



La infraestructura que habilita para las smart cities

NETWORK SERVER



INTRODUCCIÓN A LA RED LoRa

LoRa™ (acrónimo de Long Range) es una técnica ideada por Semtech que permite comunicaciones de largo alcance competitivas respecto a las tecnologías actuales. La modulación está basada en las técnicas spread-spectrum y en la variación frecuencial (chirp) del espectro, con corrección de los errores FEC.

LoRa™ mejora la sensibilidad del receptor gracias al hecho de que hace uso de la banda entera de canal para transmitir una señal en broadcast. Este aspecto la vuelve resistente a los ruidos e insensible a los offset frecuenciales, típicos de los dispositivos de precio bajo. Además, a diferencia de muchos sistemas FSK (Frequency Shift Keying), puede hacer una demodulación de señales con potencias de hasta -19.5 dB.

La modulación LoRa es el nivel físico (PHY) que se puede implementar en diferentes topologías de red y protocolos como Mesh, Star, 6lowPAN, etc.

El estándar LoRaWAN™ define la arquitectura, los protocolos y las aplicaciones de la "Low Power Wide Area Network" o LPWAN, es decir, redes diseñadas para gestionar sensores con batería integrada a nivel regional o nacional.

NETWORK SERVER



El protocolo LoRaWANTM se encuentra optimizado para emplear sensores de consumo reducido de batería e incluye diferentes clases de end points, en función de la duración de la batería o de la minimización de la latencia de red. Es un protocolo completamente bidireccional, estudiado por expertos en seguridad para asegurar fiabilidad y protección.



La arquitectura LoRaWANTM también se diseñó para localizar y seguir objetos móviles para trazar datos, y se desarrolló para que sea adoptada por los principales operadores. LoRa AllianceTM lo estandarizó para asegurar la interoperabilidad entre las diferentes redes de las diversas naciones.



La tecnología LoRaTM se puede utilizar en redes tanto privadas como públicas, y garantiza:

- capacidad de comunicación en **distancias de varios km**;
- **bajo consumo** de energía de los sensores;
- **seguridad** de datos.

Una celda puede garantizar **una amplia cobertura**, potencialmente incluso superior con respecto a la de una celda de telefonía móvil, utilizando una **potencia inferior**, elemento importante en la prestación de servicios de larga duración.

La tecnología LoRaTM ofrece la conectividad adaptada a las aplicaciones IoT asset-based, que dependen de comunicaciones long-range de bajo consumo pero que, al mismo tiempo, requieren la certeza de que la red tendrá soporte durante toda la vida útil de los asset y de los productos relativos.

LoRaWANTM opera en un espectro identificado por el ETSI, de entre 867 y 869 MHz para aplicaciones de metering y para redes de sensores y/o contadores con una potencia máxima de 500mW y un duty cycle máximo del 10%

ELEMENTOS DE UNA RED LoRa

La arquitectura LoRaWAN™ prevé 4 roles:



END DEVICES

Sensores de campo que recopilan y transmiten datos de medición.



GATEWAYS

Aparatos de red que recopilan los datos de los end points.



