



# PROYECTO SMART CITY

Plataforma de ciudad horizontal basado en software libre.  
Vertical de alumbrado punto a punto con el nodo SysLEC.

REALIZADO POR:

**LIGHT ENVIRONMENT CONTROL, S.L.**

EN COLABORACIÓN CON:

**AXIÓN INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIONES, S.A.**

LEC cuenta con distintas opciones de telegestión para la vertical de alumbrado perfectamente integradas en la plataforma horizontal Nagán de Axión. El Ayuntamiento dependiendo de sus necesidades podrá elegir:

- Telegestión **HoLEC**, control desde el cuadro.
- Monitorización punto a punto con el **nodo SysLEC**.
- Sistema de control mixto, como sería **Optimus** by LEC en el que se realiza un control de cuadro excepto para determinadas luminarias donde existe un control punto a punto.

“Un antes y un después  
sobre todo lo que conoce  
sobre Smart City.”



# SMART CITY

Plataforma horizontal que gestiona **la vertical de alumbrado**, pudiendo incluir además, tantas verticales como requiera el ayuntamiento y hacerlo de forma progresiva a medida que vaya necesitando controlar más áreas de servicios públicos, como la vertical de auto-consumo o de riego.

En este caso, detallaremos características de la plataforma y de la vertical, con el sistema de telegestión HoLEC con el nodo SysLEC, es decir, con un control punto a punto.

En el caso de estar interesado en una vertical de alumbrado con telegestión por cuadro, las características serían idénticas salvo que no contaría con información detallada de cada luminaria sino que gestionaría y monitorizaría desde cuadro a todas las luminarias.



## Características fundamentales de la plataforma:



Software libre.



Escalable.



Compatible con múltiples tecnologías y fabricantes.



Fiware ready.



Implementación de la totalidad de las capas UNE 178104:2017.



Open Source.

001110011001



La vertical de gestión de alumbrado controlará cada uno de los cuadros, pudiendo cambiar perfiles de regulación de las luminarias por circuito y sin necesidad de tener nodos independientes y por luminarias punto a punto.

El sistema LoraWan nos permite tener la posibilidad de tener las comunicaciones libres de ataduras de proveedores de telefonía y eliminar los costes recurrentes que esto supone. Esta es la gran ventaja con respecto a NB-IOT.

“Comunicaciones libres e integración adicional de sensórica sin costes de comunicaciones. Cobertura también en el ámbito privado para la ciudadanía.”



Además, nos permite en un futuro integrar sensórica adicional sin costes de comunicaciones e incluso darle este servicio a la ciudadanía, ya que la cobertura lo podrían usar también en ámbito privado.

En el caso de que en un futuro se quieran poner sensores con NB IOT, también serían compatibles con la plataforma ciudad propuesta.

# Parte I: Sistema de telegestión.



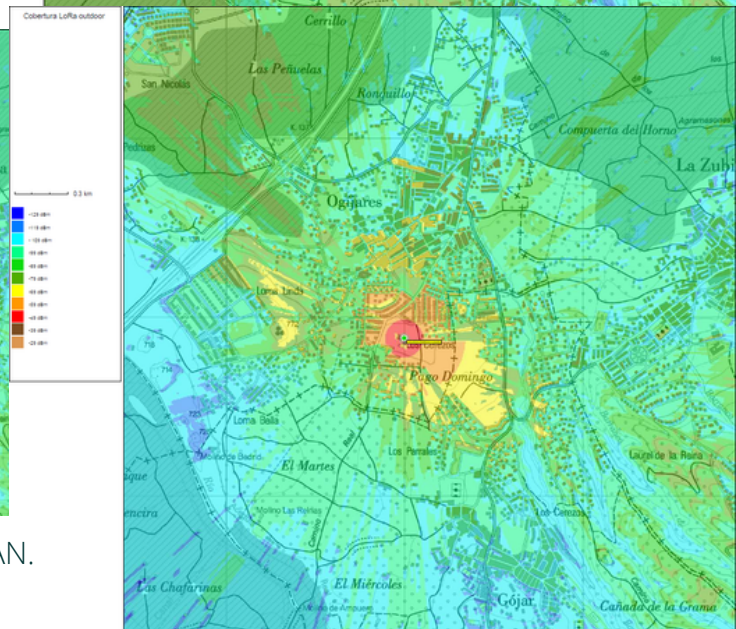
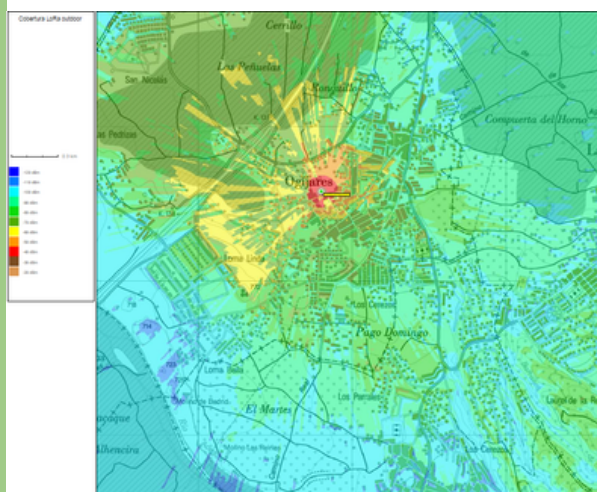
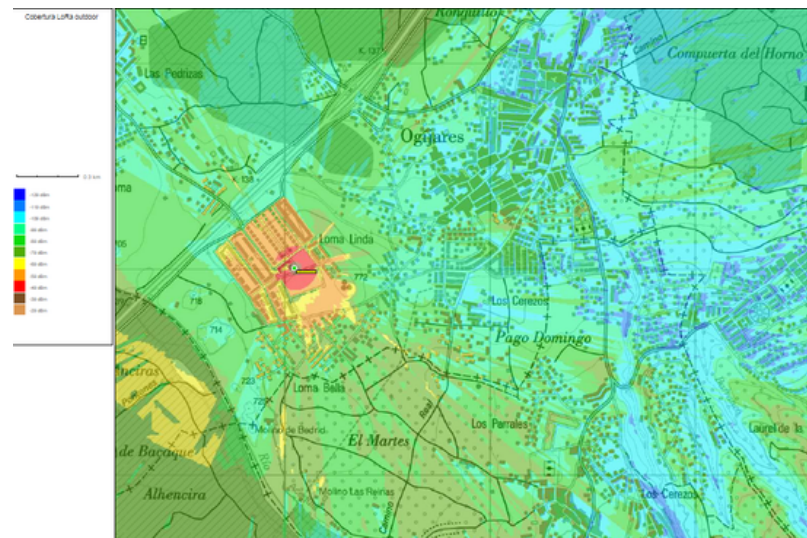
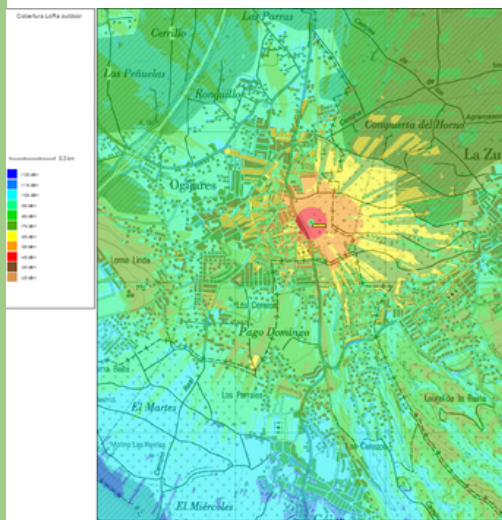
El sistema de telegestión propuesto para el control del alumbrado público se basa en la tecnología LoRaWan para ofrecer cobertura en toda el área que se ubican los sensores.

