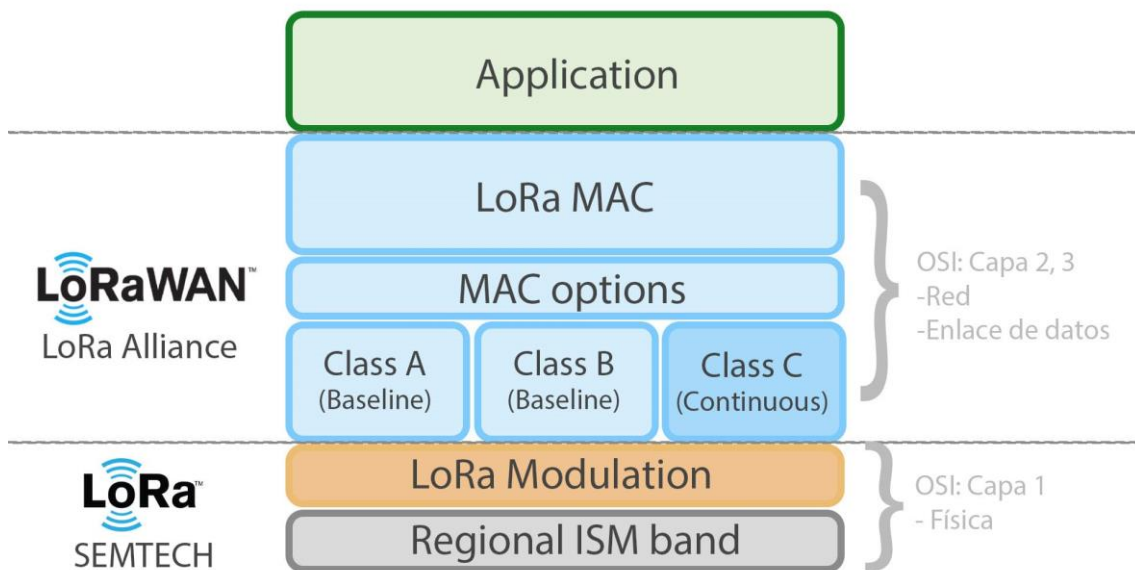


1) ¿Qué es un protocolo LoRaWan?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique

LoRa es una tecnología inalámbrica propietaria, fue desarrollada por Cycleo en Francia, **Cycleo fue adquirida por Semtech** en 2012, LoRa utiliza una modulación de amplio espectro (Spread Spectrum). El uso de este tipo de modulación permite una mejor tolerancia al ruido y de esta forma alcanzar largas distancias con un consumo muy bajo de energía, LoRa es el protocolo a Nivel de capa física (Capa OSI Nivel 1)

LoRaWAN es el protocolo de comunicación a Nivel de red (Capa OSI Nivel 2,3) que va sobre la capa física LoRa, el protocolo de comunicación LoRaWAN es abierto, esto permite que multitud de fabricantes puedan desarrollar dispositivos y de esta forma abaratar los costes de estos.



De forma análoga a una red Ethernet se podría decir que **LoRa son los cables que conectan los dispositivos** en una red **Ethernet** y **LoraWAN** es la comunicación de los dispositivos a nivel de la dirección MAC y de la dirección IP de red de los dispositivos en la red Ethernet.

Ventajas de utilizar LoRaWAN

- La **comunicación** entre dispositivos puede llegar a ser de varios kilómetros.
- Muy bajo **consumo de energía**, permitiendo que los dispositivos puedan durar años utilizando una sola batería.
- El **coste de los dispositivos** LoRaWAN es asequible para cualquier proyecto.
- Es **escalable** y permite la comunicación de miles de dispositivos a través de uno o varios gateways.
- Curva de aprendizaje rápida.
- **Ofrece un nivel alto de seguridad** entre los dispositivos de la red, desde los nodos hasta el servidor de aplicaciones.

