores al sistema de cada caso. Se podrán filtrar los parámetros requeridos en esta consulta del listado de parámetros disponibles.

- Consulta de Datos Programada.

Mientras que el monitoreo programado será usado para mediciones periódicas, las consultas bajo demanda serán usadas para traer información una por una de las luminarias bajo pedido, la consulta de datos programada será similar a la consulta bajo demanda, para caso puntuales, pero se podrán traer datos con una frecuencia definida por el usuario dentro de un periodo de tiempo establecido. La consulta de datos programada será usada para investigar más profundamente el comportamiento de una luminaria determinada.

- Programas de Alarma.

En este tipo de programas se definirán los valores de umbrales para los diferentes parámetros, los cuales, al ser alcanzados por las teleceldas o litenode, causarán que se envíen desde las mismas al

sistema la señal de ocurrencia del evento o alarma. El tiempo de respuesta del envío de esta señal de alarma no deberá ser mayor a los 5 minutos.

Interrogaciones y Usuarios.

La interfaz del usuario deberá ser capaz de realizar interrogaciones puntuales bajo solicitud del usuario, las cuales serán configurables para traer los parámetros que el usuario seleccione de una lista predefinida, la cual al menos deberá incluir: parámetros eléctricos y eventos.

La interfaz del usuario deberá tener la capacidad de manejar múltiples usuarios, los cuales se darán de alta al sistema con su propio nombre de usuario y contraseña, y con sus propios permisos o niveles de acceso al sistema, los cuales serán definidos por un administrador del sistema.

Integración con GIS - ARCGIS.

El sistema deberá ser capaz de integrarse con el GIS (Geographic Information System, Sistemas de Información Geográfica) ARCGIS de la CNEL Unidad de Negocios Guayaquil, dicha integración contemplará el envío desde el GIS, ARCGIS hacia el Sistema de Telegestión, de los siguientes campos:

- ID del Poste.
- Tipo de Luminaria (Sodio, LED, etc.).
- Potencia de la Luminaria (no el valor medido en tiempo real, sino el valor nominal).
- ID de la Luminaria.
- Identificación del “Propietario” (en donde se indica si la luminaria pertenece a CNEL o al Municipio).

La integración se hará en forma manual, mediante la exportación de estos datos desde el GIS, ARCGIS, y la posterior importación de los mismos en el Sistema de Telegestión de Alumbrado Público.

Planificación o Diseño de la Red.

Una importante actividad previa a la realización de los trabajos es la de realizar el diseño de la red, el cual dará como resultado la cantidad y lugares de instalación de las estaciones base que serán requeridas para tener cobertura óptima del área a ser servida.

El diseño de la red se divide en el Diseño Nominal o Diseño General, y Diseño Detallado, los cuales son explicados en las siguientes secciones.

Diseño Nominal.

La ubicación precisa de las estaciones base requeridas para proveer un nivel de cobertura aceptable deberá ser planificada en detalle. El Oferente se hará cargo de esta actividad realizando una planificación inicial llamada Nominal, seguida por una segunda actividad detallada, realizando un análisis por cada estación base.

El diseño Nominal o General, considerará las ubicaciones de las estaciones base o Gatekeeper, dentro de un área y apunta a producir la cobertura óptima con el mínimo número de estaciones base. Se utilizarán herramientas para diseño de enlaces de radio, utilizando información geográfica del terreno y modelos de propagación de radio. Se asume la disponibilidad de los lugares más convenientes para la instalación de las estaciones base, así como las características relevantes de estos potenciales lugares de instalación, como por ejemplo la altura. Para realizar esta actividad la CNEL Unidad de Negocios Guayaquil suministrará las siguientes informaciones:

- Posición de los postes de alumbrado público.
- Posición de posibles lugares de instalación de las estaciones base (torres existentes, edificios, techos de edificios, etc.)

Diseño Detallado.

Una vez que el Diseño Nominal ha identificado el número inicial y las ubicaciones tentativas de la estación base o Gatekeeper, se realizará un

diseño detallado estación por estación, para definir las ubicaciones más convenientes en términos del detalle del entorno local, por ejemplo, si hay edificios cercanos al sitio probable.

Este inventario detallado se realizará como una actividad de escritorio utilizando los mapas y fotos aéreas disponibles para el público y/o suministradas por la CNEL Unidad de Negocio Guayaquil (tales como Google Earth, Google StreetView, etc.), y deberán ser acompañadas por visitas a los sitios con el personal de la CNEL para confirmar estos lugares y para documentar la instalación en detalle.

Infraestructura y Sistema Central.

Previa a la instalación de las teleceldas o litenode, el resto de partes de la infraestructura del sistema deben ser comisionados.