NETWORK SERVER

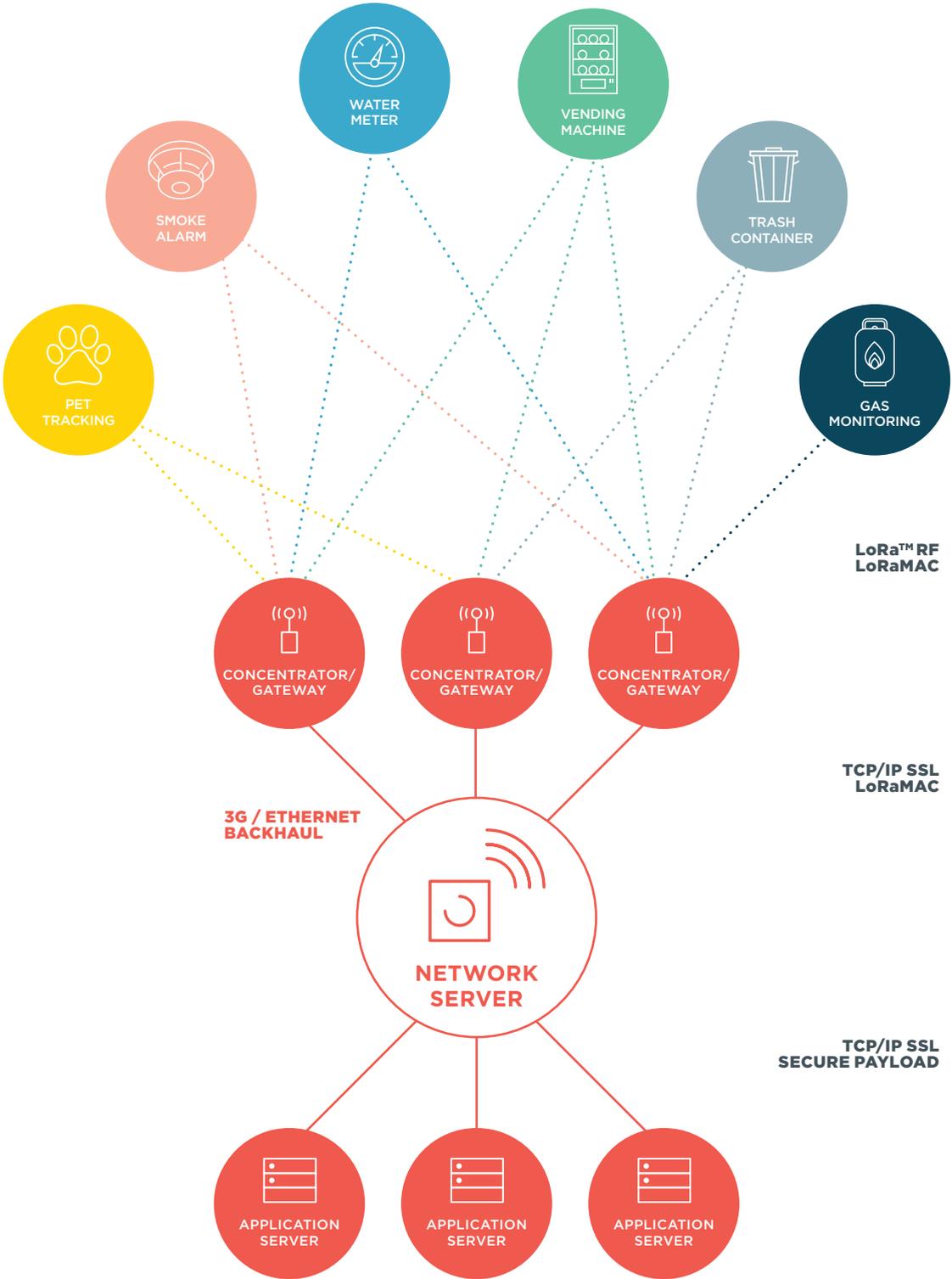
Server centralizado de autenticación y exposición de los datos LoRaWAN™.



APPLICATION SERVER

Capa aplicativa de recopilación y procesamiento de datos.

NETWORK SERVER



LoRa™ RF
LoRaMAC

TCP/IP SSL
LoRaMAC

TCP/IP SSL
SECURE PAYLOAD

AES SECURED PAYLOAD APPLICATION DATA



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE UNA SOLUCIÓN LoRa

Dinamismo de red

El Network Server LoRaWAN controla el data rate y la potencia RF de salida para cada uno de los end devices, con un algoritmo denominado **ADR (Adaptive Data Rate)**. La función ADR es sensible a los cambios de la topología de red, para no sufrir la pérdida de los paquetes.

Además del ADR, en LoRa **también es dinámica la gestión de los nodos individuales**: el gateway que está al servicio de un nodo de la red puede cambiar en función de la calidad de transmisión, de la colocación de un concentrador nuevo o en relación con el avance del duty cycle para cada concentrador individual.

Paquetes transmitidos en LoRa™

La longitud máxima de un paquete transmitido por un sensor varía en función del data rate utilizado y es de **entre 51 y 256 byte** dependiendo de la posición del sensor en la red. En el paquete, se puede habilitar el **CRC con un bit adecuado en un registro** y más adelante (lado Network Server y gateway) se puede verificar la corrección de dicho CRC.