Elementos en una red LoRaWan

- **Nodos (End points):** Dispositivos finales que envían o reciben información a través de LoRaWAN, estos pueden ser sensores, actuadores, trackers.
- **Gateways:** Es el dispositivo al que se conectan los nodos por LoRaWAN y permite la comunicación de estos con el Network Server.
- **Network Server:** Es el software que controla la red y la lógica de comunicaciones entre los nodos y el Gateway, de esta forma evita el duplicado de paquetes, el acceso de los dispositivos. El Network Server en algunos casos esta embebido en el mismo Gateway y la ventaja de esto es un abaratamiento de la solución total y la desventaja es que limita la escalabilidad.
- **Application Server:** Es el software que tratará los datos que se comunican a través de LoRaWAN, este software es completamente independiente de la red LoRaWAN y dependiendo del Network Server podrá comunicar por ejemplo con MQTT, Modbus TCP, API REST, entre otros.

Clasificación de los dispositivos LoRaWAN (nodos) según su consumo

- **Clase A:** Son los dispositivos que tienen un máximo ahorro de energía ya que solo envían datos cuando es necesario y después de enviar esta información tiene unos segundos de espera, para recibir datos del Gateway pasando este tiempo pasa nuevamente a modo de reposo, este permite que los dispositivos comuniquen durante años con una única batería
- **Clase B:** Son dispositivos en los que se pueden configurar el tiempo de mensajes de recepción, una vez pasado este tiempo pasa a modo de reposo.
- **Clase C:** Dispositivos que están activos constantemente, esto requiere que estén conectados a la fuente de alimentación.

Cálculo del tiempo de la carga útil de la batería

Estimar el tiempo de la carga útil de una batería no es una tarea fácil de realizar en los nodos LoRaWAN ya que depende de muchos factores la frecuencia con la que se envían/reciben los datos, el entorno (obstáculos), la temperatura, spreading factor, numero de muestras (Payload).

En el siguiente ejemplo se puede ver la estimación de la vida útil de la batería utilizando un spreading factor de 7 y una muestra cada X minutos.

Ciclo en minutos	spreading factor	Años
10	7	3
60	7	7
1440	7	11

¿Qué es el spreading factor (Factor de esparcimiento)?

Es un parámetro en la **configuración LoRaWAN**, que permite espaciar los datos transmitidos por LoRaWAN para poder tener un alcance mayor o permitir una tolerancia mayor en ambientes con mucho ruido, haciendo una analogía con el lenguaje hablado sería como deletrear, el spreading factor va desde SF7 a SF12 de menor a mayor esparcimiento.

¿Todos los dispositivos son compatibles entre sí?

La respuesta corta es no, por eso es importante que al elegir un **dispositivo para una red LoRaWAN** este certificado por la fundación LoRa Alliance, aun así, hay que tener en cuenta que dependiendo de la ubicación geográfica las bandas de frecuencia utilizadas varía, en Europa las bandas utilizadas son 433 MHz y 868 MHz, por eso es importante saber en qué banda operan los dispositivos que se van a adquirir.

<i>Región</i>	<i>Banda MHz</i>
<i>Asia</i>	433
<i>Europa, India, Rusia, Africa</i>	863-870
<i>Estados Unidos</i>	902-928
<i>Australia</i>	915-928
<i>Canada</i>	779-787
<i>China</i>	470-510

¿Qué debo saber sobre la Gateway LoRaWAN?

Algo importante a tener en cuenta es si la Gateway incluye el Network Server (La administración de la red LoRaWAN en el mismo gateway) o no.

La cantidad de nodos que se pueden conectar a una Gateway dependerá de:

1. Canales simultáneos con los que pueda trabajar la Gateway.
2. Si es una Gateway Full Duplex o half dúplex ya que estas ultimas no pueden recibir datos mientras transmiten (algo muy poco habitual) ya que el envío de datos del Gateway a los nodos no se suele producir
3. RSSI/SNR: RSSI (Indicador de intensidad de la señal recibida) SNR (Relación señal ruido)

4. Carga de los recursos de la Gateway
5. Si incluye el Network Server, una de las limitaciones será la cantidad de datos que pueda comunicar de los Nodos LoraWAN al Application Server.