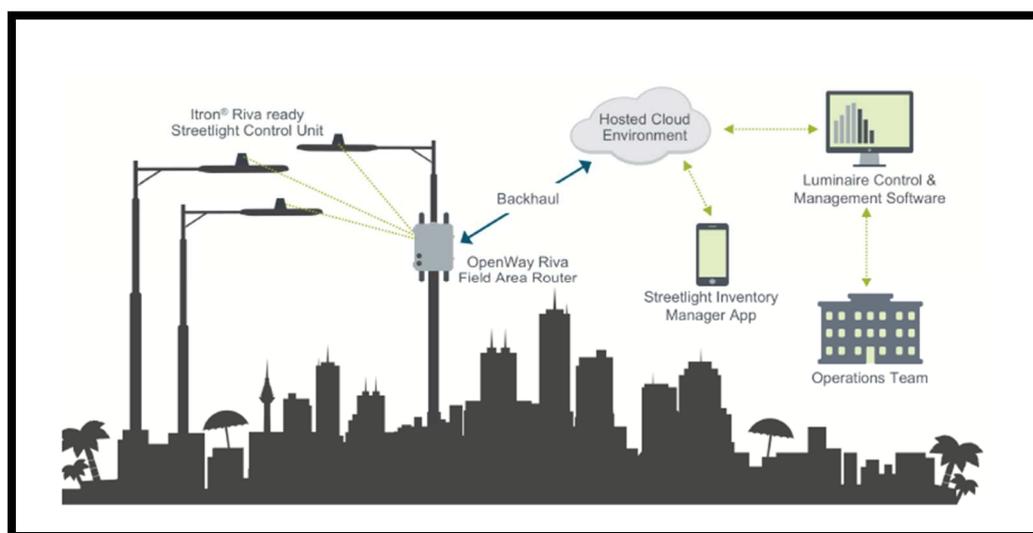


Figura 3.5: Infraestructura Sistema de Gestión Inteligente
Fuente: (ITRON, 2011)

La instalación y puesta en marcha de la infraestructura es como sigue:

Estaciones Base o Gatekeeper

- El Oferente preconfigurará cada concentrador o estación base antes de ser entregada, esto incluye:
 - Para las estaciones bases conectadas a la red GPRS o 3G (celular), la CNEL proveerá las tarjetas SIM, provisionadas para su funcionamiento en la red celular.
 - El Oferente coordinará con la CNEL las pruebas para confirmar la adecuada conectividad posterior a la instalación de las SIM en las estaciones base.
- La CNEL será responsable de suministrar el servicio de comunicación a través de la red celular.
- La CNEL será responsable de garantizar el suministro de energía en el lugar de instalación de las estaciones base.
- La CNEL será responsable de la instalación de las estaciones base, por su parte el Oferente suministrará la asesoría técnica y acompañará al personal de la CNEL, durante estas tareas.
- Una vez instaladas y energizadas las estaciones base, el Oferente será el encargado de completar la puesta en marcha de las mismas.

Sistema Central

- El software de interfaz de usuario será instalado en el servidor suministrado por la CNEL. El Oferente realizará los trabajos necesarios en conjunto con el personal de la CNEL para instalar y configurar el software del sistema central, tanto de forma remota como en sitio. Esto incluye:
 - Reuniones con el personal de la CNEL para explicar los requerimientos de la red para el sistema central; requerimientos que se describen a continuación:

- Interfaz del Usuario: Si la interfaz del usuario será usada desde fuera de la intranet, el acceso desde el internet deberá ser permitido por el sistema central, cumpliendo con las condiciones de seguridad necesarias, como el cifrado de datos.
 - Servidores de Tiempo: Si el sistema central requiere acceso al servidor de tiempo NTP time server, esto puede ser suministrado por un servidor NTP dentro de la red de la CNEL, o permitiendo acceso a servidores de tiempo públicos.
 - Acceso Remoto: En el caso en el que el Oferente requiera acceso remoto hacia el sistema central, para habilitar monitoreo y soporte técnico. La CNEL proporcionará la información necesaria para realiza esta actividad.
- Una vez instalada y energizada, el Oferente completará la puesta en marcha del sistema central en la red tanto de forma remota como local.

Instalación de Teleceldas o Litenode.

La CNEL será responsable de la instalación de las teleceldas. El proceso de instalación de las teleceldas es como sigue:

- El personal de la CNEL será el responsable del reemplazo de las fotoceldas tipo NEMA por las teleceldas NEMA.
- Se deberá registrar el ID de la telecelda, junto con la referencia del poste.

Puesta en Marcha de la Telecelda o Litenode.

El sistema estará diseñado para acomodarse a un sin número de diferentes secuencias de instalación, y para lidiar automáticamente con éstas. Para la plena y normal operación, el proceso siguiente deberá ocurrir:

El ID de la telecelda y sus códigos de seguridad deben estar en el sistema.