Modulación LoRa™

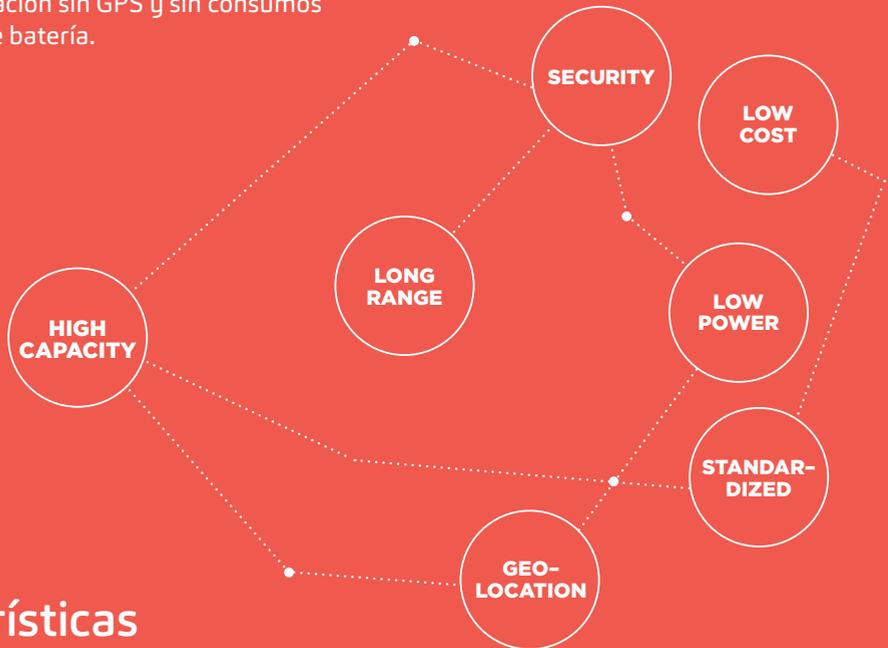
El **módem LoRa** es capaz de filtrar co-canales GMSK por encima de los 19.5 dB, o, en otras palabras, puede recibir señales con una potencia de hasta - 19.5 dB. Esta inmunidad frente a las interferencias permite la **coexistencia de sistemas** modulados con LoRa y sistemas que se colocan en bandas muy ocupadas. Si el esquema de modulación básico falla, en algunas redes se realiza una comunicación híbrida con LoRa para ampliar el range frecuencial.



BENEFICIOS DE LA SOLUCIÓN LoRa



- **Long Range:** penetra en área urbana con una cobertura de 5km y en área extraurbana con una cobertura de 10 km
- **Low Power:** las baterías de los sensores pueden durar hasta 10 años, sin necesidad de conexión a la red eléctrica.
- **High Capacity:** gestiona millones de mensajes para cada estación de monitorización/sensor.
- **Geolocation:** admite el servicio de geolocalización sin GPS y sin consumos adicionales de batería.
- **Standardized:** asegura interoperabilidad entre aplicaciones, proveedor de servicios IoT y Proveedor de servicios de Telecomunicaciones.
- **Security:** garantiza privacidad y protección de datos a través de un sistema de cifrado (Embedded end-to-end AES-128 encryption).
- **Low Cost:** la infraestructura y los nodos tienen bajos costes de mantenimiento y de consumo de energía.



Características de los dispositivos LoRa™

La potencia de salida después de matching y filtrado de antena en Europa es de 14 dBm +/- 0.5 dB, respetando las limitaciones ETSI relativas a la potencia máxima de salida. En lo que respecta a la banda, en cambio, LoRaWAN™ utiliza por defecto la 125kHz. Al cambiar BW, SF (Spreading Factor) y CR (Coding Rate), se modifica el radio de acción de la red y el tiempo de permanencia en aire.

Se obtiene así un compromiso entre duración de la batería y radio de cobertura.

