

**Escola Tècnica Superior d'Enginyeria
Electrònica i Informàtica La Salle**

Treball Final de Màster

Màster Universitari en Enginyeria de Telecomunicació

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA SMART CITY

Alumne: Oscar Piera Diaz

Professor Ponent: Ramon
Martín de Pozuelo Genís

ACTA DE L'EXAMEN DEL TREBALL FI DE CARRERA

Reunit el Tribunal qualificador en el dia de la data, l'alumne

D. Oscar Piera Diaz

va exposar el seu Treball de Fi de Carrera, el qual va tractar sobre el tema següent:

Diseño de una plataforma Smart City.

Acabada l'exposició i contestades per part de l'alumne les objeccions formulades pels Srs. membres del tribunal, aquest valorà l'esmentat Treball amb la qualificació de

Barcelona,

VOCAL DEL TRIBUNAL

VOCAL DEL TRIBUNAL

PRESIDENT DEL TRIBUNAL

Abstract

El contexto actual, caracterizado por un entorno cada vez más globalizado y sujeto a los continuos cambios tecnológicos, demanda una sociedad más digital y adaptada para asumir los nuevos retos y oportunidades.

El objetivo es avanzar hacia un modelo más eficiente y colaborativo, que esté a la vanguardia en el ámbito tecnológico e impulse acciones de digitalización punteras y de impacto, con plena orientación a las necesidades que demandan las smart cities.

Las ciudades, por tanto, buscan ser referentes en la transformación digital para la mejora del nivel de vida de la sociedad, la competitividad de las empresas y la eficiencia de las administraciones públicas.

Nos ponemos en el contexto de la empresa T-Systems, una multinacional que se dedica al mundo de la consultoría IT.

T-Systems se presenta a una licitación para el ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria cuyo objetivo principal es el desarrollo de una iniciativa que consiga el bienestar social y económico de los ciudadanos. Y a partir del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) basadas en la infraestructura digital y en servicios digitales, se construye una ciudad que gestiona de forma más eficiente y sostenible sus recursos y ofrece a sus ciudadanos mejores servicios.

El siguiente proyecto surge, entonces, a raíz del trabajo realizado para dicho pliego con la intención de pensar y construir una plataforma que de conectividad al menos a 2 verticales de las 9 que el pliego pedía cubrir. Y por tanto que el trabajo hecho para las 2 verticales sirviera de sinergia para el resto.

Para ello el proyecto contempla la definición de una Plataforma Ciudad Smart, que permita gestionar las diferentes verticales de una ciudad. Así pues, se valorará la infraestructura de comunicaciones necesaria así como una arquitectura tecnológica que permita monitorizar y gestionar los elementos desplegados para cada vertical de la ciudad.

La plataforma tiene como objetivo proporcionar una visión integrada de la ciudad, de forma que su evolución contribuya a consolidarse como sistema nervioso de la misma. De esta forma, ayudará a integrar los sistemas verticales ya existentes y futuros que atienden a las necesidades de las ciudades y sus ciudadanos (movilidad, ambiental, gobierno, personas...) en un sistema único transversal que constituya una verdadera ciudad inteligente, al funcionar como un todo.

Se ha podido ver que la Plataforma se resume en 3 capas genéricas (Adquisición, Inteligencia y visualización), cada una de ellas con su funcionamiento particular, que en conjunto responden a la demanda de los servicios inteligentes de la ciudad.

De los resultados se valida que el diseño de dicha Plataforma está condicionado a las verticales de una ciudad. Haciendo que esta tenga que adaptar su propia estructura y componentes en función de lo que se demande. Y que por tanto se tiene que personalizar las 3 capas de la Plataforma a los requerimientos de la ciudad.

Indice

1. Introducción al mundo Smart Cities.....	11
2. Estado del arte.....	19
2.1. Plataformas Smart City.....	19
2.2. Elementos de comunicación.....	27
3. Objetivo.....	33
3.1. Descripción general.....	33
3.2. Alcance.....	34
3.3. Requisitos específicos de la plataforma.....	37
3.4. Descripción casos de uso.....	39
3.4.1 Movilidad.....	39
3.4.2 Turismo.....	41
4. Solución.....	44
4.1. Plataforma.....	46
4.1.1 Introducción al entorno CKC.....	46
4.1.2 Capas de la Plataforma.....	52
4.1.2.1 Capa de Adquisición/ Interconexión.....	52
4.1.2.2 Capa de conocimiento.....	54
4.1.2.3 Capa de Interoperabilidad.....	57
4.1.2.4 Capa de Servicios Inteligentes.....	59
4.1.2.5 Capa de soporte.....	60
4.1.3 Flujo de información de una petición.....	61
4.2. Casos de uso.....	63
4.2.1 Parking Inteligente.....	64
4.2.2 Smart Beach.....	72
5. Parte práctica.....	77
5.1. Configuración de parámetros.....	77
5.2. Resultados.....	78
6. Conclusiones.....	83
7. Propuesta de trabajos futuros como evolución del presente proyecto.....	84
8. Bibliografía.....	90

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Former US Conference of Mayors' President and Denver Mayor Wellington E. Webb, First Transatlantic Summit of Mayors in Lyon, France, April 6, 2000.....	11
Ilustración 2: Densidad de población en la Unión Europea.....	11
Ilustración 3: Evolución de la población urbana en las diferentes regiones en las que se ha dividido el planeta.....	13
Ilustración 4: Marco de las ciudades Inteligentes.....	14
Ilustración 5: Definición genérica de Smart City.....	16
Ilustración 6: Interrelación entre los sistemas que componen la ciudad.....	16
Ilustración 7: La Smart City desde el urbanismo.....	17
Ilustración 8: Plataforma estándar.....	21
Ilustración 9: Plataforma Thinking City de Telefónica.....	23
Ilustración 10: Plataforma Sofia 2 de Indra.....	24
Ilustración 11: Vista de las capacidades.....	25
Ilustración 12: Tecnologías de comunicación ((EAE), 2015).....	27
Ilustración 13: redes de comunicación.....	28
Ilustración 14: Ranking gráfico de las tecnologías IoT (EFOR, s.f.).....	32
Ilustración 15: Ciudad Las Palmas de Gran Canaria.....	35
Ilustración 16: Visión General Parking Inteligente.....	40
Ilustración 17: Visión general Smart Beach.....	42
Ilustración 18: Acceso a Playa de Las Canteras.....	43
Ilustración 19: Funcionamiento del escáner de Wifi y Bluetooth.....	43
Ilustración 20: Ejemplo Dashboard CKC.....	47
Ilustración 21: Componentes de CKC.....	48
Ilustración 22: Capas de la Plataforma.....	50
Ilustración 23: Componentes Funcionales de la Plataforma.....	51
Ilustración 24: Capa de Adquisición e Interconexión.....	52
Ilustración 25: Capa de conocimiento.....	54
Ilustración 26: Capa de Interoperabilidad.....	57
Ilustración 27: Capa de Servicios Inteligentes.....	59
Ilustración 28: Capa de soporte.....	60
Ilustración 29: Cobertura LoRa y Zigbee en Las Palmas.....	63
Ilustración 30: Ejes de Valor para Parking Inteligente.....	64
Ilustración 31: Plazas Zona Azul en línea en Las Palmas.....	65
Ilustración 32: Tecnología Zigbee.....	66
Ilustración 33: Sensores y Paneles Informativos Smart Parking.....	66
Ilustración 34: Sensores y Gateways Smart Parking en un Sector.....	67
Ilustración 35: Funcionamiento de la red MESH.....	68
Ilustración 36: Equipos de Comunicación Smart Parking por Sector.....	68
Ilustración 37: Cobertura Smart Park con nodos Zigbee Smart Parking.....	68
Ilustración 38: Esquema de los Flujos de Información de Parking Inteligente.....	70
Ilustración 39: Ejes de valor para Smart Beach.....	72
Ilustración 40: Esquema de Red LoRa WAN.....	73

Ilustración 41: Despliegue de Sensores en la Playa de Las Canteras	75
Ilustración 42: Esquema de los Flujos de Información de Smart Beach	76
Ilustración 43: Peticion de API “Login” lanzada con la utilidad SOAPUI	78
Ilustración 44: Peticion de API “accounts” lanzada con la utilidad SOAPUI	78
Ilustración 45: Estado de llenado de un contenedor.....	80
Ilustración 46: Evento editado	80
Ilustración 47: Información varia	81
Ilustración 48: Regla de negocio.....	81
Ilustración 49: Evento	82

1. Introducción al mundo Smart Cities

En las últimas décadas, las ciudades han pasado a desarrollar un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico al concentrarse la población y la actividad económica en los núcleos urbanos.