- Cuando la telecelda es instalada y energizada, esta será reconocida y se conectará de forma automática al sistema central.
- Cuando el paso anterior sea realizado, la telecelda automáticamente deberá configurarse con su programa correcto y comenzar su operación.
- Cuando la telecelda sea asociada después con su programa correcto para monitoreo, control y alarmas, automáticamente deberá reconfigurarse y empezar su correcto ciclo de encendido/apagado y monitoreo.

Capítulo 4: Interface DimOnOff head-end (SCMS).

4.1 Plataforma de Red.

4.1.1 Portafolio de Información.

Dispositivos de redes inteligentes que conectan infraestructura crítica. Diseñado para aplicaciones de Smart Grid y Smart City. Basado en estándares, seguro, escalable y bien probado con millones de dispositivos conectados, plataforma abierta para permitir futuras tecnologías como se muestra en la fig. 4.1. Y 4.2 son dos sistemas tentativos proporcionados por Honeywell y Itron respectivamente.

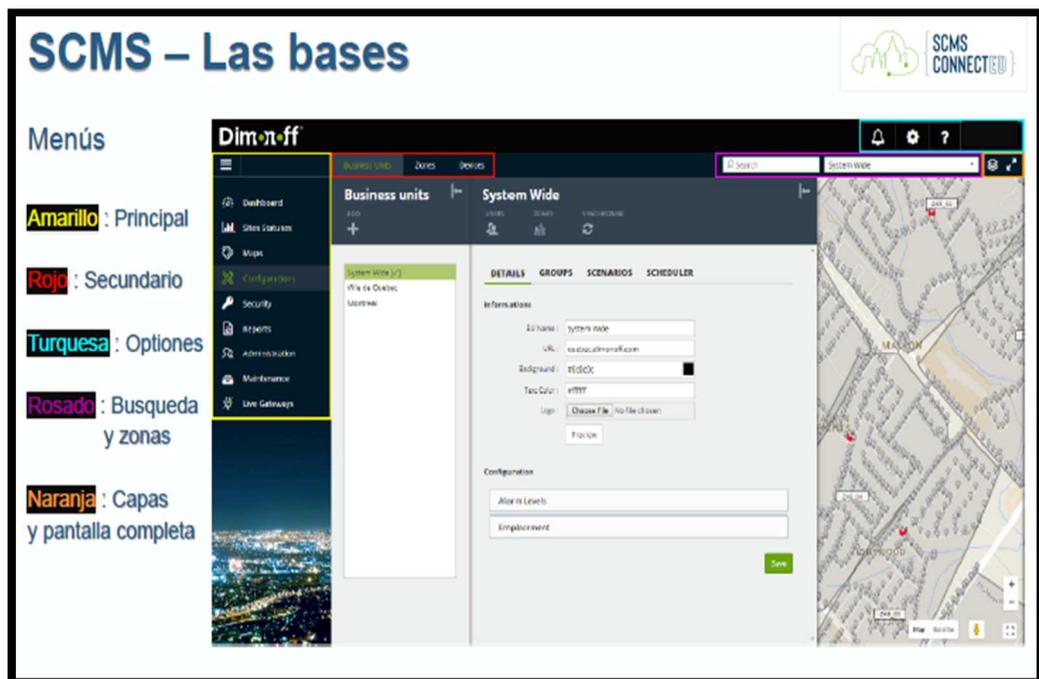


Figura 4.1: SCMS (Smart City Management System)
Fuente: (Bernier, 2019)