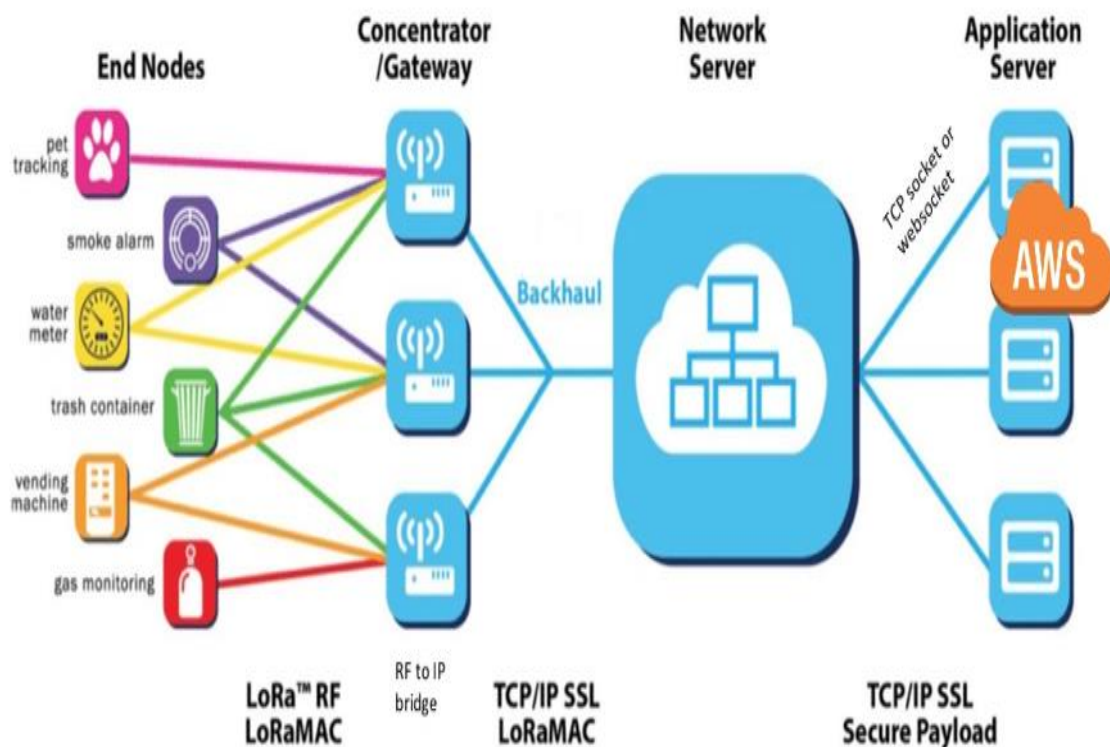
En LoRaWAN no existe un número exacto que determine los nodos que se pueden conectar a una Gateway como tal, ya que dependerá de los factores antes descritos.

¿Por qué es importante definir el Network Server?

El network server definirá la escalabilidad en el futuro y la facilidad de administración de la red LoRaWAN ya que puede ser de forma centralizada o descentralizada.

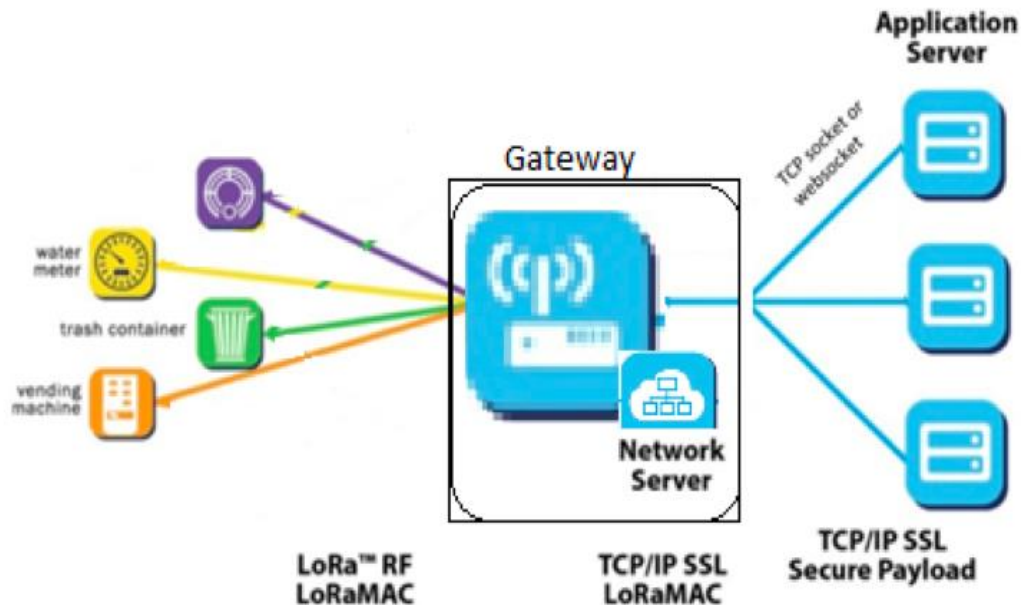
Network Server como servidor dedicado (Centralizado)

El network server se encuentra en un servidor independiente de las gateways, esto permite una alta escalabilidad de la red LoRaWAN y una gran facilidad de configuración, en contra parte el precio del proyecto se incrementa en coste, pero este siempre será el aconsejable para proyectos grandes.