Entre 1950 y 2011, la población urbana aumentó casi cinco veces. Según las previsiones de Naciones Unidas, en el 2050 el 70-75% de la población mundial vivirá en las ciudades. En Europa, con índices más altos de urbanización, estamos cercanos a alcanzar la cota del 80% en el 2020. En países en desarrollo se está produciendo una migración masiva de las zonas rurales a las urbanas.

Esta concentración de población en los núcleos urbanos está dando a las ciudades mayor peso político y económico. ((CTecno), 2012)

"If the nineteenth century was the century of empires and the twentieth century the century of nation states, then the twenty-first century will be the century of cities"

Ilustración 1: Former US Conference of Mayors' President and Denver Mayor Wellington E. Webb, First Transatlantic Summit of Mayors in Lyon, France, April 6, 2000



Ilustración 2: Densidad de población en la Unión Europea

El siglo XXI será el siglo de las ciudades. Tanto en el mundo desarrollado como en los países emergentes, las urbes se constituirán en el centro de la actividad social y económica. En los países desarrollados, este proceso ya se ha producido en gran medida, y durante los próximos años terminará de culminarse. En las naciones en vía de desarrollo, los movimientos migratorios están desplazando grandes masas de población desde las áreas rurales hacia las ciudades, en algunos casos verdaderas megápolis, que están experimentando un rápido crecimiento, en no pocas ocasiones desordenado y pleno de profundas desigualdades.

Las ciudades del futuro concentrarán la mayor parte de población del planeta; serán el foco de la actividad cultural, artística y económica; consumirán la mayoría de los recursos naturales y energéticos; generarán la mayor parte de los residuos y serán responsables de la emisión a la atmósfera de los gases de efecto invernadero. Las ciudades, en suma, serán el foco de la actividad humana, que se localizará en una fracción de la superficie del planeta, con todos los efectos que ello conlleva. Efectos positivos, al aprovechar la concentración humana para estimular el desarrollo económico, las relaciones, la innovación, el progreso de las artes y las ciencias, para facilitar modelos sostenibles de gestión energética, para poner al alcance de la mayor parte de la población mundial el acceso a los servicios básicos, a la sanidad y a la educación. Pero efectos también negativos, como el incremento de la población que habita en suburbios sin agua corriente ni electricidad, el incremento de la inseguridad, o de la polución del aire. (sostenibilidad., 2012)

Según un reciente informe publicado por la ONU, si mantenemos el actual modelo de consumo, en el año 2030 las necesidades de la sociedad habrán crecido exponencialmente: el mundo necesitará el 50% más de comida, el 45% más de energía y el 30% más de agua⁵. Pero los recursos naturales son finitos. Se estima que las reservas de energía no renovables (carbón, petróleo, gas y uranio) se agotarán entre el 2060 y 2070, teniendo en cuenta el incremento de consumo y población.

De forma que la convergencia de los efectos del crecimiento demográfico y del cambio climático, pueden causar impactos negativos sin precedentes en la calidad de vida y en la estabilidad económica y social.

En España, la combinación de crecimiento demográfico y mayor consumo, genera un fuerte impacto en el consumo energético, en la generación de y en la emisión de CO₂. Impacto que requiere, también en España, de un cambio de modelo para cumplir con los objetivos de sostenibilidad medioambiental: reducción de consumo de recursos naturales y de polución atmosférica.

Un solo dato sobre el modelo de movilidad permite visualizar la necesidad del cambio de modelo requerido: según estimación de la Unión Europea, con el actual modelo de transporte, solo el parque automovilístico privado agotará las cuotas de emisión de CO₂ permitidas en el año 2030.

A esta situación, se añade los requerimientos de eficiencia económica. La profunda crisis económica que se está sufriendo pone en jaque a las finanzas locales para mantener el nivel de vida de la ciudad, y de sus ciudadanos. Se requiere también innovar en el modelo de gobernanza y de gestión de los servicios públicos, para conseguir reducir el coste de los servicios desde una acción integradora y de marco macro municipal.

Ante esta situación de recursos finitos, tanto naturales como económicos, la eficiencia y sostenibilidad se convierten en los principales desafíos a los que se enfrentan las ciudades hoy en día. Retos a los que se orienta la estrategia de *Smart City*. ((CTecno), 2012)

Nivel de urbanización y punto de inflexión (población urbana vs. población rural)

Región	Punto de inflexión anterior 2010 (año)	2010 Urbano (%)	Punto de inflexión posterior 2010 (año)	2050 Urbano (%)
Mundo		50,6		70
REGIONES MÁS DESARROLLADAS	Antes de 1950	75		86
Europa	Antes de 1950	72,6		83,8
▪ Este de Europa	1963	68,8		80
▪ Norte de Europa	Antes de 1950	84,4		90,7
▪ Sur de Europa	1960	67,5		81,2
▪ Oeste de Europa	Antes de 1950	77		86,5
REGIONES MENOS DESARROLLADAS		45,3	2020	67
África		40	2030	61,8
▪ África Subsahariana		37,3	2032	60,5
▪ Este de África		23,7		47,6
▪ Norte de África	2005	52		72
▪ Sur de África	1993	58,8		77,6
▪ Oeste de África		44,6	2020	68
Asia		42,5	2023	66,2
▪ Este asiático		48,5	2013	74,1
▪ Asia central-sur		32,2	2040	57,2
▪ Sudeste asiático		48,2	2013	73,3
▪ Oeste asiático	1980	66,3		79,3
América Latina y el Caribe	1962	79,4		88,7
▪ América central	1965	71,7		83,3
▪ América del sur	1960	83,7		91,4
RESTO DEL MUNDO				
▪ América del Norte	Antes de 1950	82,1		90,2
▪ Oceanía	Antes de 1950	70,6		76,4

Ilustración 3: Evolución de la población urbana en las diferentes regiones en las que se ha dividido el planeta

Este protagonismo de las ciudades en la vida política y social, también traslada a las ciudades los grandes retos de sostenibilidad de la sociedad.

El avance de la tecnología, la conectividad, con el desarrollo de *Internet of Things*, y la innovación en materiales hace posible hoy implementar modelos y soluciones inteligentes para desarrollar ciudades más sostenibles con mayor calidad de vida.

Todo ello plantea una necesidad imperiosa de cambio de modelo y de hábitos de consumo y movilidad, produciendo energía localmente, innovando y utilizando tecnologías y nuevos materiales, que faciliten una ciudad más sostenible y humana. Este cambio de modelo es el que enmarca a la *Smart City*. ((CTecno), 2012)

La Smart City se erige como gran oportunidad para gestionar de la forma más eficiente ese futuro eminentemente urbano. La aplicación extensiva e intensiva de las Tecnologías de la Información y la Comunicación a los servicios públicos, a la gestión del suministro y consumo de energía o de agua, a la mejora del transporte y la movilidad, a la seguridad ciudadana y la protección civil, a la creación de un entorno favorable para los negocios y la actividad económica de alto valor añadido, al gobierno de la ciudad y a la transparencia y participación ciudadanas constituyen la clave de la transformación de la ciudad tradicional en una Smart City.



Ilustración 4: Marco de las ciudades Inteligentes

La Smart City requiere de nuevos dispositivos, de sensores, de redes de comunicaciones, de capacidad de almacenamiento y de procesamiento, de plataformas de gestión de servicios que permitan mejorar la prestación de los servicios de la ciudad, como la energía, el agua, el transporte, la gestión de residuos, el comercio, el turismo o el gobierno. Una oportunidad, nuevamente, de contribuir de forma decisiva a la mejora de la calidad de vida de los seres humanos mediante la tecnología.