“LoRaWAN es un protocolo de red que usa la tecnología LoRa para comunicar y administrar dispositivos LoRa.”



El hecho de utilizar una red LoRaWAN establece un canal estándar para la comunicación de nuevos sensores.

Es decir, cualquier sensor que se comunique a través del protocolo LoRaWAN tiene la posibilidad de conectarse y ser integrado con facilidad independientemente del fabricante del dispositivo.



Ejemplos de cobertura con LoRaWAN.

La colorimetría utilizada indica el nivel de cobertura, contando con cobertura todo espacio que no esté en blanco, siendo el nivel más bajo de cobertura lo señalado en azul fuerte.

Una red LoRaWAN tiene dos componentes principales: gateway y nodos.

Los primeros (gateway) son los encargados de recibir y enviar información a los nodos, y los segundos, (nodos), son los dispositivos finales que envían y reciben información hacia el gateway.

En esta propuesta, el sistema de telegestión será un sistema punto a punto.

“En cada cuadro de mando se instalará un controlador de cabecera con conectividad a la red LoRaWAN mediante un nodo. La luminaria cuenta con un nodo de comunicación DALI para la telegestión punto a punto.”

El controlador de cabecera tiene el objetivo de controlar el encendido y apagado del contactor de los circuitos de alumbrado que están en el cuadro eléctrico, así como de obtener medidas eléctricas de la red de alimentación.





“ La luminaria cuenta con un nodo de comunicación DALI para la telegestión punto a punto mediante un conector Zhaga, quedando totalmente integrado en la luminaria. ”








Conector Zhaga al que se le puede incluir una pegatina temporal para incluir código QR y geolocalizar la luminaria en la puesta en marcha. Este proceso se realiza en la instalación quedando así identificada en el sistema para siempre.

Este dispositivo se comunicará a través de la red LoRaWAN.








### Características técnicas:

- ON/OFF manual de forma remota.
- 2 x entradas digitales.
- 1 x salida de relé en contacto seco 230V – 12A.
- Seguridad con AES 128/256 y rotación de keys.
- Pantalla LCD con la visualización de datos de medidas eléctricas y estado del dispositivo GPS.
- Botón selector de mantenimiento anual para el funcionamiento del dispositivo.
- Consumo máximo 10W.
- Fuente de alimentación interna.
- Temperatura de funcionamiento: -25 °C – 80 °C.
- Dimensiones (mm): 138x90x47
- IP20.
- Control de encendido y apagado mediante horario astronómico de precisión, con programación de calendario de situaciones excepcionales y correcciones de adelanto y retraso de los horarios de orto y ocaso.

-  Medida de parámetros eléctricos en acometida del centro de mando: tensión, intensidad, factor de potencia, potencia aparente, potencia activa, potencia reactiva (inductiva y capacitiva), consumo de energía activa y reactiva, armónicos de corriente y de tensión, valores máximos, medios y mínimos de todas las variables y todas las medidas por fase.
-  Control de consumos energéticos (activa y reactiva): con la generación de informes periódicos o mensuales.
-  Control de maniobra. La posibilidad de adelantar o retrasar el encendido.
-  Gestión del sistema de reducción de flujo y alarmas en caso de fallo.
-  Control del funcionamiento de la desconexión de puntos de luz, discriminando por líneas o fases de alumbrado. Se pretende la actuación sobre cada circuito de cada cuadro de mando.



### Alarmas generadas por el dispositivo:

-  Detección de **voltaje** por encima o debajo de umbral.
-  Detección de **potencia** por encima o debajo de umbral.
-  Detección de **corriente** por encima o debajo de umbral.
-  **Consumo** diario inusual.
-  Fallo de **fase**.



## Plataforma inteligente de LEC.

La plataforma de telegestión de alumbrado es la solución software para la gestión remota e inteligente de controladores de luminarias y sensores IoT.

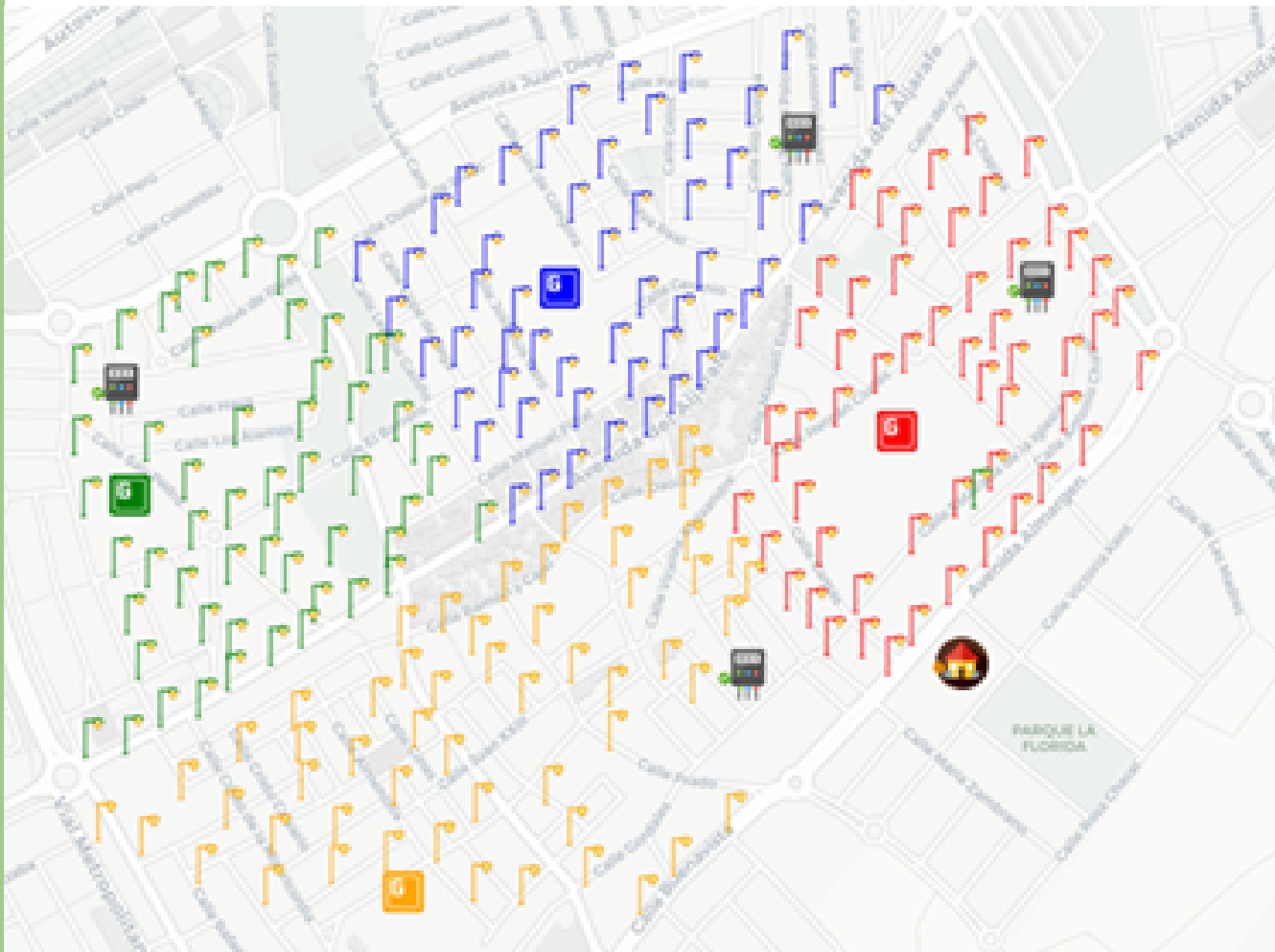


Imagen 1: Plataforma gestión

Desde la plataforma se podrá controlar las instalaciones del alumbrado del municipio, capturando una serie de datos referentes al estado y funcionamiento de

los elementos (cuadros, luminarias, etc...) y transmitirlos al centro de control donde será analizado y se gestionarán las órdenes para mejorar su gestión.