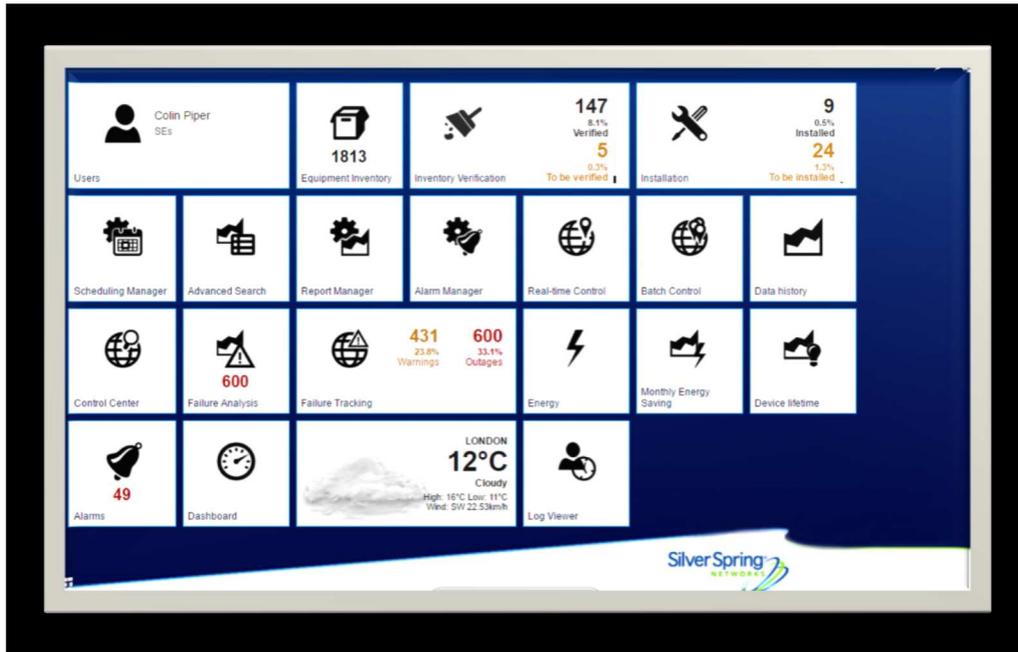


Figura 4.2: STREETLIGHT.VISION USER INTERFACE
Fuente: (Aldis, 2018)

4.1.2 Características del producto:

- Sistema central de gestión basado en la nube optimizado para una máxima escalabilidad
- La funcionalidad avanzada de gestión de activos para crear, importar, exportar y modificar los grupos de dispositivos
- Análisis de datos para identificar y anticipar posibles fallos y de dispositivos
- Interfaz de usuario de escritorio configurable para la implementación simplificada de aplicaciones inteligentes de la ciudad
- Interfaz de usuario adaptable es compatible con dispositivos móviles tales como comprimidos para uso simple y conveniente en el campo
- Seguro multitenencia proporciona acceso y control configurable y permite a las ciudades y utilidades para aprovechar una plataforma común para gestionar grupos funcionales distintos a través de sus operaciones

- Servicio Web hacia el norte API permite la integración optimizada con los procesos de negocio existentes y los sistemas de gestión de órdenes de trabajo
- Servicios Web en dirección sur API proporciona los fabricantes de dispositivos con la integración optimizada para la plataforma de control SLV o SCMS.

4.1.3 Beneficios.

- Reducir los costes y aumentar la eficiencia de los equipos de mantenimiento
- Reducir y controlar el gasto de energía en las redes de alumbrado público
- Permitir la integración con cualquier dispositivo de ciudad inteligente
- Permitir a creadores de software independientes para desarrollar sus propias aplicaciones
- Mejorar la visibilidad y el control a través de múltiples organizaciones y grupos funcionales
- Mejorar la prestación de servicios a los ciudadanos fundamentales, como la iluminación de las calles, estacionamiento.

4.2 Autorización y Certificados.

Se deberá seguir los procesos siguientes ante los entes reguladores correspondientes:

- Autorización para el uso de frecuencias como sistema privado de comunicación.
- Obtención del certificado de homologación para equipos de comunicación.

Se deberá cumplir con todas las disposiciones descritas en la Ley Especial de Telecomunicaciones y el Reglamento de Radio Comunicaciones vigentes.

4.3 Compatibilidad de Integración con otros sistemas de CNEL Unidad de Negocios Guayaquil.

Integración con GIS o ARGIS

El sistema deberá ser capaz de integrarse con el sistema GIS o ARGIS de CNEL UNIDAD DE NEGOCIOS GUAYAQUIL, dicha integración contemplará el envío desde el GIS o ARGIS hacia el Sistema de Telegestión, de los siguientes campos:

- ID del Poste.
- Tipo de Luminaria (Sodio, LED, etc.).
- Potencia de la Luminaria (no el valor medido en tiempo real, sino el valor nominal).
- ID de la Luminaria.
- Identificación del “Propietario” (en donde se indica si la luminaria pertenece a la CNEL UNIDAD DE NEGOCIOS GUAYAQUIL o al Municipio de la ciudad).

La integración se hará en forma manual, mediante la exportación de estos datos desde el GIS O ARGIS (realizada por el personal a cargo del GISO ARGIS), y la posterior importación de los mismos en el Sistema de Telegestión de Alumbrado Público.