Los servicios que puede prestar una Smart City se asocian a las tecnologías en las que se pueden apoyar para hacerlo. Estas tecnologías abarcan desde las redes de comunicaciones por línea y por radio hasta los sistemas M2M (Machine to machine) de Internet de las Cosas, que permiten la gestión de sensores y actuadores a lo largo y ancho de la ciudad. La gran capacidad de adquisición de datos a través de sensores desplegados por toda la ciudad requiere de una capacidad de almacenamiento y procesamiento adecuada, siendo para ello de aplicación las tecnologías emergentes de Big Data. La amplia panoplia de tecnologías que se

emplean en el modelo de Smart City hace imprescindible el desarrollo de estándares y normas que faciliten la interoperabilidad de sistemas y dispositivos. Los organismos de normalización y estandarización están trabajando en esta línea. (sostenibilidad., 2012)

CONCEPTO SMART CITY

*Una **Smart City** es aquella ciudad que tiene la capacidad de **dar respuesta a las necesidades de sus ciudadanos** (medio ambiente, movilidad, negocios, comunicaciones, energía y vivienda, entre otras) **mejorando su día a día.** ((EAE)., 2015)*

Ilustración 5: Definición genérica de Smart City

El término Smart City, empleado desde hace ya más de veinte años, hace referencia a un concepto de ciudad sostenible, que ofrece una serie de servicios y prestaciones que elevan la calidad de vida de sus habitantes, y que al mismo tiempo permite a la ciudad incrementar su competitividad y su capacidad para crecer económicamente. Es necesario actuar en múltiples dimensiones o ejes para que una ciudad se convierta en una Smart City, pero el elemento común que permite desarrollar cada uno de esos ejes es el uso y aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). (sostenibilidad., 2012)



Ilustración 6: Interrelación entre los sistemas que componen la ciudad

La evolución de las ciudades hacia el modelo de Ciudades Inteligentes tiene como principales objetivos ser más sostenibles (social, económica y medioambientalmente), más eficientes y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, mediante el uso de la tecnología. Estos tres grandes objetivos se concretan en:

- a) Mejorar el modelo de gobernanza de las ciudades mejorando la gestión relacional de la ciudad fomentando una mayor implicación de la sociedad, personas, entidades y empresas.
- b) Permitir un gobierno abierto, pudiendo ofrecer transparencia mediante la apertura de datos de forma estandarizada, consistente, unificada e integral.

- c) Mejorar la calidad de los servicios prestados, y el control de los contratos de servicios concesionados, evaluando la evolución de la gestión de los servicios municipales de cada administración.
- d) Mejorar la calidad medio ambiental de la ciudad.
- e) Aumentar la información disponible y los servicios adicionales que de ella se deriven para los ciudadanos y empresas, mediante difusión multidispositivo y sistemas de datos abiertos (Open Data).
- f) Reducir el gasto público y mejorar la coordinación entre diferentes servicios y administraciones.
- g) Apoyar y mejorar la toma de decisiones por parte del gestor público a través de información en tiempo real.
- h) Fomentar la innovación y el emprendimiento, favoreciendo con ello, el desarrollo de nuevos negocios e ideas locales.
- i) Mejorar la transparencia de la función pública y la participación ciudadana.
- j) Mejorar la resiliencia de la ciudad (entendida como capacidad de reacción y recuperación ante un problema).
- k) Medir los resultados de la gestión inteligente y su impacto en la calidad de vida.
- l) Evolucionar hacia un modelo territorial y urbano más sostenible tanto en consumo de recursos como en eficiencia en servicios urbanos.
- m) Mejorar la planificación urbana, mediante la creación de escenarios y simulación de políticas en base a históricos de información multisectorial.
- n) Evaluar la evolución de la gestión de los servicios municipales de cada administración. (Canaria, 2016)



Ilustración 7: La Smart City desde el urbanismo

En el año 1950, la población urbana en todo el planeta ascendía a 750 millones de personas. En el año 2011, esa cifra se había elevado a 3.600 millones de seres humanos, lo que suponía la mitad de la población mundial. Se estima que en 2030 el 60% de la población vivirá en ciudades. En las regiones en desarrollo, las previsiones de crecimiento urbano son todavía más acusadas. En África se estima que los 414 millones de habitantes de ciudades en la actualidad se transformarán en 1.200 millones en el año 2050. En Asia se pasará de 1.900 millones a 3.300 millones.

La concentración de la población, del consumo energético, de las emisiones contaminantes, de la actividad humana en general y económica en particular, en una superficie muy pequeña del

planeta, ofrece una serie de ventajas y oportunidades, pero también genera problemas de muy variada índole. El modelo de Smart City persigue potenciar las primeras y paliar los segundos. Por tanto, las Smart Cities constituyen un instrumento esencial para garantizar un futuro sostenible, en el que los recursos sean aprovechados de manera eficiente, y la minimización del impacto en el medio ambiente de las actividades humanas. (sostenibilidad., 2012)

2. Estado del arte

2.1. Plataformas Smart City

Para poder llevar a cabo el diseño de la Plataforma ciudad adaptada a la ciudad de Las Palmas se requiere la herramienta de un entorno IoT que permita proporcionar las componentes y los instrumentos esenciales para poder construir dicha Plataforma a medida.

Primero de todo vamos a explicar los estándares de referencia:

En España se está desarrollando una estrategia de normalización para abordar las cuestiones relacionadas con el desarrollo de las Ciudades Inteligentes o Smart Cities. La estrategia identifica el papel de las normas, asegurando a los ciudadanos una adecuada gestión de los riesgos.

Es por ello que el Comité Técnico de Normalización AEN/CTN 178 “Ciudades inteligentes” de AENOR tiene en su programa de trabajo la elaboración de un conjunto de normas que cubra las necesidades de las Ciudades Inteligentes.

El estándar de referencia de especial interés para la realización de este Estudio es:

- UNE 178 104 (AENOR). “Ciudades Inteligentes. Infraestructuras. Sistemas integrales de gestión de la Ciudad Inteligente”.

Dicha norma atiende a la necesidad de normalización de los sistemas integrales de gestión de una Ciudad Inteligente planteada por el CNT178 de AENOR.

Este proyecto de norma se centra en los requisitos de intercambio de información para que los sistemas cumplan en lo referente a su seguridad, interoperabilidad, eficiencia, rendimiento y escalabilidad.

La norma establece la definición, los requisitos, las interfaces y las medidas para impulsar el despliegue de ciudades inteligentes en España y la reutilización de las aplicaciones ya desarrolladas.

La norma se divide en 4 bloques, que se sintetizan en los apartados siguientes:

- Vista funcional
- Vista tecnológica
- Métricas
- Anexos informativos

BLOQUE 1: VISTA FUNCIONAL

En este bloque de la norma se analizan cuáles son los objetivos de una Ciudad Inteligente y a continuación que características funcionales debe considerar una Plataforma Integral para facilitar dichos objetivos, ya que va a constituir la pieza fundamental de gestión de las Ciudades. Posteriormente se realiza una descripción funcional de lo que debe incluir una Plataforma:

- Repositorio completo y actualizado de la información de la ciudad
- Gestión de las infraestructuras
- Comunicación entre sistemas
- Seguridad

- Herramientas de mantenimiento
- Soporte a la decisión
- Aplicaciones comunes (costes, informes, optimización y planificación, etc...)
- Difusión de la información en tiempo real
- Resistencia a fallos

BLOQUE 2: VISTA TECNOLÓGICA

En el bloque 2 de la norma se citan los requisitos técnicos que deben cumplir las plataformas:

- 1. Horizontalidad:** capacidad de soporte de diferentes ámbitos de aplicación, de manera que sea posible la implementación simultánea de múltiples servicios en la misma infraestructura.
- 2. Interoperabilidad:** capacidad de soporte de diferentes tecnologías, dispositivos y mecanismos de captura de información, y estándares de comunicación, así como otros sistemas de información internos/corporativos y/o externos.
- 3. Rendimiento:** habilidad del sistema para manejar en tiempo real un elevado número de dispositivos, servicios y procesos de manera eficiente.
- 4. Escalabilidad:** capacidad de poder incrementar capacidad de proceso y almacenamiento sin tener que modificar la arquitectura.
- 5. Robustez y Resiliencia:** capacidad para seguir funcionando ante problemas
- 6. Seguridad:** garantías del sistema en cuanto a seguridad, privacidad y confianza se refiere.
- 7. Modularidad:** la plataforma debe tener un enfoque modular que permita desplegar por partes de forma sencilla
- 8. Continuidad operativa o disponibilidad:** capacidad del sistema para estar operativo en cualquier momento
- 9. Capacidad de Recuperación:** capacidad para gestionar de forma eficiente los fallos que puedan afectar a la disponibilidad.
- 10. Flexibilidad:** habilidad de la plataforma para funcionar en diferentes escenarios y áreas
- 11. Extensibilidad:** capacidad de la plataforma para poder ampliarse para dar soporte a nuevas necesidades.
- 12. Semántica:** el uso de conceptos semánticos en la Plataforma permite la interoperabilidad entre plataformas y por tanto entre ciudades
- 13. Capacidades Big Data:** para integrar una gran cantidad de datos generados desde múltiples fuentes y con diferentes estructuras
- 14. Basada en estándares abiertos:** lo que simplifica la integración con otras plataformas y el desarrollo de aplicaciones sobre la Plataforma que puedan ser reusables y portables entre diferentes plataformas.
- 15. Evolucionable:** facilitando su capacidad de extensión en el futuro mediante estándares ampliamente adoptados.
- 16. Integral:** la plataforma debe trabajar como un todo, no como piezas desacopladas que no están preparadas para trabajar en conjunto
- 17. Operable y gestionable:** la plataforma debe poder gestionarse, operar, mantenerse e instalarse de forma sencilla.