## Características de la plataforma:



Operación sobre las características de funcionamiento de las luminarias en función de las condiciones del entorno en cada momento consiguiendo ahorros en el consumo eléctrico además de importantes mejoras en la calidad del alumbrado y del impacto medioambiental.



Permite la monitorización remota y en tiempo real de cada uno de los elementos que intervienen en la prestación del servicio, la consistencia de los datos gestionados y la tele-actuación de ciertos componentes en la gestión temprana de incidencias.



Detección de las desviaciones en el consumo en tiempo real.



Encendidos y apagados de luminarias de forma automática o mediante órdenes del operador.



Control del consumo eléctrico.



Detección de averías del alumbrado público.



Compatible con múltiples tecnologías y fabricantes, como LEDs o lámparas convencionales.



Permitirá la generación de inventario de equipos e informes.



Contará con una base de datos que contenga el inventario de las instalaciones del alumbrado público, permitiendo la generación de listados e informes.



Adaptación flexible de los niveles de luz con un simple clic o mediante calendarios.

 A destacar:

- Sistema de captación de datos (Broker) basado en software libre.
- Plataforma estándar, no dependiente de ningún equipamiento específico del mercado.
- Compatible con múltiples tecnologías y fabricantes.
- Flexibilidad de adaptación a las necesidades del cliente.
- Fiware Ready. La plataforma dispone de un conector con Fiware como estándar europeo de interoperabilidad.
- Implementación de la totalidad de las capas UNE 178104:2017.
- Open Source.
- Interoperable con otras plataformas horizontales. Servicios de API Rest y multi-protocolo.
- Actualmente están desarrollados los plugins de integración de los principales protocolos de comunicación, entre los que destacar DALI o regulación 0-10V, para el control de luminarias, SNMP y MODBUS.
- Escalable.
- Interfaz web responsive para la adaptación a diferentes tamaños de pantalla de dispositivos móviles.
- Funcionamiento de forma autónoma (in house) o en la nube (cloud). Aplicación accesible a través de un navegador web estándar.

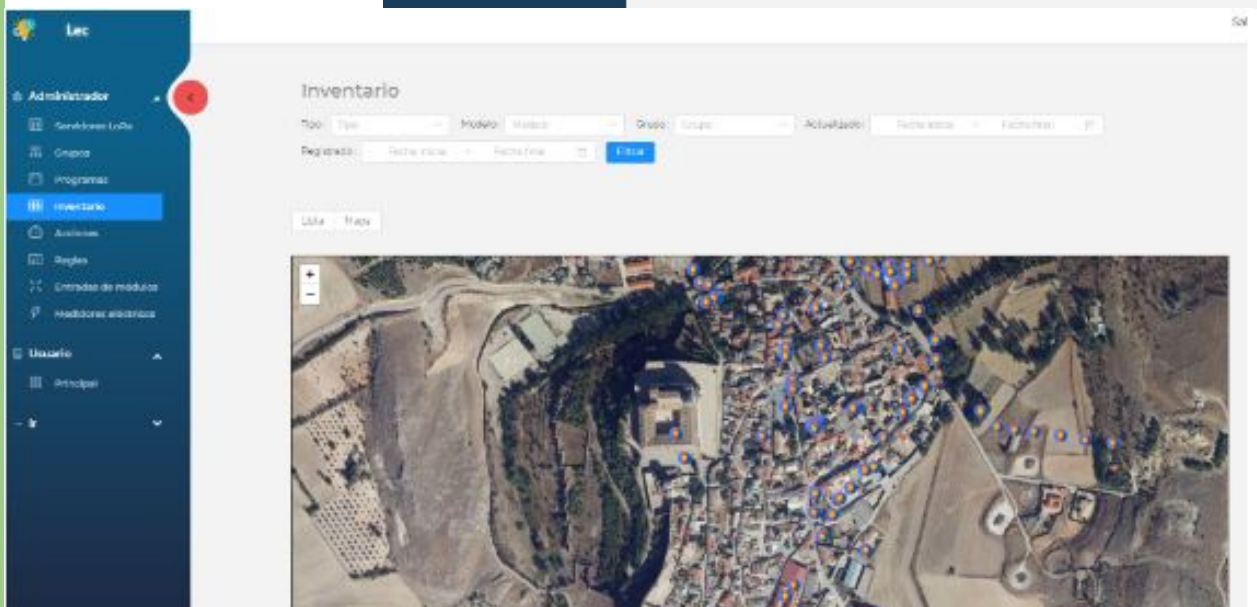
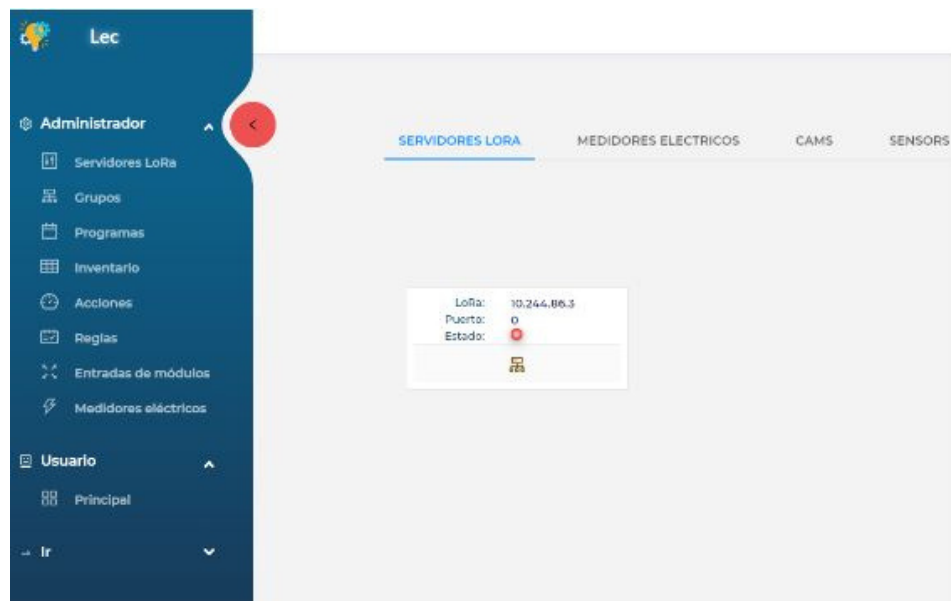
➤➤➤ Módulos de la plataforma:

 Espacio de trabajo "City".

 Gestión energética.

 Gestión de incidencias.