Network Server embebido en el Gateway (Descentralizada)

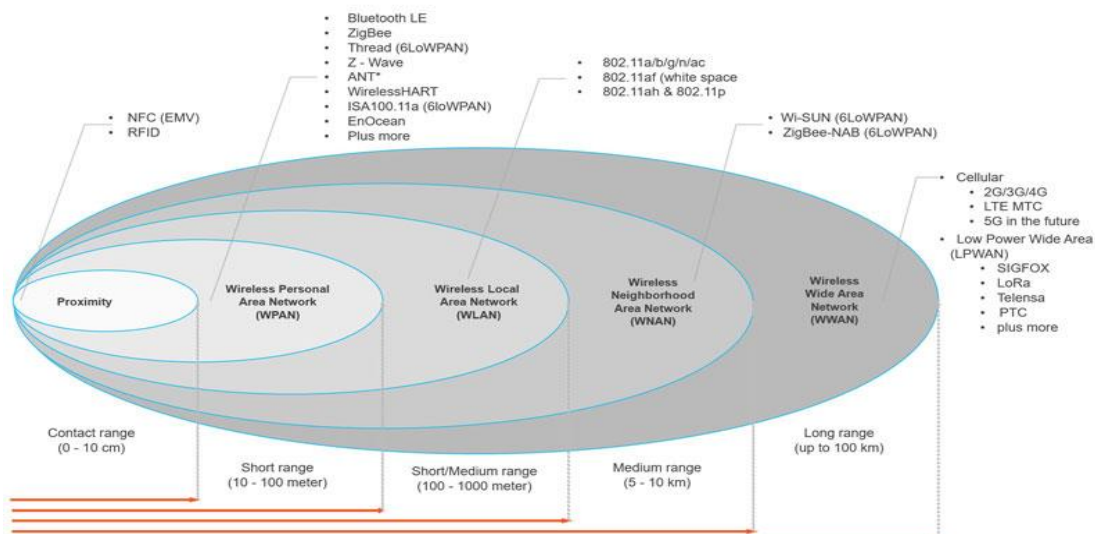
El network server se embebe en el Gateway para la configuración de la red LoRaWAN de ese Gateway en concreto, de esta forma el coste de la red LoRaWAN se abarata y en este caso el servidor de aplicaciones podrá trabajar con los datos directamente desde la Gateway.



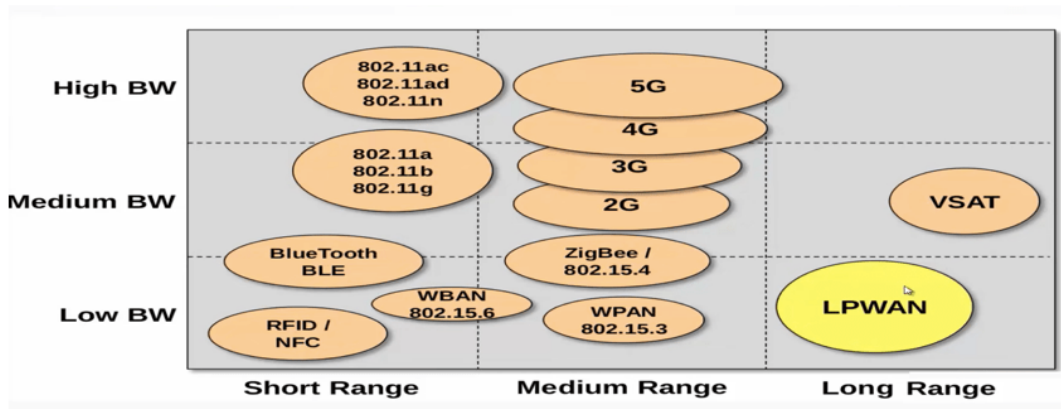
¿Utilizar LoRaWAN tiene desventajas, cuando debería tenerlo en cuenta?