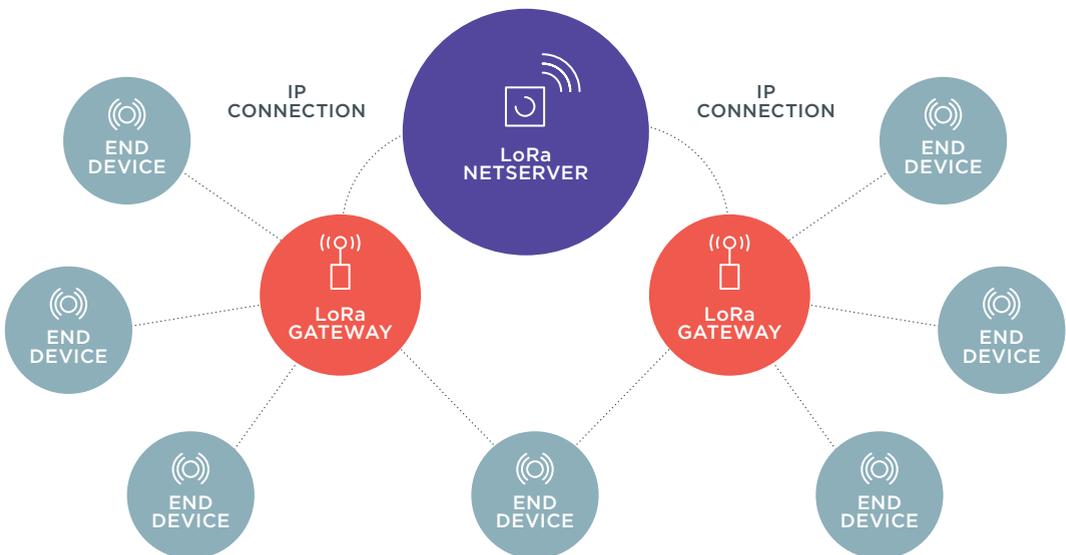


NETWORK SERVER PATAVINA NETSUITE

La solución de A2A Smart City

El Network Server es el corazón de una red LORA, al cual se conectan todos los gateway transfiriendo la información recopilada por los end-nodes. Recibe y memoriza la información, eliminando paquetes indeseados o duplicados.

El network **Patavina Netsuite** (ptNetSuite), desarrollado por **Patavina Technologies S.r.l.**, empresa del Grupo A2A, cuenta con muchos años de experiencia en el campo del desarrollo y de pruebas de campo.



Network Server Patavina Netsuite características



FLEXIBILIDAD

Se admiten **diferentes servicios heterogéneos habilitados por la red LoRa**, creando soluciones personalizadas para las necesidades del cliente.



FUNCIONES

Se admiten todas las funciones compatibles con la tecnología LoRa, tales como **“joining”**, autenticación y autorización de **nuevos end-nodes**, **“automatic rate adaptation”**, **frecuencia dinámica y negociación de los parámetros**, entre otras. Se garantiza el acceso a los datos mediante DB queries, REST-BASED web services, MQTT-based services, garantizando interoperabilidad con todos los sistemas y seguridad de datos.



FIABILIDAD

La arquitectura modular garantiza una **solución fiable y flexible a todos los niveles**.



USABILIDAD

Se garantiza a través del protocolo **MQTT**, que ofrece un estándar bien definido y fácil de utilizar, capaz de interactuar con múltiples plataformas, incluso aquellas diseñadas a medida por el usuario.



EFICIENCIA

Otro driver principal de esta solución. El modelo Publisher/Subscriber (push model), garantizado por MQTT, ofrece ventajas en términos de seguridad, responsividad y escalabilidad hacia otras soluciones. La estructura, fiable y eficiente en todos sus componentes, garantiza una gran cantidad de recursos disponibles y un considerable ahorro de energía de los nodos periféricos.



MANTENIMIENTO

Resulta **simplicado**, gracias a la naturaleza modular que garantiza **facilidad de análisis** y rápida resolución de problemas.



PORTABILIDAD

Diversos elementos de la arquitectura se pueden distribuir en diferentes posiciones o dispositivos o se pueden cargar en **hardware diferentes**. Toda la plataforma (a excepción de gateway y sensores) se puede introducir en **cloud**.