INVENTARIO, GIS, MAPPINGMap

Basado en varios mapas disponibles

- Árbol de geozona
- Ubicación / Propiedades del dispositivo
- Añadir
- Editar
- Comisión
- Borrar



Figura 4.3: MAPPINGMap STREETLIGHT.VISION

Fuente: (Aldis, 2018)

4.4 Detección de Fallas y Análisis

- Reportes de fallas generadas. Cantidad y porcentajes de advertencias por fallos críticos. Informe, historial y exportación detallada de fallos producidos en luminarias como se muestra en la figura 4.3
- Vista de fallas basadas en el mapa, muestra de fallas activas con color codificado para indicar el estado. Dispositivo instalado en luminarias de color verde como se muestra en la figura 4.3
- Gestor de alarmas relacionados con fallos, mostrar alarmas activas tal como se muestra en la figura 4.4

4.5 Normativa General de la ley.

Todo proceso, proyecto público deberá regir al REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY ORGANICA DEL SISTEMA NACIONAL DE CONTRATACION PUBLICA, donde su objetivo es el desarrollo y aplicación de la ley orgánica del sistema nacional de contratación pública.

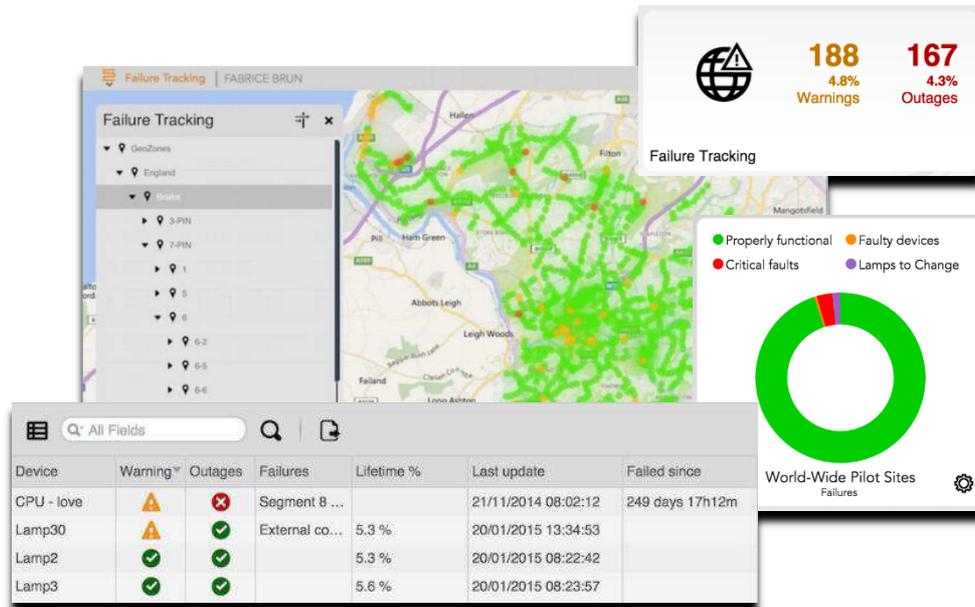


Figura 4.4: Fallas, detección y análisis, STREETLIGHT.VISION
Fuente: (Aldis, 2018)

4.6 Proyecto de Pliegos de contratación.

Los Pliegos de Contratación es un documento donde contiene las condiciones de participación de un procedimiento donde puede ser dividido en partes sustanciales y que forman parte integrante del mismo.

SECCION I: INVITACION

SECCION II: OBJETO DE LA CONTRATACION, PRESUPUESTO REFERENCIAL Y TERMINOS DE REFERENCIA

SECCION III: CONDICIONES DEL PROCEDIMIENTO

SECCION IV: EVALUACION DE OFERTAS

SECCION V: OBLIGACIONES DE LAS PARTES

Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones.

1. Desde el año 2010, CNEL, - Unidad de Negocios Guayaquil, en búsqueda de mejora continua, y de implementaciones de nuevas tecnologías que permitan optimizar los procesos comerciales de lecturas, facturación, control-reducción de perdidas comerciales, alumbrado público, así como llegar a los altos estándares de calidad. Se ha implementado de manera sostenida ejecución de proyectos de Tele gestión.
2. Los sistemas de alumbrado público son sistemas a monitorizar y gestionar eficientemente, permitiendo carreteras seguras, confort en áreas públicas, y mejorando la seguridad de los hogares, negocios y centros urbanos. El consumo de los sistemas de iluminación públicos de las ciudades representa el 40% del consumo energético total de una ciudad. Este aspecto, junto al continuo crecimiento de los costes de la electricidad, motiva la crucial necesidad de desarrollar sistemas que lleven a cabo una gestión eficiente de la iluminación.
3. Se analizó los proyectos de clientes (customer projects) con su tecnología de comunicaciones adaptativa, las empresas de servicios públicos pueden implementar una solución de comunicaciones lista para de alto rendimiento que reduce los costos y simplifica la implementación al tiempo que ofrece un rendimiento y confiabilidad mejorados de las comunicaciones.

4. Se obtiene más de un 50% en ahorro energético en el actual sistema de alumbrado público de CNEL Unidad de Negocio Guayaquil por mantenimiento del sistema de alumbrado y reemplazo de luminarias de 400W de vapor de sodio por luminarias de 230W LED (avenida Benjamín Rosales a la altura de la ciudadela Santa Leonor) así como se indica en el anexo 2.