 Informes.



➤➤➤ Módulos de la plataforma:



Espacio de trabajo "City".

El software implementa un interfaz web formado en su pantalla principal por un espacio de trabajo geo-referenciado llamado City, donde se muestran la geo-referenciación de las luminarias, así como su estado.

En este espacio de trabajo se puede acceder de forma directa a la configuración de los cuadros de mando.



Imagen 2. Espacio de trabajo "City".

Las luminarias telegestionadas se conectarán automáticamente con el sistema de control una vez hecha su instalación. Desde ese momento, las luminarias aparecerán representadas en el mapa en su posición real y estarán disponibles para ser controladas de forma remota sin tener que realizar ninguna acción adicional.





Espacio de trabajo "City".

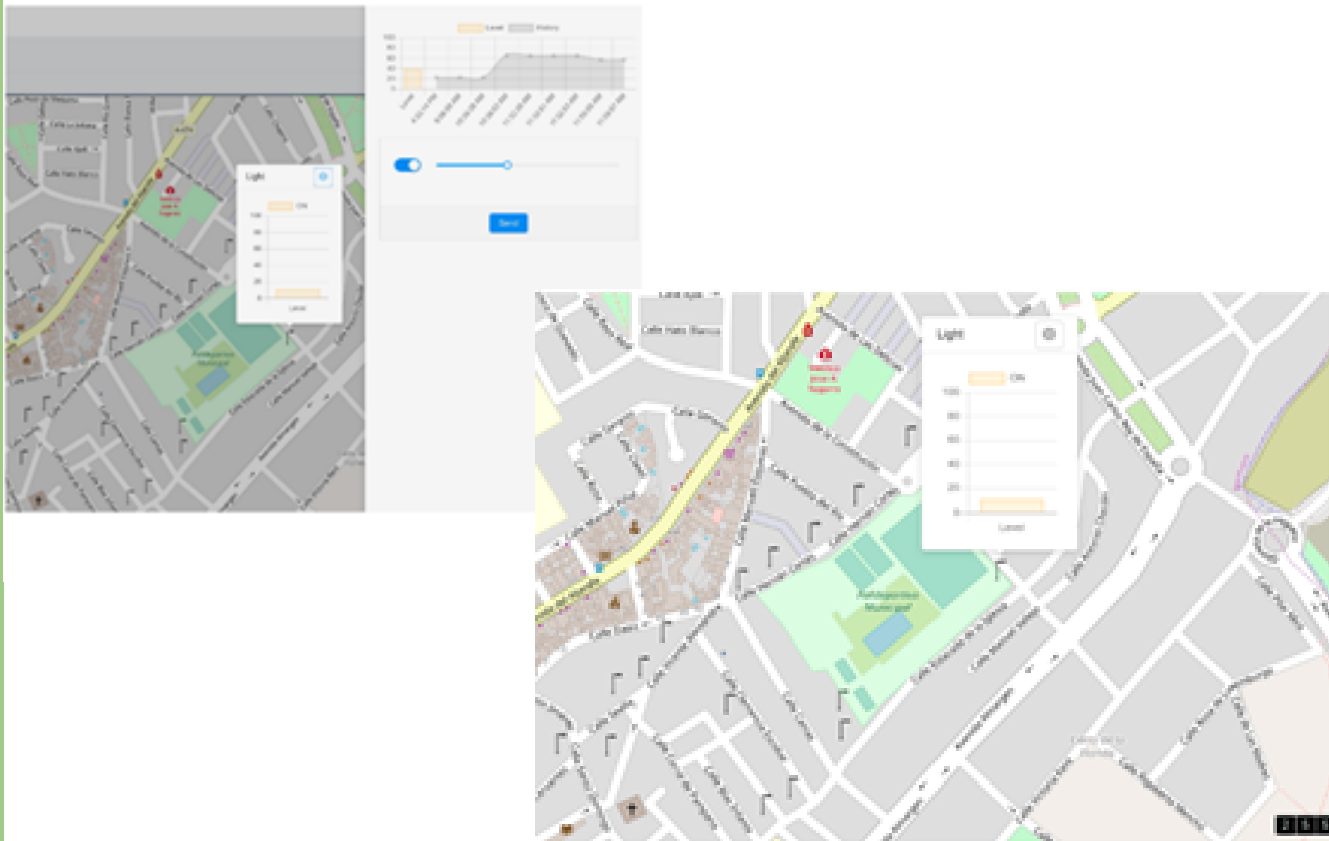


Imagen 3-4.ejemplo de espacio de trabajo "City".

Los usuarios autorizados podrán acceder a la página web en cualquier momento y desde cualquier lugar y controlar y supervisar todos los puntos de luz de acuerdo a sus permisos de usuario.

Esta herramienta permite realizar cuadros de mando personalizados bajo demanda, donde poder visualizar datos estadísticos, KPIs y demás datos de la instalación, haciendo la función de reporting visual del estado de la infraestructura.



## Espacio de trabajo "City".

- Posibilidad de definir y asignar calendarios específicos de regulación para puntos de luz individuales o para grupos de puntos.
- El sistema mostrará las regiones y los nombres de las calles tal como se definen en el municipio. El operador de iluminación podrá crear sus propios grupos con regiones y sub-regiones junto con los nombres de las calles por región. El sistema estará diseñado de manera que el operador pueda crear sus propios grupos (centros de mando, circuitos, calles, barrios, distritos, etc.) y pueda asignar puntos de luz a cada uno de esos grupos.
- Posibilidad de almacenar distintas curvas personalizadas de regulación y asignar dichas curvas a puntos de luz, grupos de puntos, calles y regiones de forma rápida y sencilla. El diseño de la interfaz será fácil de usar y permitirá seleccionar los diferentes calendarios mediante iconos de distintos colores.
- Todos los datos estarán on premise o en la nube, según elección del cliente, permitiendo ser exportados a Excel o Access desde la aplicación, incluyendo inventarios, históricos y el resto de datos proporcionados por las luminarias.