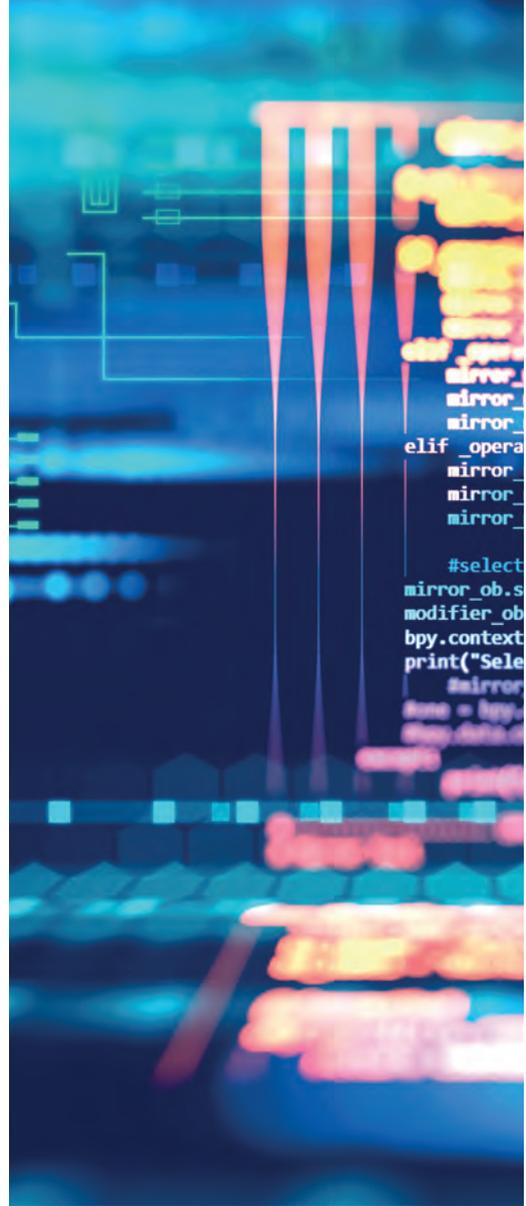


Network Server Patavina Netsuite: enfoque Multi-tenant

La acreditación de un end-node o de un gateway puede ser efectuada por cualquier client MQTT estándar, y existen **uno o más administradores** del authorization server que pueden habilitar y deshabilitar las funciones de los client estándar.

Cada cliente MQTT puede:

- ver todos los nodos en el interior de su servicio, además de los nodos que se pueden compartir con él;
- compartir sus nodos con cualquier otro usuario de la red;
- tener sus gateway privados, es decir, impedir que los sensores acreditados en la red y visibles solo desde tales gateway puedan ser visualizados por otro client de la red;
- compartir sus gateway privados con otro usuario de la red;
- poner sus gateway al servicio de la red pública de A2A con un perfil "public";
- hacer uso de los gateway "public" de la red para transmitir paquetes desde los nodos propios.



UNA GESTIÓN MULTI-TENANT



A través de credenciales específicas para cada usuario, es posible acceder a la Web Interface de la suite para añadir, modificar o quitar dispositivos y gateway. Además de la Web Interface, para garantizar la integración con software de terceros, pt-

NetSuite dispone de diferentes API de interface. Al tratarse de una **plataforma multi-tenant**, existe la **posibilidad de compartir los dispositivos propios** (por lo tanto, los recursos ofrecidos por los device) **con otros usuarios**.

Características Network Server A2A Smart City

- Basado en sistema Linux Compatible con LoRaWAN 1.0.X
- Gestión autónoma de los device por parte de cada usuario mediante Web Interface
- Gestión de los usuarios mediante perfiles de uso (reservada para el usuario admin)
- Posibilidad de tener gateway públicos y privados
- Monitorización de las estadísticas de paquete (por ejemplo, sequence number, time del último uplink, lista de los gateway que han detectado el sensor)
- Software suministrado con servicio cloud u on-premises con licencia
- Seguridad y confidencialidad de los datos
- Posibilidad de enviar comandos LoRaMacTM incluso directamente desde la web interface.

Solución Multicast



En el Network Server, se implementó una lógica Multicast que permite la distribución simultánea de información hacia un grupo de destinatarios, es decir, hacia varios dispositivos finales, sin la necesidad de duplicar para cada uno de ellos la información que se desea difundir.

Gestión adecuada del downlink de los gateway y protección de la estabilidad de red

La gestión adecuada del downlink de los gateway conserva el duty cycle y garantiza siempre la mejor cobertura, con una gestión en base temporal por usuario y por end node, tanto para JOIN ACCEPTED como para ACK en caso de mensajes CONFIRMED.

Cuando los end node efectúan la primera transmisión LoRa, para entrar a formar parte de la red mandan una JOIN REQUEST (en caso de autenticación OTA). El network server, después de las verificaciones correspondientes, envía en downlink al end node la respuesta de JOIN ACCEPTED, a través del mejor gateway. De manera similar, cuando un end node desea



una confirmación de recepción del mensaje que ha transmitido, el mejor gateway emplea parte del tiempo a disposición en aire para transmitirles el ACK de confirmación. Con esta gestión, se protege la estabilidad de la red, evitando condiciones de estancamiento debido a saturación de los gateway por causas provocadas por los end node.

Frecuencias de uso

Nuestro network server es capaz de gestionar redes LoRaWAN en toda Europa debido a que es compatible con las normativas en la banda 868 MHz, así como también con las normas estadounidenses en la banda 915 MHz. Además, admite la banda 923 MHz reglamentada y estandarizada en Singapur.