Más que desventajas se podría decir que son **limitaciones de la tecnología**, ya que dependiendo de la aplicación o problemas que queramos resolver tendremos que utilizar la tecnología adecuada por un lado la distancia que pueda alcanzar, el ancho de bando y el consumo de energía

En el siguiente gráfico, se puede ver la **tecnología que se debería utilizar dependiendo de la distancia**

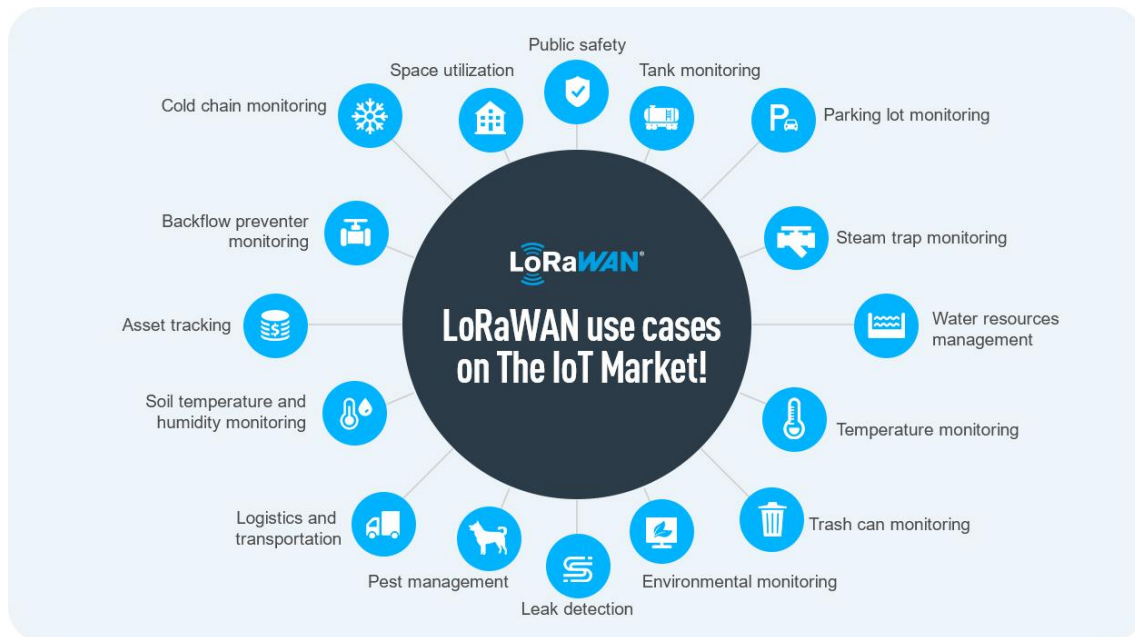


En el siguiente gráfico se puede ver la **tecnología adecuada según el ancho de banda**



De estos dos gráficos podemos deducir que **LoRaWAN es una tecnología pensada para comunicar dispositivos** que necesiten poco ancho de banda y estén a mucha distancia entre sí.

Principales casos de uso de LoRaWAN



1. Seguimiento de activos

Muchas industrias necesitan realizar un seguimiento de la ubicación y el estado de los equipos valiosos para mejorar la planificación y las operaciones. Los sensores LoRaWAN miden la velocidad de los activos, carga, temperatura y humedad, posición, vibración y otros datos y combine datos históricos y en tiempo real para recomendar el mantenimiento antes de que ocurran problemas. Con acceso a datos de rendimiento de activos, puede optimizar su programa de producción y al mismo tiempo recibir una notificación cuando un activo es robado o excede su alcance previsto.

2. Supervisión del dispositivo antirretorno

Todos los clientes de agua industrial requieren dispositivos de prevención de reflujo en las entradas de servicio de agua., que previenen la contaminación al permitir que el agua

fluya en una dirección en lugar de la otra. Ser capaz de detectar la presencia de reflujo con un monitor de línea basado en LoRaWAN y enviar inmediatamente una alerta por SMS o correo electrónico a los administradores de las instalaciones es importante para la salud y la seguridad de los trabajadores y los sistemas de fabricación.