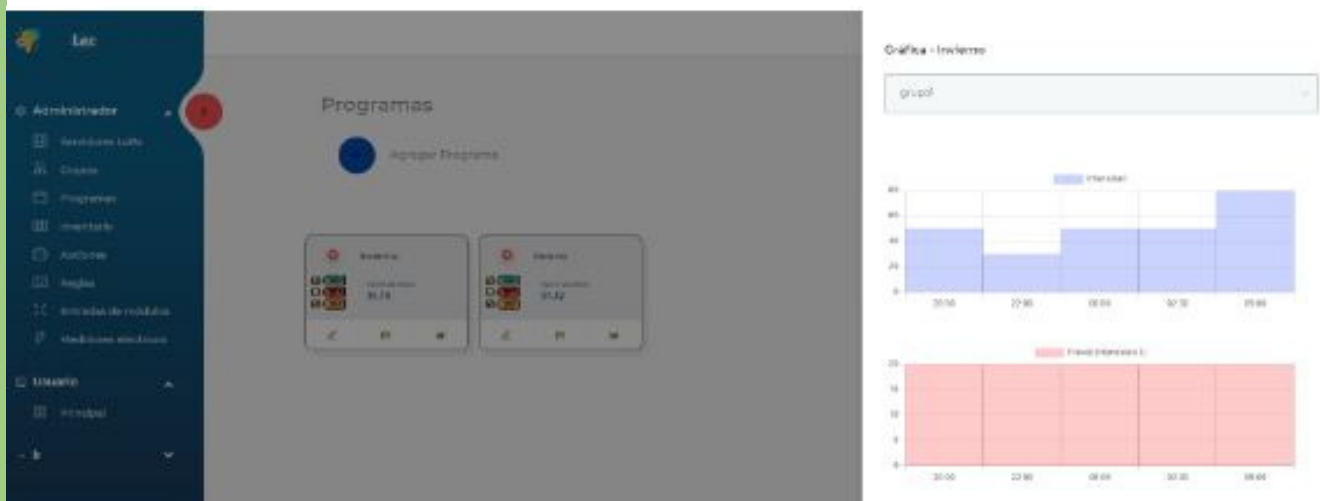
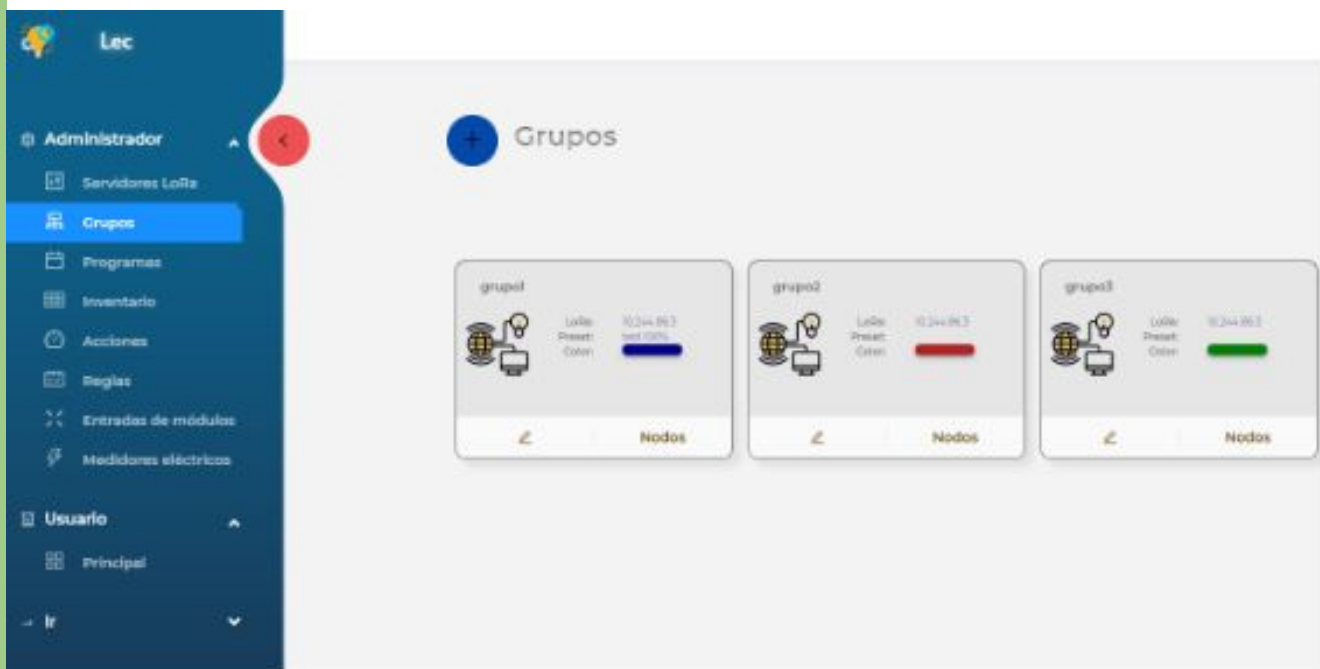
Espacio de trabajo "City".



El sistema permite la integración con plataformas horizontales de gestión de ciudad.



Antes de la instalación, se podrá realizar una verificación del sistema de telegestión sobre luminarias existentes propuestas por la Dirección facultativa para comprobar que el sistema es extrapolable al resto de la instalación.





## Espacio de trabajo "City".

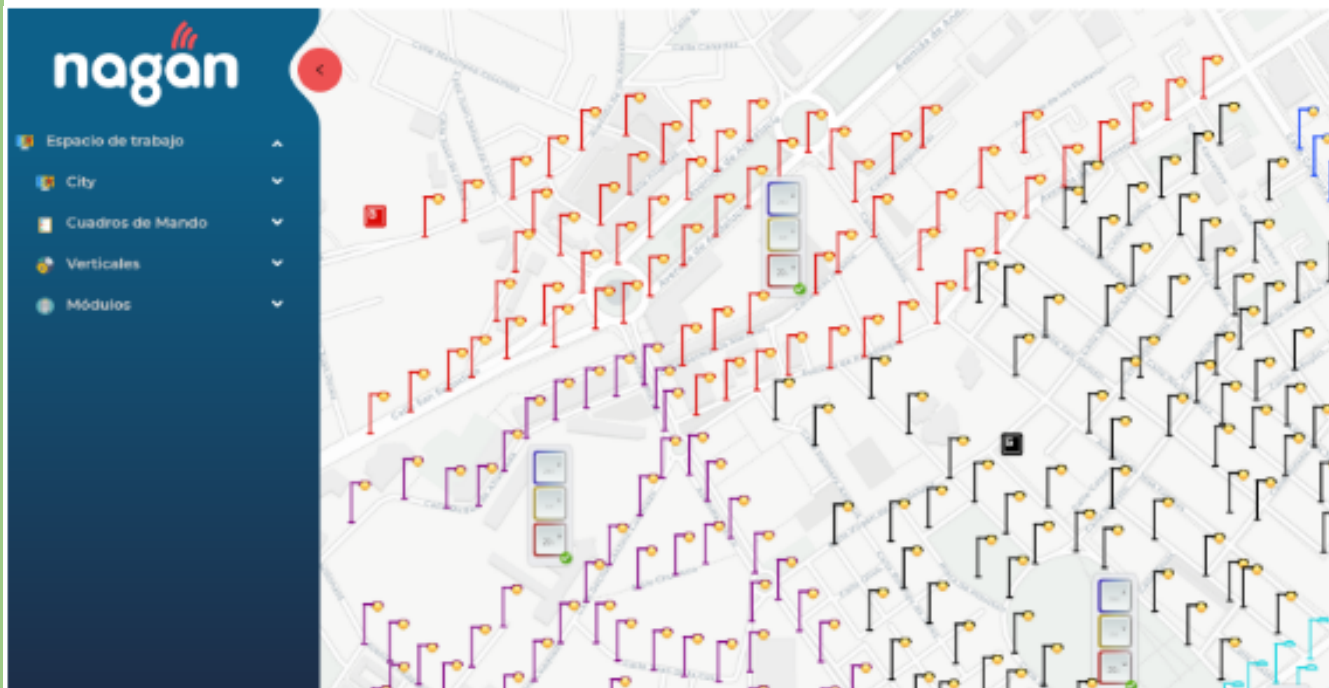
El sistema proporcionará, **de cada luminaria conectada**, la siguiente información:

- Ubicación geográfica.
- Fecha de la instalación.
- Modelo.
- Fabricante.
- Potencia.
- Óptica.
- Lúmenes.
- Intensidad de alimentación programada.
- Nivel de regulación.
- Reporte automático de funcionamiento, siendo capaz de detectar y reportar averías y parámetros electricos.



Espacio de trabajo "City".

El sistema de telegestión de los cuadros de mando se integrará en los armarios que alojan los cuadros actuales.