Así mismo, se propone una aproximación a la estructura de capas para las Plataformas de Ciudades Inteligentes, que es la siguiente:

Sistemas de captación: la forman las redes de sensores y actuadores, sistemas externos, redes sociales, etc.

- **Capa de adquisición/interconexión:** ofrece los mecanismos para la captación de datos desde los sistemas de captación y abstrae la información con un enfoque semántico estándar.
- **Capa de conocimiento:** recibe datos de las capas de adquisición e interoperabilidad y ofrece el procesamiento de datos, la incorporación de valor y la transformación de servicio.
- **Capa de interoperabilidad:** ofrece interfaces y conectores para que los sistemas externos puedan acceder a la plataforma y permite construir servicios a partir de los datos. Para ello debe ofrecer la API nativa de acceso a los datos de la capa de conocimiento.
- **Capa de servicios inteligentes:** está constituida por los servicios municipales conectados a través de la capa de interoperabilidad. Estos servicios pueden formar parte de la Plataforma o ser externos
- **Capa de soporte:** ofrece servicios comunes como auditoria, monitorización, seguridad, etc. (- MINISTERIO DE INDUSTRIA, 2016)

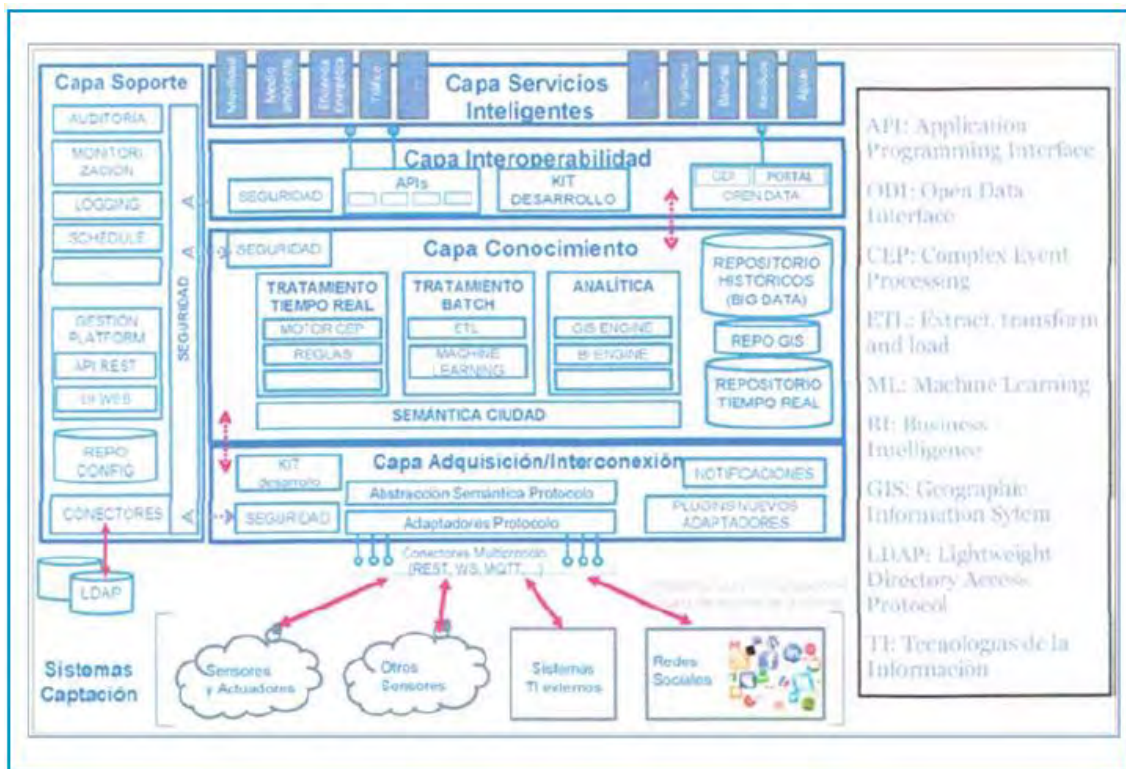


Ilustración 8: Plataforma estándar

Dado que hoy en día en el mercado tecnológico IoT hay un enorme portfolio de plataformas IoT, se ha llevado a cabo una comparativa de las distintas posibilidades en las que se puede apoyar una empresa para desarrollar una plataforma propia.

Actualmente hay un abanico enorme de plataformas Smart Cities basadas en entornos IoT. Y estas las podemos clasificar en 3 grupos en función de su estrategia de negocio:

- Soluciones basadas en productos Open Source, como son los desarrollos sobre FI-WARE que han realizado empresas como Telefónica (Thinking City), NEC. FI-WARE es una plataforma, impulsada por la Unión Europea, para el desarrollo y despliegue global de aplicaciones de Internet del Futuro. Intenta proveer de una arquitectura totalmente abierta, pública y libre así como de un conjunto de especificaciones que

permita a los desarrolladores, proveedores de servicios, empresas y otras organizaciones desarrollar productos que satisfagan sus necesidades, sin dejar de ser abierta e innovadora.

- Soluciones desarrolladas íntegramente por empresas con esta finalidad, como puede ser el caso de Sofía 2 de Indra o Smart Brain de Cellnex. Este grupo está formado por empresas que apuestan por una estrategia de negocio, en este caso el mercado Smart Cities, e invierten todo su potencial, sin contratar fuentes externas, para desarrollar su propio producto y salir con ese valor competente al mercado. Con él, venden toda una solución cerrada/ a medida para ayuntamientos.
- Soluciones basadas en Productos de Mercado, como pueden ser Cisco Kinetic for Cities, SAP Leonardo, IBM, Huawei. En este caso los productos son hechos por empresas que atacan al mercado Smart City desde un punto de vista distinto. Su target de negocio no son ayuntamientos sino empresas que desarrollan soluciones para distintos clientes del sector público y que no disponen de ningún producto base donde construir su solución, y que por un tema de coste monetario y de tiempo les sale más a cuenta comprar un producto base.

De estos 3 grupos vamos a coger un ejemplo de cada ya que hay muchas. Nos centraremos en las que están más consolidadas en el mercado y por ello más conocidas.

- **OPEN SOURCE**

PLATAFORMA THINKING CITY (TELEFÓNICA)

Thinking City [3] es la solución para Smart Cities de Telefónica, basada en su plataforma IoT (Internet-of-Things). Dicha plataforma es compatible con FIWARE, es decir se basa en los correspondientes “enablers” genéricos disponibles a través de la iniciativa FIWARE (www.fiware.org) y está alineada con su filosofía de plataforma horizontal, abierta y basada en estándares.

Incorpora:

- APIs que proveen de interfaces abiertos NGSI mediante los que se da acceso a la capa de servicios a los datos y capacidades de la capa de conocimiento.
- Kit de Desarrollo: Eclipse, TALEND, JBOSS Developer Studio.
- Portal Datos Abiertos: portal de acceso a los datos abiertos de la ciudad.
- Cuadros de mando basados en Microstrategy para la variedad de servicios que puede desplegar la ciudad sobre la plataforma: transporte (paneles informativos, aparcamientos, servicio municipal de bicicletas, etc.), gestión de infraestructuras (riego, iluminación, etc.), seguridad y emergencias, etc.