5. Software de gestión de la iluminación pública Nox Manager, presentado en los anexos, permite una visión y control de los activos de la iluminación pública, haciendo posible una rápida actuación y gestión con foco en la reducción de gastos, eficiencia energética y mejoría en la calidad del servicio prestado al ciudadano. Un dispositivo de alto rendimiento que actúa directamente sobre el activo de alumbrado público, lo que permite una forma inteligente y eficiente de administrar la iluminación pública. Además de su tiempo de uso de datos de consumo de energía, NOX permite la recopilación de datos y acciones controladas (operaciones) basadas en eventos programados o programados. Como se muestra en el Anexo # 1

Recomendaciones.

1. Considerar si el sistema de Telegestión de Alumbrado será basado en radio con una banda entre 902-928 Mhz, cual tiene mejor propagación para obtener la más confiable.
2. Realizar mediciones donde el sistema deberá tener la capacidad de tener unidades de control que puedan configurarse y habilitarse e lugares difíciles para la comunicación ya sea en callejones, edificios, etc.
3. Realizar un estudio para poder evaluar la mejor tecnología para formar la red de comunicación de cuales sean las actuales y de punta y producir una cobertura optima con el mínimo número de concentradores.

Bibliografía

- admin. (16 de 03 de 2008). *Familia IEEE 802.11*. Obtenido de bibing.us.es:
<https://bibing.us.es>
- Aldis, T. (29 de 01 de 2018). *Silver Spring Networs*. Obtenido de Silver Spring Networks Web Site: <https://www.silverspringnet.com>
- Amondaray, M. L. (14 de Mayo de 2016). *Sistemas inalámbricos*. Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba.
- Archundia, F. (2003). *Wireless Personal Area Network (WPAN) & Home Networking*. Puebla: Universidad de las Américas Puebla.
- Bernier, J. L. (13 de Marzo de 2019). *Dimonoff Inc*. Obtenido de Dimonoff | Distributed Lighting Control and Automation: <http://www.dimonoff.com/>
- Buettrich, S. (2007). *REDES MESH*. Obtenido de www.itrainonline.org:
http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/13_es_redes_mesh_presentacion_v02.pdf
- Enerlis. (2012). *Libro blanco smart cities*. Madrid: Ernst and Young, Ferrovial and Madrid Network.
- Gómez, B., Maimó, J., & Merideño, J. (2010). *Wireless Mesh Networks*. Obtenido de Treballs Docents curs 2009/2010 :
http://ibdigital.uib.cat/greenstone/collect/enginy/index/assoc/Enginy_2/010v02p0/09.dir/Enginy_2010v02p009.pdf
- ITRON. (2 de Septiembre de 2011). *Teoria de funcionamiento de redes OpenWay VSv3.7. 7*. Estados Unidos.
- PEÑA, R. (1996). *instaladorareypena/telegestion*. Obtenido de [instaladorareypena/telegestion:](http://www.actiweb.es/instaladorareypena/telegestion.html)
<http://www.actiweb.es/instaladorareypena/telegestion.html>

GLOSARIO DE TERMINOS

AMI: Advanced Metering Infrastructure

CNEL EP: Corporación para la Administración Nacional de Electrificación
Empresa Pública

UNGYE: Unidad de Negocios Guayaquil

IOT: Internet of Things

GPON: Gigabit Capable Passive Optical Network

HAN: Home Area Network

WAN: Wide Area Network

ANSI: American National Standards Institute

IEC: International Electrotechnical Commission

ISO: International Organization for Standardization

OSI: Open System Interconnection

LAN: Local Area Network

GPRS: General Packet Radio Service

IP: Internet Protocol

GIS: Geographic Information System

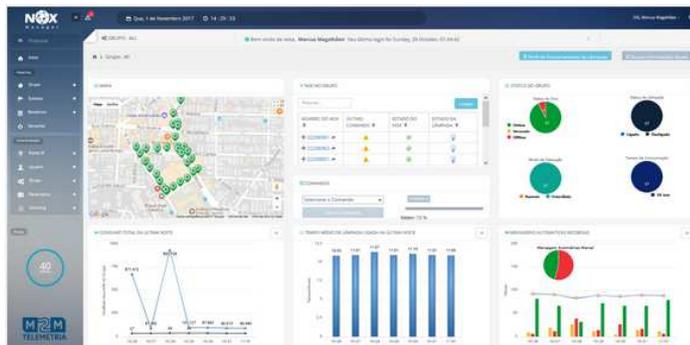
WiFi: Wireless Fidelity

EDG: Empresa Electrica de Guayaquil

Anexo 1



El software de público Manager una visión de los alumbrado



de gestión alumbrado Nox permite y control activos de público, lo

que permite una acción y gestión rápidas con un enfoque en la reducción de costos, la eficiencia energética y la mejora de la calidad del servicio al ciudadano.