El sistema permitirá la gestión de más de 30.000 puntos de luz con un rápido rendimiento y se garantiza la consistencia automatizada de los datos y la seguridad de los mismos sin que el sistema realice copias de seguridad.



## Espacio de trabajo "City".

Los elementos de control que incorporará el sistema serán, como mínimo los siguientes:

- RGPS integrado con sincronización automática a través del Gateway horarios de Internet que permiten modificaciones en el orto y ocaso.
- Analizador de redes que sea capaz de realizar lecturas en tiempo real por día, mes o año de variables eléctricas como tensión, intensidad, potencia activa y reactiva, fdp.
- Alarmas, tanto de funcionamiento del cuadro (ausencia de corriente, disparo de diferencial, etc.) como del estado físico del cuadro (puerta abierta, manipulación o robo de cableado).



➤➤➤ Módulos de la plataforma:

⚡ Gestión energética.

Con este módulo, se proporciona un seguimiento de los consumos en tiempo real y programación del funcionamiento del alumbrado público.



Imagen 5-6-7. Capturas ejemplo del módulo de gestión energética.



## Funcionalidades de este módulo:

- Gestión de horarios de encendido y apagado.
- Análisis de consumos por día, mes y año, tanto de variables eléctricas como económicas, con posibilidad de exportación a Excel y verificación de medidas de ahorro y comparativas.
- Gestión de reporte de informes y alarmas a nivel de cuadro y luminaria, realizando la comunicación mediante SMS, aplicación o correo electrónico en función de las preferencias del usuario, permitiendo la configuración personalizada de umbrales para activación de alarmas.
- El sistema incorporará un módulo de gestión de inventario donde se almacenarán, tanto de los datos básicos de los cuadros de mando, como de las luminarias. Los datos a incluir se determinarán por el Responsable del Contrato, antes de la implantación del sistema y serán como mínimo, datos de identificación del elemento inventariado, de situación, potencia, altura, etc.





## Funcionalidades de este módulo:



Posibilidad de generación de tareas de mantenimiento, tanto correctivo como preventivo, de los elementos inventariados (puntos de luz, semáforos, cuadros de mando, canalizaciones y líneas aéreas y subterráneas, arquetas y bajantes) desde el propio sistema, mediante la generación de partes de trabajo y su seguimiento posterior.










Disponibilidad de aplicación móvil IOS/Android, para la interoperabilidad en campo.


➤➤➤ Módulos de la plataforma:

 Gestión de incidencias.

Desde este módulo se pueden gestionar las siguientes funcionalidades:

 Gestión de alarmas a nivel de cuadro y por fase:

-  Fallo general de tensión.
-  Encendidos y apagados imprevistos.
-  Apertura de cuadro.
-  Desviación entre curva real de potencia y la curva esperada.
-  Desviación porcentual de tensión respecto al valor nominal.
-  Fallo de contacto.
-  (...).

 Configuración personalizada para activación y desactivación de alarmas.

## ➤➤➤ Módulos de la plataforma:



### Informes.

Emisión de informes sobre consumo, nivel de servicio, inventario, desviaciones de ahorro y facturación, permitiendo la personalización y exportación a diferentes formatos:

- Informes de consumo.
- Informes de alarmas.
- Análisis de datos y variables eléctricas.
- Informes diarios, mensuales, anuales, por intervalos específicos y comparativos.
- Cuadros de mandos detallados y resúmenes ejecutivos adaptables a las necesidades del cliente, mediante Grafana.
- Exportable a PDF y EXCEL.

➤➤➤ Módulos de la plataforma:




Informes.



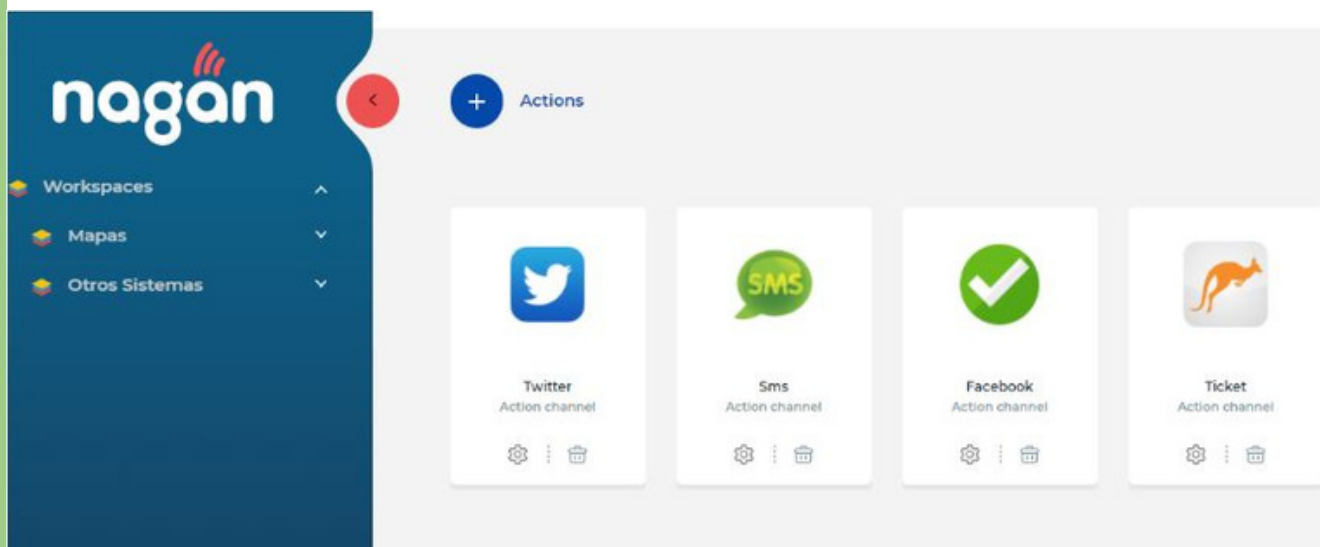
Imagen 8-9-10-11. Capturas ejemplo del cuadro de mandos.

## ▶▶▶ Protocolo de comunicación al Ciudadano.

 Esta plataforma de gestión horizontal en tiempo real puede contribuir a la comunicación de datos con el ciudadano de las siguientes formas:

### **Publicaciones en redes sociales.**

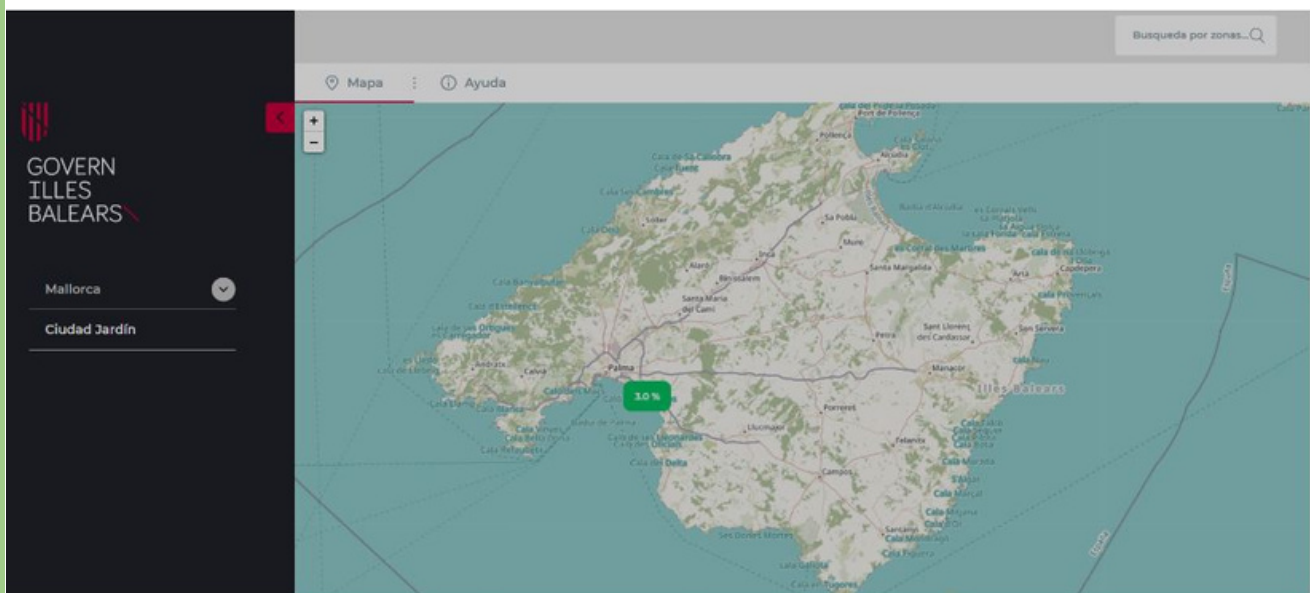
Con el fin de crear campañas de sensibilización e información tanto en materia de eficiencia energética como en mantenimiento y operaciones. Estas notificaciones a través de un proceso automático, la plataforma Nagán en el que puede informar del consumo por meses o días, datos de CO2 ahorrados por el sistema de telegestión o la equivalencia en árboles plantados. Los medios principales implantados de notificación son: SMS y Twitter. Este canal de comunicación podrá establecer la periodicidad de las publicaciones automáticas.



## Protocolo de comunicación al Ciudadano.

### ☑ Cuadros de mando y webs informativas.

Otra forma de difusión de la información es a través de webs para el acceso del ciudadano donde se representa la información a nivel de consulta de parámetros de eficiencia energética, así como del funcionamiento del mantenimiento.



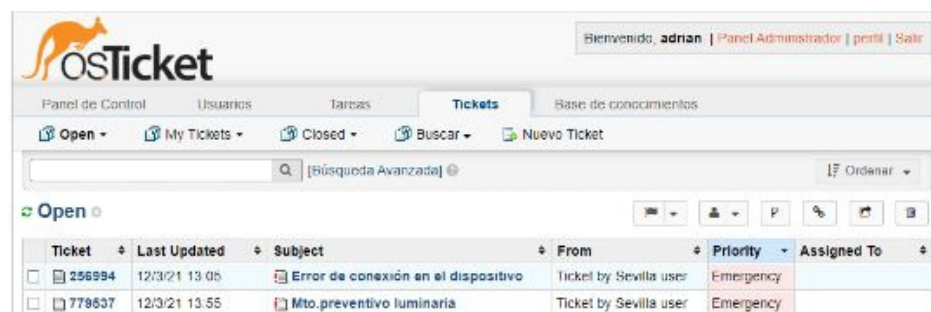
## Protocolo de comunicación al Ciudadano.

### ☑ Open Data.

La plataforma puede establecer ficheros en formato CSV para que pueda ser integrada la información en otros sistemas o webs como por ejemplo la web del Ayuntamiento.

### ☑ Ticketing.

El sistema de ticketing habilita la posibilidad que el ciudadano pueda abrir incidencias respecto al funcionamiento del servicio, así como pueda ver el estado de las solicitudes y cumplimiento con el servicio establecido.



The screenshot shows the OSTicket web interface. At the top, there is a navigation bar with the OSTicket logo and a user greeting: "Bienvenido, adrian | Panel Administrador | perfil | Salir". Below this, there are tabs for "Panel de Control", "Usuarios", "Tareas", "Tickets", and "Base de conocimientos". The "Tickets" tab is active. Underneath, there are buttons for "Open", "My Tickets", "Closed", "Buscar", and "Nuevo Ticket". A search bar with the text "[Búsqueda Avanzada]" is visible. Below the search bar, there is a section for "Open" tickets. A table displays the following data:

Ticket	Last Updated	Subject	From	Priority	Assigned To
256994	12/3/21 13:05	Error de conexión en el dispositivo	Ticket by Sevilla user	Emergency	
778537	12/3/21 13:55	Mto.preventivo luminaria	Ticket by Sevilla user	Emergency	

# Parte II: Arquitectura del sistema

Red LoRaWAN y ventajas vs. otras tecnologías de conectividad.

Existen multitud de protocolos orientados a conectar objetos: 3G, 4G, 5G, Wifi, Bluetooth, NB-IOT, LTE, Sigfox, LoRa, etc...

“ La gran diferencia es que el protocolo LoRa, al igual que Sigfox, se basa en tecnología LPWAN (Low Power Wide Area Network) lo que permite solventar uno de los principales problemas de los proyectos de sensorización IoT: el consumo de batería. ”

Las tecnologías LPWAN son altamente eficientes desde el punto de vista energético.



## ▶▶▶ Características de LoRaWAN:

- ☑ Frecuencia de trabajo en la banda de los 868 MHz que permite buena penetración en interiores y además es una banda libre, por lo que es más barato su despliegue y mantenimiento.
- ☑ Protocolo de red inalámbrica de largo alcance: en torno a 5-10 km en núcleos urbanos y 15-20 km en zonas rurales.
- ☑ Alta sensibilidad para recibir datos.
- ☑ Robustez frente a interferencias. La modulación de espectro expandido Spread Spectrum proporciona la comunicación bidireccional que propaga una señal de banda estrecha sobre un ancho de banda de canal más amplio. El resultado es una señal con bajos niveles de ruido, que es difícil de detectar o bloquear y logra una alta inmunidad a la interferencia.
- ☑ Transferencia de datos: hasta 50 kbps.
- ☑ Potencias de transmisión bajas: potencia máxima de 25 mW (14 dBm).
- ☑ Bajo coste.
- ☑ LoRa es una tecnología libre. Sólo es necesario adquirir un punto de acceso para dotar de cobertura LoRa a una zona, y además, es muy sencilla su ampliación.
- ☑ Cifrado de datos AES-128 extremo a extremo integrado, por lo que es muy robusta frente a posibles intentos de interceptar la información que transmite.

▶▶▶ (...) Características de LoRaWAN:

- Altamente escalable.
- La red ofrece la posibilidad de ser compartida por otros servicios ciudad, lo que presenta ventajas de costes respecto a una solución con tecnología basada en redes de operadores de telefonía móvil.
- Con respecto a la conectividad de luminarias, la comunicación ofrecida por esta tecnología es bidireccional, permitiendo tanto el envío de datos desde la luminaria como la actuación remota sobre la misma, permitiendo por tanto, cambios en la programación de la misma.

“Las redes LPWAN son ideales para situaciones donde los dispositivos necesitan enviar pocos datos sobre un área amplia mientras que es necesario que la vida de la batería se prolongue a lo largo de muchos años.”



## Comparativa de LoRa vs. otras tecnologías de conectividad IoT.



Ambas redes se posicionan de manera similar en el mercado de IoT, aunque SigFox está orientado a un operador global de IoT y LoRa proporciona una tecnología que permite a las empresas habilitar proyectos IoT de forma local.