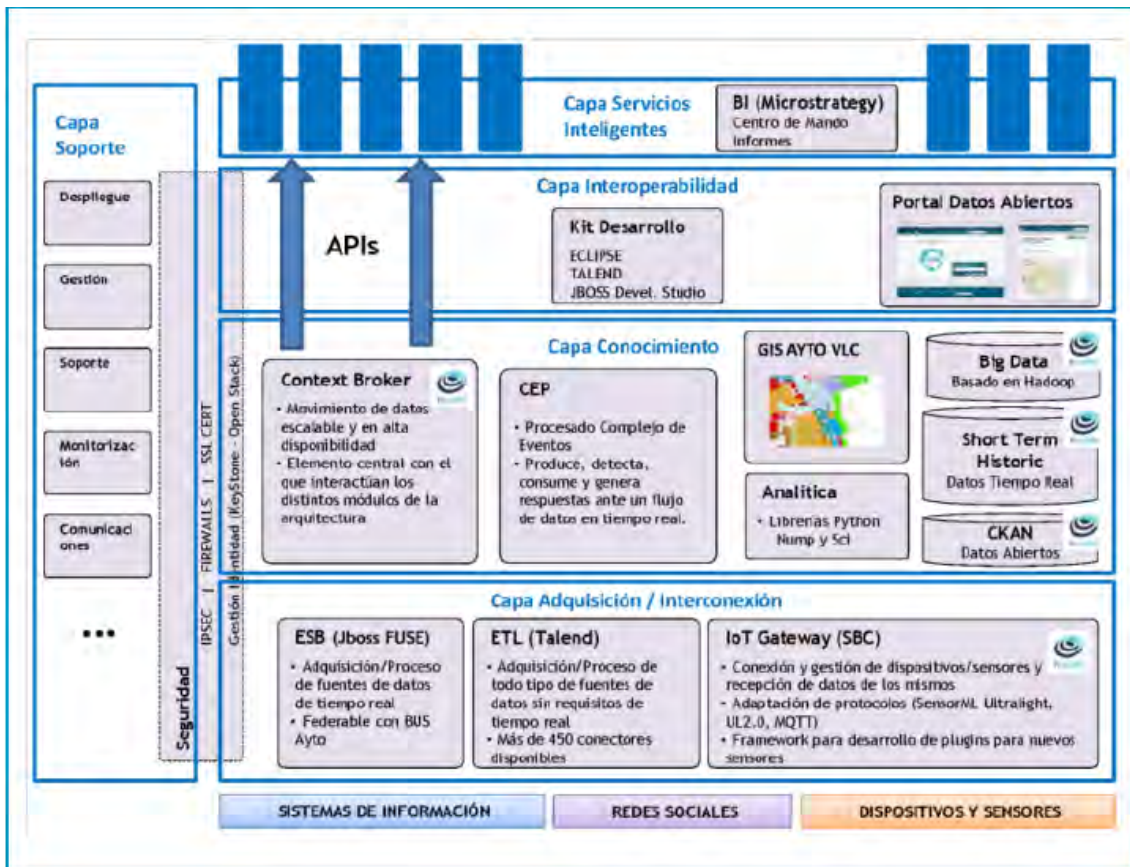


Ilustración 9: Plataforma Thinking City de Telefónica

• PARTICULAR

PLATAFORMA SOFIA2 (INDRA)

Sofia2 es un middleware que permite la interoperabilidad de múltiples sistemas y dispositivos, ofreciendo una plataforma semántica que permite poner información del mundo real a disposición de aplicaciones inteligentes (Internet of Things).

SOFIA (SMART OBJECTS FOR INTELLIGENT APPLICATIONS) surge como un proyecto I+D Artemis de tres años (finalizado en marzo de 2012) en el que han participado 19 partners de cuatro países de la UE incluyendo Nokia, Philips, Fiat y Acciona.

Indra Sofia2 Smart Platform, la Plataforma Smart Cities de Indra, es una Plataforma global que aplica no sólo al ámbito Smart Cities, aunque este sea uno de sus ámbitos de aplicación.

Sofia2 es multilenguaje y multiprotocolo, permitiendo así la interconexión de dispositivos heterogéneos. Proporciona mecanismos de publicación y suscripción, facilitando la orquestación de sensores y actuadores para monitorizar y actuar sobre el entorno.

Sofia2 es:

- Open-source
- Multiplataforma: disponible para Windows, Android, Linux, iOS,...
- Multilenguaje: con portings a Java, Javascript, C++, Arduino
- Agnóstica de las comunicaciones: con implementaciones TCP, MQTT, HTTP (REST y WebServices), Ajax Push,...

- Multidispositivo, a través de su SDK, APIs y mecanismos de extensión que permite su integración con cualquier tipo de dispositivo.

Se basa en los siguientes estándares:

- JSON (JavaScript Object Notation): Formato de texto para intercambio de información entre sistemas, muy ligero y adecuado para dispositivos (Arduino, móviles, etc.), empleado por muchas plataformas Open DATA basadas en JSON.
- Servicios REST y RESTful. APIS Web como evolución de Servicios SOA.
- Hadoop. (- MINISTERIO DE INDUSTRIA, 2016)

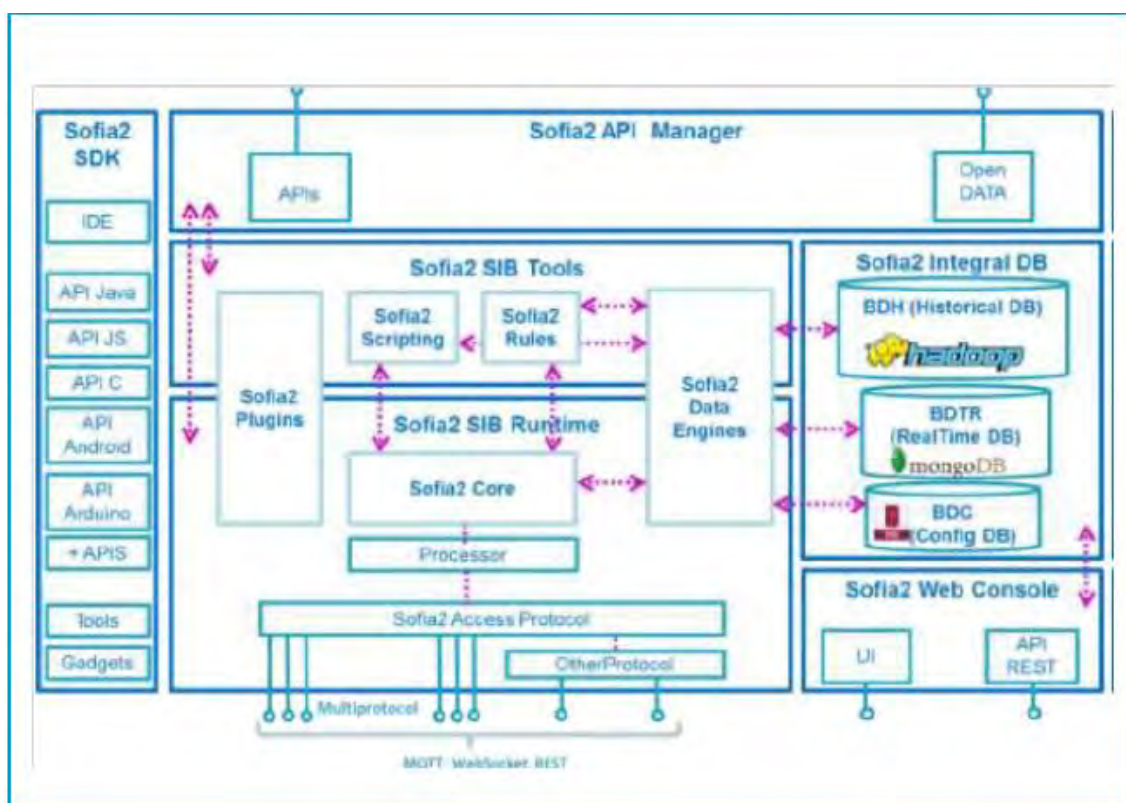


Ilustración 10: Plataforma Sofia 2 de Indra

• PRODUCTO

En este grupo cabe destacar dos productos muy potentes para el mundo IoT, luego para las Smart Cities.

Uno de ellos es el SAP Leonardo IoT, que a continuación explicamos brevemente. Y el otro es el Cisco Kinetic for Cities que se explicará más en detalle más adelante.

SAP LEONARDO IoT

Este entorno IoT se basa en la siguiente proposición de valor:

- **Agilidad:** Plataforma completamente administrada, con administración de dispositivos y conectividad, administración de datos, desarrollo de aplicaciones y más. Ofrece un entorno para acelerar el tiempo de comercialización e innovación.

- **Conectividad:** Permite a nuestros clientes conectar cualquier máquina o dispositivo de cualquier protocolo. Para usar datos de estos dispositivos en cualquier aplicación. Procesos de administración y desarrollo de aplicaciones significativamente simplificados.
- **Adaptabilidad:** El modelo de datos semánticos de SAP prevé aplicaciones en el futuro a partir de la tecnología del dispositivo o los cambios del proveedor, aportando mayor flexibilidad para la innovación.