Recuperación de los datos en caso de falta de conexión

Cada usuario tiene la posibilidad de obtener los últimos mensajes LoRaWAN en un arco temporal preestablecido por servicio. En caso de problemas de conectividad a nivel de broker MQTT, es posible, mediante un API REST, obtener en secuencia todos los mensajes desde y hacia los nodos propios en un arco temporal definido.



Función FUOTA

Gracias a la **tecnología FOTA** (Firmware Over-the-Air), es posible actualizar los end nodes propios sin el acceso directo al dispositivo, transmitiendo la información en modalidad wireless a través de la tecnología LoRaWAN. Esto hace que el update resulte rápido, conveniente, seguro y económico.

Ventajas del update FOTA



VELOCIDAD



FACILIDAD DE UTILIZACIÓN



SEGURIDAD



COSTES REDUCIDOS



Estadísticas de red: KPI, duty cycle para gateway, RTT para gateway

En cualquiera de nuestros gateway, **el protocolo MQTT está embedded.**

Por lo tanto, cada uno de ellos envía estadísticas relativas a su funcionamiento, incluidos el round trip time (RTT), la ocupación actual de la banda (duty cycle), estadísticas de paquetes recibidos y enviados con CRC válido y no válido.

En caso de problemas de comunicación o transmisión de información, se produce una **indicación puntual** con alert para:

- falta de comunicación con el módulo SX1301;
- tiempo de transmisión superado;
- mensaje dropped;
- desconexión de nivel IP entre gateway y netserver.

Conexión entre Network Server y server aplicativos

A2A Smart City ofrece su propia infraestructura de red con los gateway en el territorio controlados por el network server centralizado. La configuración del firmware de los end-nodes y la aplicación front-end (por encima del network server) se deja al cliente tercero, que debe respetar el protocolo 1.0.2 LORAWAN de LoRa-Allian-ceTM para los nodos que, para interconectarse y recuperar los datos del Network Server, tiene dos posibilidades de acceso:

- **Conector MQTT** que se conecta al Network Server, descarga los paquetes, los memoriza y los visualiza en server/aplicación de los clientes;
- **REST API** para efectuar algunas actividades sin establecer una conexión MQTT, como por ejemplo enviar un downlink, analizar las cosas existentes, añadir/cancelar sensores.





Compatibilidad Network Server/Gateway

El Network server y el Packet Forwarder son “compliant” con los siguientes productos Hardware:

- Raspberry PI + gateway ISMT
- Multitech + gateway ISMT
- Kerlink wirgrid
- Kerlink Femtocell
- Kerlink iBTS
- Multitech Conduit m-Linux version
- Multitech Conduit Access Point
- Gateway Microchip Evaluation KIT + Raspberry PI
- Arduino YUN + Gateway Shield
- Arduino TIAN + Gateway Shield
- CISCO LoRaWAN Gateway IoT



LoRaAlliance™ es una asociación sin ánimo de lucro para el soporte, el desarrollo y la estandarización del protocolo de comunicación LoRaWAN™. Empresas de todas las partes del mundo comparten conocimientos y experiencias, contribuyendo a la difusión y al éxito del protocolo LoRa. El objetivo es ofrecer servicios IoT a empresas y consumidores en todo el mundo bajo una única red de comunicación.

A2A Smart City Contributor Member de LoRa Alliance

A2A Smart City es miembro de LoRa Alliance™ desde Diciembre de 2015: a nivel europeo puede crear arquitecturas LoRaWAN™ de acuerdo con otros miembros de la organización.

A2A Smart City propone el uso de una red LoRaWAN™ alineada con el estándar 1.0.2, última release disponible en exclusiva para los Miembros de LoRa Alliance™, ya presente en Lombardía y que en el futuro debería extenderse a otras realidades nacionales.

El estado de miembro “contributor” de LoRa Alliance™ nos permite ofrecer el servicio de transporte de la información a través del protocolo LoRaWAN™ también a operadores terceros, públicos o privados.



El desarrollo sostenible de las áreas urbanas hoy requiere nuevas tecnologías, nuevos servicios, soluciones eficientes y tecnológicamente avanzadas pero, sobre todo, un enfoque integrado. Los recursos disponibles se deben utilizar “en red”, para mejorar la eficiencia económica y el desarrollo social, cultural y urbano.

A2A Smart City desarrolla y gestiona las infraestructuras tecnológicas habilitantes para servicios digitales integrados y conectados en red.



info@a2asmartcity.io

a2asmartcity.io
lineacom.it