**VERSUS**



Además, frente a SigFox, los módulos LoRa pueden operar de forma bidireccional. Así, utilizando el mismo módulo de radio un receptor puede transformarse en transmisor en cualquier momento dado y viceversa.

Por tanto, LoRa es más adecuado para situaciones en las que sea necesario actuar sobre un determinado sistema.



Respecto a otras tecnologías como el 4G, LTE o el NB-IoT, LoRa permite ofrecer unos costes de conectividad mucho más atractivos ya que no usa un espectro de banda sujeto a licencias y no implica una tarificación por tráfico usado.

**VERSUS**








Además, NB-IoT y LTE-M dependen de la cobertura de un Operador, y puede que no sean posible ofrecerse en entornos rurales o suburbanos que no disponen de cobertura LTE.

Además, como se ha indicado anteriormente, LoRa permite más alcance, mayor duración de baterías y mayor inmunidad frente a interferencias.



## Conclusiones:

-  LoRaWAN es la tecnología más adecuada y ampliamente aceptada para la conectividad IoT y ciudades inteligentes.
  
-  **Facilidad:**  
Las redes LoRaWAN se pueden implementar en cualquier ubicación sin la necesidad de aprobación regulatoria, la red pertenece a la entidad que la despliega.
  
-  **Funcionalidad:**  
Es una red de comunicaciones ideal para desplegar con una baja transferencia de datos siendo muy útil para cubrir gran parte de sus necesidades.
  
-  **Confianza:**  
Gran cantidad de proyectos y referencias exitosas de este tipo de redes avalan su funcionamiento.
  
-  **Costes:**  
No tiene costes recurrentes en comunicaciones, NUNCA.



## Conclusiones:



### Independencia:

No se requiere una operadora telefónica (como puede ser el caso de NB-IOT).



### Sensores hoy y siempre en las mejores ubicaciones:

Proporciona una Red LORA a todo el municipio para la integración de sensórica IOT Smart City en un futuro, sin necesidad de que estos sensores estén en la línea de alumbrado.



### Sencillez:

Las luminarias se regulan por pulsos desde el cuadro pudiendo cambiar perfiles de regulación sin necesidad de tener un punto a punto ni nodos adicionales.



### Plataforma horizontal Smart:

Sienta las bases para una Smart city abierta, escalable y sin ataduras, con una vertical de alumbrado para controlar los perfiles de regulación



### Compatibilidad:

Basado en software libre, abierto y compatible con Fiware.



## Conclusiones:



### Largas distancias:

Capacidad para conectar sensores y actuadores de manera confiable a largas distancias, utilizando frecuencias de radio públicas de baja tasa de bits. Con su capacidad de penetración única, el “Gateway” LoRaWAN™ implementada en un edificio o torre puede conectar miles de dispositivos a distancias de hasta 15 kilómetros.



### Bidireccionalidad:

La tecnología también ofrece beneficios únicos en términos de bidireccionalidad, seguridad, movilidad y localización precisa. La implementación muy rápida, la posibilidad de elegir entre una arquitectura de red pública o privada y los bajos costos de operación son factores diferenciales de esta solución.

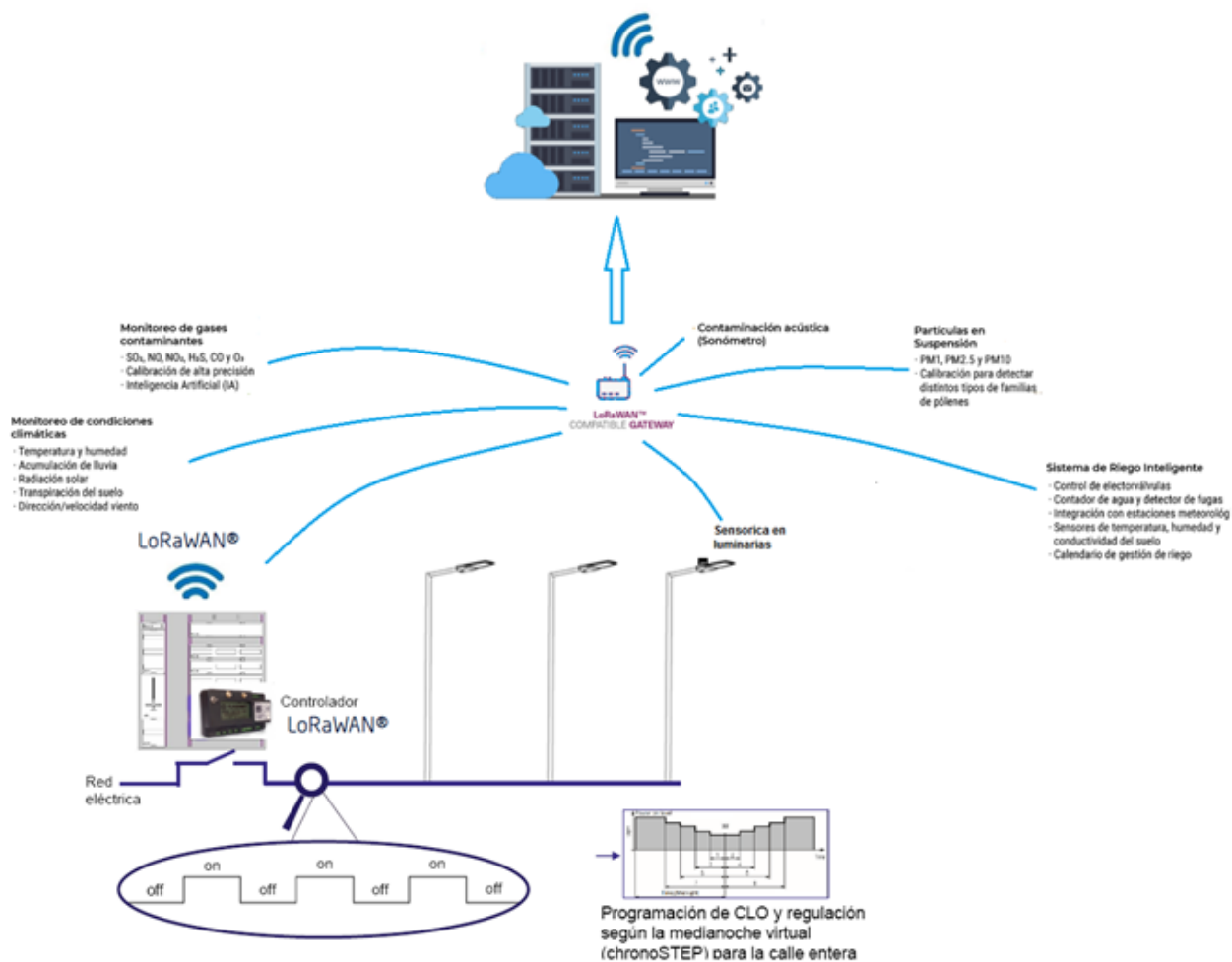


## Conclusiones:



### Sin ataduras:

La sensórica LoraWan es extremadamente amplia y variada. Al ser tecnología opensource evita la dependencia al proveedor que realiza el primer suministro.



Para más información o analizar sus necesidades concretas, póngase en contacto con nosotros:

**Enrique Briehl**  
**Dirección Comercial.**  
648 403 067 · 956 454 130  
[enrique.briehl@leosl.com](mailto:enrique.briehl@leosl.com)

Gracias por su atención.