Con un modelo de alojamiento en la nube robusto y seguro, M2M ofrece un servicio completo a ayuntamientos, proveedores de servicios, condominios y empresas. En los servicios se incluyen todos los costos de comunicación, licencias de software y firmware, acceso automático a nuevas versiones, almacenamiento de datos.

Entre las características de Nox Manager podemos destacar:

- Registro de activos;
- Definición de grupos de puntos de iluminación;
- Configuración y control de puntos individuales o grupos;
- Gráficos con datos históricos recopilados de puntos;
- Generación de informes;
- Gestión de alarmas;
- Integración con otros sistemas a través de servicios web.

Anexo 2

Para obtener el ahorro energético en el actual sistema de alumbrado público de CNEL Unidad de Negocio Guayaquil por mantenimiento del sistema de alumbrado y reemplazo de luminarias de 400W de vapor de sodio por luminarias de 230W LED se toma el cambio que se realizó en la avenida Benjamín Rosales a la altura de la ciudadela Santa Leonor para 36 luminarias.

Para obtener el consumo diario se aplica los siguientes cálculos:

$$\text{Consumo Diario} = \text{POTENCIA NETA (W)} * (\# \text{ horas de uso de luminaria}) = (\text{Watios.h}) / 1000$$

$$\text{Consumo Mensual} = \text{Consumo Diario} * 30$$

En esta avenida se realizó el cambio de luminarias de sodio de 400 W por LED de 230 W, en cálculos de potencia nominal para cada luminaria se obtiene ya una diferencia de ahorro en potencia de 170 W.

Consumo diario:

$$\text{Consumo Diario} = 400 \text{ W} * 12 = (4800 \text{ Wh}) / 1000 = 4.8 \text{ kWh}$$

$$\text{Consumo Diario} = 230 \text{ W} * 12 = (2760 \text{ Wh}) / 1000 = 2.76 \text{ kWh}$$

Consumo Mensual:

$$\text{Consumo Mensual} = 4.8 \text{ kWh} * 30 = 144 \text{ kWh}$$

$$\text{Consumo Mensual} = 2.76 \text{ kWh} * 30 = 82.8 \text{ kWh}$$

Se obtendrá un ahorro de 62.2 kWh mensual

Porcentaje de ahorro mensual

$$\% = (82.8 * 100) / 144 = 57.5 \% \text{ (ahorro mensual)}$$

FACTURACION - Año 2019	
Marzo	12,985,102 kwh
Abril	12,705,661 kwh
Mayo	13,179,276 kwh
Junio	12,740,041 kwh
Julio	13,126,555 kwh
Agosto	13,297,908 kwh

Para determinar la potencia a la cual operan los sistemas de alumbrado Público de CNEL Unidad de Negocios Guayaquil.

Potencia Total (kW) = POTENCIA NETA (W) * (cantidad de luminarias)

Potencia Total (kW) = 36 * 400 = 14000kW

En el 2017 CNEL facturo en alumbrado público tal como se muestra en la tabla adjunta.

**CORPORACION NACIONAL DE
ELECTRICIDAD -CNEL EP-
DIRECCION COMERCIAL UNIDAD DE NEGOCIO
GUAYAQUIL**

DETALLE DE CONSUMO POR CONCEPTO DE SAPG

Consumo	Emisión	CANTON	LUMINARIAS	POTENCIA (Kw)	ENERGIA (KWh)	INCREMENTO DE LUMINARIAS
Dec/2016	Jan/2017	GUAYAQUIL	147,385	30,915	11,405,830	138
Jan/2017	Feb/2017	GUAYAQUIL	147,385	30,787	10,275,285	0
Feb/2017	Mar/2017	GUAYAQUIL	147,596	30,720	11,247,935	211
Mar/2017	Apr/2017	GUAYAQUIL	147,705	30,750	10,984,039	109
Apr/2017	May/2017	GUAYAQUIL	147,833	30,770	11,276,458	128
May/2017	Jun/2017	GUAYAQUIL	148,057	30,995	11,002,923	224
Jun/2017	Jul/2017	GUAYAQUIL	149,543	31,332	11,573,483	1,486
Jul/2017	Aug/2017	GUAYAQUIL	149,667	31,550	12,454,918	124
Aug/2017	Sep/2017	GUAYAQUIL	149,810	31,605	11,267,503	143
Sep/2017	Oct/2017	GUAYAQUIL	149,917	31,602	11,631,011	107
Oct/2017	Nov/2017	GUAYAQUIL	149,975	31,703	11,483,950	58
Nov/2017	Dec/2017	GUAYAQUIL	150,079	31,547	11,854,597	104
		PROMEDIO	147,518	30,793	10,978,272	458