3. Monitoreo de la cadena de frío

LoRaWAN es ideal para aplicaciones de cadena de frío en los sectores de alimentos frescos y atención médica. Uso de la solución de cadena de frío LoRaWAN, puede rastrear el estado de temperatura y humedad de un producto e informar el estado de temperatura y humedad al sistema si el estado del producto es anormal, evitando que el producto pierda características o incluso se rompa.

4. Monitoreo de temperatura y humedad del suelo

Para agricultura y paisajismo, el riego adecuado es la clave para mejorar los cultivos. Los suelos en diferentes regiones requieren diferentes cantidades de agua, y el detector de temperatura y humedad LoRaWAN se puede usar para tomar decisiones más informadas en función de la temperatura y la humedad del suelo medidas, aumentar la producción y reducir el desperdicio de agua.

5. Detección de fugas

Cuando los recursos de la Tierra, como el agua, gas o productos químicos, son escasos, la clave para resolver este dilema es evitar la fuga de recursos tanto como sea posible. El agua dentro y fuera de las instalaciones industriales será monitoreada por los sensores de inmersión en agua y detección de fugas de agua LoRaWAN. El sistema alertará al administrador de la instalación para que responda y resuelva rápidamente cuando ocurra una falla o se detecte una anomalía.

6. Logística y transporte

La tecnología LoRaWAN permite a las organizaciones de logística y cadena de suministro realizar un seguimiento de los activos que deben transportarse a largas distancias en tiempo real.. Los vehículos y la carga se pueden monitorear fácilmente en tiempo real en grandes áreas geográficas y entornos hostiles debido a las características de larga distancia y bajo consumo de energía de la tecnología., así como geolocalización sin GPS. Un sistema de seguimiento de flotas conectado con la red LoRaWAN puede mantener las flotas en el campo por más tiempo, reduciendo así los costes, mejorar la seguridad, proporcionar visibilidad de los problemas de mantenimiento, y mejorar la eficiencia operativa en todos los ámbitos.

7. Monitoreo de estacionamientos

Se ha demostrado que encontrar espacios de estacionamiento disponibles aumenta las emisiones de carbono y la congestión del tráfico. Mediante el despliegue de sensores LoRaWAN en plazas de aparcamiento, Se pueden proporcionar conteos de vehículos precisos y detección en las entradas y salidas de los estacionamientos. Los flujos de ingresos municipales y comerciales se incrementarán mediante la captura de datos de estacionamiento en tiempo real, lo que mejora la utilización general del espacio de estacionamiento.

8. Manejo de plagas

Es necesario proteger las instalaciones y las personas de la contaminación., daño, y roedores. sin embargo, la inspección manual lleva mucho tiempo y consume cantidades de recursos materiales y mano de obra. La solución de gestión de plagas conectada de LoRaWAN mejora la visibilidad y permite el monitoreo en tiempo real desde cualquier lugar. Impermeable, las trampas robustas brindan una opción segura para los roedores. Sencilla aplicación móvil y emparejamiento web, alertas en tiempo real cuando se necesita servicio, mejore la eficiencia y reduzca los costos de los programas de control de roedores en exteriores e interiores.

9. Monitoreo ambiental

Muchas ciudades costeras experimentan inundaciones prolongadas durante las mareas moderadas a altas que tienden a dejar las carreteras y caminos cercanos en aguas intransitables. Estos problemas se pueden resolver monitoreando la calidad del aire., precipitaciones y otros factores ambientales. Las unidades de energía solar resistentes a la intemperie montadas en la parte superior de puentes y postes de luz miden de forma remota los niveles de agua en tierra o sobre cuerpos de agua utilizando tecnología LoRaWAN y sensores ultrasónicos. Estos sistemas de monitoreo ambiental en tiempo real miden los niveles climáticos extra locales y la calidad del aire para predecir inundaciones e informar a los ciudadanos sobre condiciones peligrosas.

10. Seguridad Pública

Casi todas las industrias requieren soluciones integradas de seguridad y protección. Las soluciones de seguridad pública de IoT brindan a los servicios de emergencia tecnologías innovadoras que ayudan a reducir el riesgo y mejorar la seguridad personal. La tecnología LoRaWAN se está integrando en dispositivos portátiles personales, como etiquetas de identificación, y está equipada con un botón de emergencia para enviar SOS instantáneos e información de ubicación del usuario. Estas soluciones, desplegado en campus empresariales y universitarios, están diseñados para abordar el intervalo de ataque de 1 segundo y 7 segundos 911 intervalo de llamadas para soluciones basadas en teléfonos móviles.