Capacidades clave:

- IoT Cockpit como interfaz de usuario central para la gestión de dispositivos
- Recibir datos del dispositivo y enviar comandos a dispositivos remotos
- REST APIs para el modelado de dispositivos y el consumo de datos
- Gestión de la notificación (alertas / reglas / eventos)
- Certificado basado en certificados y autenticación de dispositivos a IoT Gateway Edge y Cloud
- Soporte para varios protocolos de puerta de enlace (por ejemplo, HTTP (REST), MQTT, CoAP, SNMP, ModBus, Zigbee, XMPP)
- SDK para el desarrollo de adaptadores de protocolo personalizados y filtros personalizados (interceptores) en IoT Gateway Edge
- Integración con SAP IoT Application Enablement (Teched, 2017)

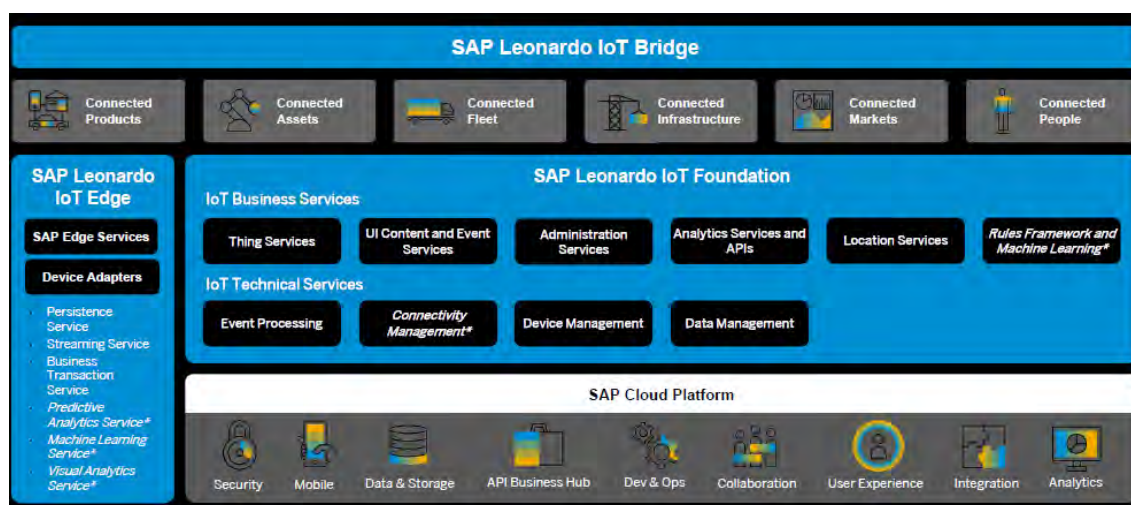


Ilustración 11: Vista de las capacidades

CISCO KINETIC FOR CITIES (CKC)

A continuación se exponen brevemente las capacidades del sistema CKC:

- Recopila e integra datos de sensores de múltiples sensores y tipos de sensores.
- Normaliza los datos agregados a un modelo de datos común para que las comparaciones sean más significativas, de modo que los operadores de la ciudad puedan construir modelos digitales en funcionamiento de sus comunidades.

- Expone las API a través de las cuales los proveedores de software independientes locales y globales y los desarrolladores de aplicaciones del Ayuntamiento pueden conectarse a la infraestructura de gestión de la ciudad y proporcionar capacidades de servicio público.
- La plataforma incluye API para los siguientes dominios de servicios urbanos:
 - Medición inteligente
 - Gestión de residuos
 - Urban Mobility- Crowd Management
 - Ambiental
 - Aparcamiento inteligente
- CKC tiene un amplio conjunto de API listas para usar para permitir una fácil integración de cualquier solución de proveedor nueva
- CKC es independiente de la red y del protocolo, lo que permite una variedad de sensores que pueden usar cualquier red. WAN del Ayuntamiento, Wi-Fi, plataforma / protocolos de sensores o celulares como LoRA, Zigbee, 802.15.4, banda estrecha-IOT (NBloT), etc.
- Amplia gama de API listas que pueden ser utilizadas por las aplicaciones hacia el norte, como Aplicaciones Ciudadanas, paneles personalizados, análisis e informes.
- Con las APIS, los servidores pueden extraer notificaciones públicas compartibles basadas en ubicaciones.
- CKC proporciona un marco abierto para que cualquier nuevo proveedor se integre en el dominio respectivo y participe en el proyecto.
- CKC es completamente modular y permite ampliar la solución a medida que crecen los requisitos de la ciudad. En caso de que se requiriera incorporar nuevas verticales. (Cisco.)

2.2. Elementos de comunicación

Uno de los principales habilitadores de un proyecto de Internet de las Cosas son las redes de comunicaciones que permiten conectar dispositivos, máquinas, sensores o “cosas” que generan datos desde cualquier punto geográfico del planeta. Es decir, cuando hablamos de un proyecto de IoT no tenemos por qué pensar en miles de sensores conectados a la vez. Con dos “generadores de datos”, que no se encuentren próximos, conectados de alguna forma a Internet, y que dispongan de una red de comunicaciones que les permita mandar datos a Internet para su posterior tratamiento, ya tendríamos la base para un proyecto de Internet of Things.

Los elementos de comunicación son una pieza fundamental en los proyectos de las Smart City y aunque están desacoplados directamente con la solución de la plataforma son de vital importancia para la solución global.

Hoy en día en el mundo IoT/Smart City existen estas 4 tipologías de comunicación.

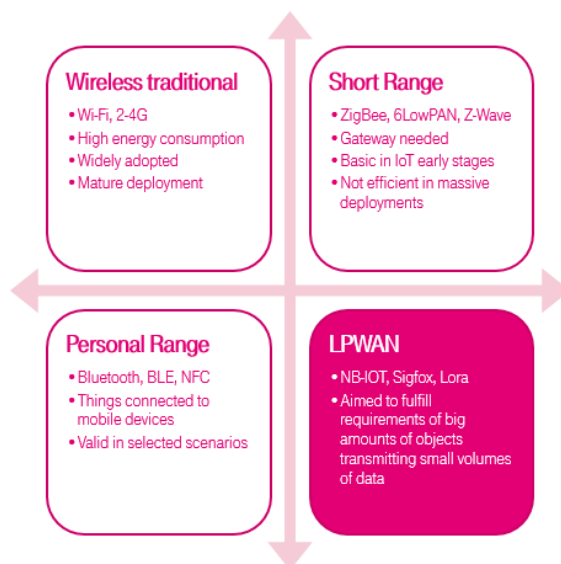


Ilustración 12: Tecnologías de comunicación ((EAE)., 2015)

Las redes de comunicaciones han ido evolucionando hacia el sector del IoT que, aunque actualmente no compite con el sector de la telefonía móvil a nivel comercial, sí que ha despertado el interés y la inversión de numerosas empresas en este sector. A continuación, vemos una primera aproximación de las redes de comunicación más utilizadas para la ejecución de proyectos de IoT/Smart Cities. (EFOR, s.f.)

TECNOLOGÍA	CONSUMO	ALCANCE	MADUREZ	DISPONIBILIDAD	SEGURIDAD	USABILIDAD	TASA DE DATOS
GSM/GPRS	Muy alto	Alto	Muy Alto	Muy alto	Alta	Alta	Alta
SigFox	Bajo	Medio	Alto	Medio	Media	Alta	Muy baja
LoRa	Bajo	Medio	Bajo	Muy bajo (ad hoc)	N A	Baja	Muy baja
NB IoT							
WiFi	Alto	Bajo	Muy alto	Alto	Baja	Alta	Muy alta
BLE	Muy bajo	Muy bajo	Alto	Bajo	Baja	Media	Baja
ZigBee	Medio	Bajo	Medio	Muy bajo	Alta	Baja	Baja

Ilustración 13: redes de comunicación

Principios para una red de comunicaciones de IoT:

- Bajas velocidades de datos
- Baja frecuencia de transmisión
- Movilidad y servicios de localización
- Conexiones bidireccionales seguras
- Bajo consumo de energía
- Largo alcance de comunicación

Seguidamente explicaremos brevemente cada una de las 4 tipologías de comunicación y mencionaremos ejemplos de ellas:

- **Wireless traditional:** Son redes que se usan como puntos de acceso para dar conectividad a todo tipo de dispositivos. El WiFi y la conectividad celular (del 2G al 4G), ambas de alto consumo energético, pero ampliamente soportadas y con gran cobertura.

A continuación se explica más en detalle:

- GSM/GPRS (M2M):

Las redes de comunicaciones a través del sistema M2M (Machine to Machine) han sido la principal apuesta por IoT por parte de las grandes empresas del sector de las telecomunicaciones. Siempre vinculadas a la tarjeta SIM, la conectividad por M2M ha nacido del modelo de negocio del GPRS y el pago por Mbyte transmitido, tal y como conocemos ahora para tecnologías como el 3G/4G. Sin embargo, el ADN de un proyecto de IoT (conectar miles de dispositivos que manden pocos datos) es el principal enemigo del M2M por su difícil escalabilidad, cobertura asociada a un operador y coste vs datos transmitidos. Por otro lado, el alto coste energético que suponen las transmisiones de datos en tecnología 3G y 4G conlleva un peaje importante, a menudo inasumible en equipos que deben ser desplegados en campo y alimentados por batería. Sin duda la red de M2M actual es la más comercializada en el mundo para IoT, apoyada por las operadoras de telecomunicaciones, pero con una clara orientación a perder protagonismo por el NarrowBand IoT en los próximos años. (Cendón, s.f.) (EFOR, s.f.)