Tabla de Luminarias	CNELGYE	MUNICIPIO	PARTICULAR	Total general		
Mercurio Abierta	61	23	7	91	NETO	POTENCIA GYE
100 Mercurio Abierta	2		4	6	117	234
250 Mercurio Abierta	59	23	3	85	300	17700
Mercurio Cerrada	48	175	11	234		
100 Mercurio Cerrada	8	95	5	108	117	936
250 Mercurio Cerrada	40	80	6	126	300	12000
Proyector Mercurio	4	1603	102	1709		
100 Proyector Mercurio	4	521	7	532	117	468
250 Proyector Mercurio		1082	95	1177	300	0
Proyector Metal Halide	590	783	24	1397		
100 Proyector Metal Halide	53	381		434	117	6201
250 Proyector Metal Halide	537	402	24	963	300	161100
Proyector Sodio	323	169	8	500		
100 Proyector Sodio	28	25		53	117	3276
250 Proyector Sodio	295	144	8	447	300	88500

Sodio Abierta	167	87	2	256		
100 Sodio Abierta	21			21	117	2457
250 Sodio Abierta	146	87	2	235	300	43800
Sodio Cerrada	84913	3720	1478	90111		
100 Sodio Cerrada	62609	2415	835	65859	117	7325253
250 Sodio Cerrada	22304	1305	643	24252	300	6691200
Total general	86131	6774	1715	94620		14359375

Actualmente en todo el sistema de alumbrado público de Guayaquil se tiene un total de luminarias de 173.607, vinculados a 190 alimentadoras.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Rivera Murillo Ronald Rómulo**, con C.C: # **0924385859** autor del trabajo de titulación: **Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil**, previo a la obtención del título de **Magíster en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 5 de noviembre del 2019

f. _____

Nombre: **Rivera Murillo Ronald Rómulo**

C.C: 0924385859



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis y Propuesta de un Sistema de Gestión Inteligente del Alumbrado Público en Guayaquil.	
AUTOR(ES)	Rivera Murillo Ronald Rómulo	
REVISOR(ES)/TUTOR	MSc. Orlando Philco Asqui; MSc. Luis Córdova Rivadeneira / MSc. Manuel Romero Paz	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Sistema de Posgrado	
PROGRAMA:	Maestría en Telecomunicaciones	
TITULO OBTENIDO:	Magister en Telecomunicaciones	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Guayaquil, 5 de noviembre de 2019	No. DE PÁGINAS: 56
ÁREAS TEMÁTICAS:	Alumbrado Público, Ciudades Inteligentes, Tele gestión, Red Inteligente, Estándares MESH.	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	AMI, MESH, ZigBee, WiFi, Bluetooth, Teleceldas, CIS	
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>La Empresa Eléctrica Publica de Guayaquil EP, ahora llamada CNEL Unidad de Negocios Guayaquil en estos últimos años ha invertido importantes recursos tecnológicos de medición inteligente (AMI) aprovechando el talento humano existente, con lo que se ha obtenido importantes resultados. Una de las metas de Cnel Unidad de Negocios Guayaquil en pleno siglo XXI llamado a ser el siglo de las ciudades por eso se hace imprescindible la aplicación de las tecnologías de información y las comunicaciones (TIC) con lo que conlleva a ser un concepto de Ciudad Inteligente “Smart City”. Los sistemas AMI, la medición inteligente y los sistemas de iluminación inteligente representan un papel fundamental en el objetivo de conseguir sostenibilidad de las infraestructuras de las ciudades y reducir el consumo de energía. Actualmente CNEL Unidad de Negocios Guayaquil cuenta con 111.439 clientes AMI con medición inteligente entre clientes masivos y clientes de demanda donde representan más del 60 % de toda la facturación de Guayaquil. Se pronostica reducir el consumo de energía, costos de financiamiento e inversión en nuevas luminarias donde actualmente se utilizan las luminarias tradicionales incandescentes de Sodio de 100 y 200 watios. Cnel para mejorar la eficiencia energética en el alumbrado público a través de unos sistemas de Gestión inteligente donde se reduzca el tiempo de actuación a incidentes. Donde el sistema pueda ser gestionado por cualquier dispositivo con interconectividad inalámbrica en base a protocolos de comunicación y reducir hasta un ahorro de energía hasta 65 % en comparación al alumbrado tradicional.</p>	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-980840335	E-mail: ronald.rivera.murillo@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Romero Paz Manuel de Jesús	
	Teléfono: +593-994606932	
	E-mail: manuel.romero@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		