11. Utilización del espacio

Los empleados son cada vez más móviles y cambian rápidamente a un “cualquier momento, en cualquier sitio” filosofía de trabajo. Como resultado, el espacio de oficina puede estar inactivo o sobrevenido, dependiendo de flujos impredecibles de empleados y visitantes. Aprovechar el espacio se ha convertido en un reto logístico para las empresas. Los datos de ocupación obtenidos de los sensores LoRaWAN eliminan las conjeturas y brindan a los equipos inteligencia procesable para mejorar las prácticas en el lugar de trabajo, y aumentar la productividad de los empleados.

12. Supervisión de trampas de vapor

El vapor es ampliamente utilizado en varias industrias. Los procesos de calentamiento por vapor en las fábricas impulsan las turbinas en las centrales eléctricas. Una trampa de vapor filtra los gases no condensados y el vapor condensado sin dejar escapar el vapor. Las trampas de vapor fallan en promedio 10 a 30 por ciento por año, resultando en una ineficiencia costosa y derrochadora. La prueba de trampas de vapor es un proceso que requiere mucha mano de obra y generalmente se realiza manualmente una vez al año. El

sistema de monitoreo de trampas LoRaWAN permite a las empresas consultar con frecuencia su recuento de trampas para detectar fallas. Los datos se transmiten de forma segura al sistema de gestión de edificios en línea, proporcionar informes de panel que muestren si hay trampas que necesitan reparación.

13. Monitoreo de tanques

Un sistema confiable para monitorear los niveles de combustible es esencial. Las empresas de suministro de combustible son socios clave en las operaciones de la cadena de suministro industrial inteligente donde el agotamiento del combustible puede ser perjudicial. Sin los medios para medir los niveles de combustible de forma remota, las entregas de camiones son a menudo ineficientes, aumentando los costos operativos y complicando la prestación del servicio al cliente. El nivel del tanque y otros datos valiosos se pueden enviar a través de la red a la solución de monitoreo de tanques utilizada por la empresa de suministro. Además, las operaciones industriales pueden predecir con precisión el uso de combustible. De este modo, Los rollos de camiones y su huella de carbono pueden reducirse.

14. Monitoreo de temperatura

Mantener la temperatura adecuada para los activos valiosos es importante para el cuidado de la salud, servicio de comida, y otras industrias. Los cambios de temperatura pueden conducir a una pérdida catastrófica del producto. Además del daño a los recursos, estos incidentes también pueden causar marca, reputación, imagen pública y otras pérdidas para las empresas. Con sensores de baja potencia, El monitoreo remoto de temperatura y humedad de LoRaWAN brinda a las empresas la capacidad de tomar lecturas y registros históricos para auditorías de cumplimiento. Las medidas de seguridad y la protección rentable son proporcionadas por múltiples configuraciones de umbral.

15. Gestión de recursos hídricos

Edificios comerciales, plantas de procesamiento de alimentos y bebidas, hoteles, supermercados, y los lavaderos de autos producen desechos de agua debido a los derrames, fugas, y daños al equipo. La notificación y la respuesta instantáneas son clave para reducir los riesgos de cumplimiento y, al mismo tiempo, reducir los costos. Al implementar sistemas de medición LoRaWAN para reemplazar procesos obsoletos que requieren mucha mano de obra, la solución de gestión del agua, compuesto por sensores LoRaWAN, proporciona a los municipios una huella hídrica total detallada. Las soluciones de medidores de agua inteligentes permiten el acceso remoto a los datos de uso y las cuentas de facturación, mejorar la eficiencia operativa y generar ingresos adicionales por servicios.

16. Monitoreo de botes de basura

El sistema detectó y monitoreó automáticamente las ubicaciones, niveles de llenado de contenedores, y frecuencias de extracción, permitiendo a los operadores de flotas gestionar el estado de las órdenes de trabajo en tiempo real, y reducir los costos de mano de obra. Las soluciones de monitoreo de desechos basadas en LoRaWAN reducen los gastos y el tiempo de recolección. Las alertas de notificación automática brindan una planificación de ruta inteligente para los proveedores de servicios de recolección cuando los contenedores alcanzan un umbral predefinido y eliminan el acceso innecesario y los contenedores de desbordamiento para los usuarios finales.