- **Short Range:** Redes mesh que se utilizan para poder cubrir un rango de conectividad con una extensión relativamente extensa gracias a sus puntos de conectividad que se encuentran a poca distancia entre ellos. Las tecnologías de corto alcance, que

requieren de despliegue de repetidores o pasarelas han sido claves para el éxito inicial del IoT, pero en muchos casos son poco eficaces en despliegues amplios, al trasladar la responsabilidad de operación de red al cliente final, una decisión que se ha revelado como poco apropiada en los despliegues iniciales realizados con estas tecnologías o similares. En estas podemos hablar de tecnologías como ZigBee, Z-Wave, 6LowPAN, etc. A continuación se explica más en detalle:

- **Zigbee:**

ZigBee es una tecnología inalámbrica, que no red de comunicaciones, muy utilizada desde hace años y centrada en aplicaciones domóticas e industriales. Actualmente los perfiles ZigBee PRO y ZigBee Remote Control (RF4CE) cumplen con las especificaciones de tasas de envío de datos bajas, pero con un alcance de cobertura cercano a los 100 metros. Éste es un aspecto fundamental y que supone descartar las comunicaciones por ZigBee en caso de proyectos donde los dispositivos a comunicar se encuentren muy alejados del concentrador de los datos. Por otro lado, también podemos recordar algunas ventajas para aquellos que se decanten por una comunicación ZigBee en su proyecto de IoT: bajo consumo, seguridad superior al resto de tecnologías, robustez, alta escalabilidad y capacidad para soportar un gran número de nodos. (Cendón, s.f.) (EFOR, s.f.)

- **Personal Range:** Redes de muy corta distancia que se suelen utilizar para identificar objetos. Dentro de las tecnologías de corto alcance, hay un subgrupo que engloba a las que ofrecen una conectividad entre el objeto conectado y dispositivos móviles. Por ejemplo, tecnologías como Bluetooth, sobre todo con su última versión de bajo consumo, el BLE (Bluetooth Low Energy), o NFC, tecnología de comunicación sin contacto, se revelan como claves en esta interacción que podemos denominar como de área personal. El BLE también es muy útil para la realización de balizas de bajo coste con intercambio de información con los móviles, con ejemplos tan mediáticos como los iBeacons. A continuación se explica más en detalle:

- **Bluetooth:**

El BLE o Bluetooth de baja energía (conocido también por Bluetooth ULP Ultra Low Power o Bluetooth Smart) es otra tecnología inalámbrica de comunicaciones al servicio de determinados sectores de aplicación dentro de IoT. Permite interoperar pequeños dispositivos desarrollados para usar Bluetooth y destinados a mandar paquetes de datos reducidos, en comparación con el resto de tecnologías que están capacitadas para mandar grandes volúmenes de datos. El BLE está siendo la tecnología utilizada para dispositivos pequeños (aquellos que usan como batería una pila de botón), para dar servicios de señalización y localización de dispositivos, y que pueden durar meses gracias a la baja tasa de transmisión de datos que presentan. El BLE sin duda tiene su punto de entrada comercial a través de los dispositivos beacons, o balizas de localización, que están siendo utilizadas con otros objetivos dentro del marketing o de la localización de activos. Sin duda la tecnología BLE será clave para el desarrollo de proyectos IoT para equipos o electrónica de consumo, como los electrodomésticos que tenemos en casa o los wearables. Sin embargo, el corto alcance de los dispositivos y la necesidad de establecimiento de redes punto a punto a través de emparejamiento lo convierten en un protocolo de reducida utilidad en entornos industriales y redes de sensores. (Cendón, s.f.) (EFOR, s.f.)

- **LPWAN:** Son redes que abarcan un gran extensión de terreno como una ciudad entera. Según la tipología pueden montarse por sí solas o contratarlas. Actualmente existe una popularización de nuevas tecnologías nativas de comunicación para el IoT, de muy bajo consumo, largo alcance y con bajo coste de dispositivos, de las que podemos destacar tres principalmente:

- **SIGFOX:**

Sigfox, un operador francés que despliega y gestiona su propia red basada en su propia tecnología. En España está operado por Cellnex Telecom y atesora el primer gran cliente IoT de nuestro país, Securitas Direct.

Sigfox es la red de comunicaciones LPWAN (Low-power Wide-area network) específica para IoT más extendida a nivel mundial, con una cobertura próxima al 98% del territorio Europeo y Americano. La red de Sigfox está construida sobre una modulación ultra narrow band (UNB) y opera en la banda de 868MHz en Europa y en la banda de 902MHz en Estados Unidos. Uno de los principales motivos para el uso de Sigfox a día de hoy, a parte de tener un despliegue y cobertura casi global, es que los fabricantes de dispositivos IoT se han adaptado a su tecnología y facilitan la subida de datos a la nube de Sigfox quedando disponibles en los servidores de la compañía para su acceso a través de cualquier conexión a Internet. A esto hay que añadir el soporte disponible por Azure de Microsoft, lo que acelera en gran medida la ejecución de un proyecto de IoT. El bajo coste de esta tecnología, su aceptación por los fabricantes de dispositivos, o el que sea una red bidireccional son otros factores a favor. Por el contrario, al ser una frecuencia no licenciada podría encontrarse en un futuro fuera de mercado, ya que esta frecuencia podría ser regulada por los organismos públicos y adquirida por el sector de las grandes empresas de telecomunicaciones, las cuales quieran apostar por M2M o NB IoT. (Cendón, s.f.) (EFOR, s.f.)

- **LoRa:**

LoRa, una tecnología alternativa a Sigfox, la cual da la opción de desplegar redes privadas o bien ser usada por operadores para sus propias redes IoT. En España no hay planes de despliegue, pero en otros países como, por ejemplo, Francia, hay varios nacionales (Orange y Bouygues).

LoRa es otra red LPWAN con un modelo de negocio muy similar a Sigfox aunque con una tecnología algo diferente ya que, entre otras cosas, utiliza un espectro de comunicaciones un poco más amplio que SigFox. Si buscamos una diferencia considerable entre ambas redes, LoRa es una red LPWAN mejor preparada para una comunicación bidireccional en tiempo real con el dispositivo de IoT. Asimismo, las especificaciones para los fabricantes que quieran comunicar sus equipos a través de LoRa son más abiertas o menos estrictas que con Sigfox. Por otro lado, la cobertura de LoRa es mucho menor que la de Sigfox, ya que actualmente solo se encuentra desplegada en Francia, Bélgica, Suiza, Países Bajos y Sudáfrica, factor sin duda determinante a la hora de plantear un proyecto de IoT. (Cendón, s.f.) (EFOR, s.f.)

- **NarrowBand IoT**

Evoluciones del **LTE/4G adaptadas al IoT (Cat M1 o Cat M y Cat NB o NB-IoT principalmente)**. Estos son la gran apuesta de las operadoras por llegar en 2017/18 y que representan versiones reducidas del 4G, optimizadas para

aplicaciones de bajo consumo de datos y energía. Con unas características, ancho de banda y consumo superiores a LoRa y Sigfox está por ver su aplicabilidad a ciertos verticales con requerimientos energéticos muy reducidos.

La NarrowBand IoT (NB IoT) es otra red con tecnología LPWAN, en este caso, la gran apuesta de las operadoras de telecomunicaciones a nivel global. Esta tecnología tiene su factor diferencial en que su espectro de funcionamiento entra dentro del rango del LTE o 4G, por lo que su despliegue y explotación comercial está casi asegurada gracias a la red actualmente desplegada. No obstante, el despliegue de la red, la puesta en marcha de esta tecnología y las bondades de la misma están pendientes de ser analizadas por los expertos y por los propios clientes, ya que, por ejemplo, esta red en España está desplegada sólo en Madrid y Valencia a modo de test, aunque se espera que a lo largo de 2017 nuevos nodos pongan en funcionamiento la red de NB IoT. (Cendón, s.f.) (EFOR, s.f.)

Estas redes presentan por tanto consumos bajos, capacidad de ofrecer diseños de dispositivos baratos, altas coberturas y baja tasa de datos, pero dependen de la madurez de red desplegada, la cual aún es muy variable.

Cuadro comparativo de resumen final:



Ilustración 14: Ranking gráfico de las tecnologías IoT (EFOR, s.f.)

3. Objetivo

3.1. Descripción general

Nos centramos en una ciudad española conocida por su buen tiempo y calidad de vida. Eso la hace una ciudad turista y por lo tanto como toda ciudad busca gestionar de forma más eficiente y sostenible sus recursos y ofrece a sus ciudadanos mejores servicios.

La ciudad de *Las Palmas de Gran Canaria*, tiene como principal objetivo contribuir al crecimiento “azul” de la ciudad en su conjunto. Por un lado conseguir la optimización del uso del agua y por otro lado la reducción de la contaminación. La necesidad de proteger el entorno ha cobrado especial importancia en la vida de los ciudadanos. La relevancia de concienciación social sobre el impacto de los humanos y las ciudades sobre el medio ambiente sitúan a iniciativas como Smart Environment como prioritarias.

Las áreas urbanas son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático; también son el entorno de vida elegido de una gran mayoría de la población de Europa. El calentamiento global influye cada vez más en el clima urbano afectando a la salud y el bienestar futuros de la población urbana. Esta evidencia conlleva nuevos desafíos para los planificadores urbanos como el Ayuntamiento de Las Palmas, incluyendo la necesidad de mejorar la calidad del aire y el agua o el de controlar la contaminación acústica para crear un ambiente saludable y agradable para los habitantes de la ciudad. Además, las consecuencias del clima extremo en una ciudad, como las inundaciones causadas por tifones o golpes extremos de calor, deben manejarse bien para evitar impactos adversos en las ciudades, los ciudadanos y las empresas.

3.2. Alcance

Diseño Plataforma

El proyecto requiere diseñar una plataforma *Smart City* para la ciudad *Las Palmas de Gran Canaria* que permita tener el control de las distintas verticales de la ciudad. Esto significa disponer de toda la información de estas en tiempo real y poder actuar en ellas, de forma inteligente, si se considera necesario cruzando información de las distintas verticales creando reglas de negocio.

Selección entorno IoT

Antes de empezar a pensar en el diseño de la Plataforma, primero se ha de decidir con que entorno vamos a trabajar, ya que nos condicionará a la hora de querer construir nuestra plataforma personalizada. Es importante conocer bien la herramienta base a la que nos vamos adaptar previamente a la propia construcción de la solución.

Cumplimiento casos de uso

A través del análisis de las distintas verticales el objetivo de la plataforma a largo plazo es poder impactar sobre las verticales produciendo una mejora de las condiciones de la ciudad. (Mejora del medioambiente, mejora de la logística de la ciudad, ahorro en recursos, etc.) Para ello se buscará analizar las diferentes componentes que conforman una plataforma para dar respuesta a las necesidades de las verticales de la ciudad.

Para la implementación de la plataforma, se plantean dos escenarios/verticales de una ciudad:

- Movilidad: Esta vertical supone la gestión inteligente de las plazas de parking público en superficie.
- Turismo: La playa de *Las Canteras* es el principal emblema de la ciudad y requiere una gestión inteligente junto con lo que le rodea.

Finalmente la plataforma ha de actuar como un núcleo de conexión holístico sobre toda la ciudad.

El concepto de ciudad inteligente que se plantea se apoya básicamente en una arquitectura de la plataforma que sirve de soporte a todas las funcionalidades a implementar, dotando de inteligencia a la ciudad a cualquiera de sus niveles, ya que todos ellos hacen uso de las comunicaciones entre los distintos sistemas y con la propia plataforma.



Ilustración 15: Ciudad Las Palmas de Gran Canaria

El proyecto busca realizar el diseño funcional de una plataforma ciudad desde un punto de vista estructural. Es decir que elementos clave son necesarios en una plataforma y cómo actúan para poder llevar a cabo el flujo de datos de un sistema de sensores hasta el servicio final.

- No forma parte del alcance del proyecto como está organizado toda la infraestructura tecnológica que hay por debajo de la plataforma. Todo lo que supone el sistema de sensores y toda la infraestructura de los dispositivos que componen la solución de cada vertical.
- De la misma forma no se entra en materia de garantía y precisión del HW y el SW así como riesgos de funcionamiento y despliegue.

- Tampoco forma parte del proyecto entrar en detalle sobre el funcionamiento de los componentes software de la plataforma, ni los componentes hardware que se conectan con la plataforma como los servidores, concentradores etc.

La ciudad está constituida por una infraestructura que sustenta las diferentes verticales de una ciudad. Una de las claves para desarrollar la *Smart City* es conectar estas verticales desde una visión integral de todos los servicios de la ciudad, para conseguir eficiencias e información de valor al cruzar datos provenientes de varios servicios. Para esta visión integral se requiere una plataforma a la que puedan conectarse todos los servicios de ciudad, sean públicos o privados. Por lo que se requiere implementar una plataforma en un entorno interoperable, escalable y facilitando interfaces públicas.

3.3. Requisitos específicos de la plataforma

La plataforma se constituye como elemento fundamental de una Ciudad Inteligente ya que es la pieza que orquesta todas estas funcionalidades/objetivos.

Una Plataforma Integral tiene como objetivo proporcionar una visión integrada de ciudad, de forma que su evolución contribuya a consolidarse como sistema nervioso de la ciudad ayudando a integrar los sistemas verticales ya existentes y futuros que atienden a las necesidades de las ciudades (movilidad, ambiental, gobierno, personas...) en un sistema único y transversal de ciudad que constituya una verdadera ciudad inteligente, al funcionar como un todo.

Un símil muy apropiado es la comparación con un ordenador donde:

- la ciudad sería el hardware
- los ciudadanos y gestores serían los usuarios del ordenador
- las aplicaciones de gestión de la ciudad son los programas que se ejecutan en el sistema
- la Plataforma Integral sería el sistema operativo que permite ejecutar programas, facilita la circulación de información por el bus de datos, incorpora librerías de drivers para el intercambio de información entre la CPU y los interfaces de entrada y salida y proporciona la inteligencia (cerebro) del sistema para administrar los recursos.

La Plataforma Integral de Ciudad debe capacitar a la Ciudad Inteligente para:

- a) Operar sus infraestructuras.
- b) Tomar de decisiones en base a la información que recibe y procesa.
- c) Coordinación de Servicios (emergencias, agencias, concesiones...).
- d) Controlar de la calidad de servicios y contratos.
- e) Difundir la información a los ciudadanos, con un enfoque Open Data.
- f) Propiciar la reutilización de aplicaciones, de la infraestructura de sensores y redes y la conexión entre plataformas.

Los objetivos principales de una Plataforma Integral de Ciudad Inteligente son:

- a) Recoger la información de la Ciudad, ciudadanos y empresas, cumpliendo los requisitos de privacidad que fueran pertinentes.
- b) Distribuir la información, para que pueda ser procesada por los responsables de los diferentes servicios.
- c) Analizar la información según los criterios definidos.
- d) Tomar decisiones devolviendo la información refinada a los sistemas encargados de ejecutar las distintas acciones.
- e) Exponer datos y capacidades a desarrolladores para facilitar la creación de un ecosistema de aplicaciones sobre la plataforma, que cree un valor adicional para el ciudadano.

Esta norma se centra en aquellos requisitos de los mecanismos de intercambio de información y operación transversal de la ciudad que permitan:

- El conocimiento en tiempo real de la realidad de la Ciudad.
- La coordinación y puesta a disposición de la información disponible por parte de los gestores de los servicios de mantenimiento de la ciudad.
- La gestión dinámica de las actividades de acuerdo a datos reales, recursos disponibles y niveles objetivos de calidad de los servicios.

- La gestión de la calidad de los servicios a través del seguimiento de indicadores, con una visión global y transversal.
- La eficiencia y sostenibilidad: debe permitir ajustar los recursos aplicados a las necesidades precisas de cada área, asegurando el cumplimiento de los niveles de calidad objetivos.
- El establecimiento de los canales de interacción con el gobierno de la Ciudad y con los Ciudadanos a través de subsistemas específicos que establezcan flujos bidireccionales de información. (- Gobierno de España. MINISTERIO DE INDUSTRIA, 2016)

Por otro lado después de haber visto lo que hay actualmente en el mercado, elaboraremos un cuadro comparativo para poder evaluar las distintas opciones que hay y escoger la que mejor convenga para el cliente y mejor beneficio nos aporte. Este cuadro comparativo tiene una *wish list (lista de deseos)* en la que nos vamos a basar para poder discernir entre una opción u otra. Le vamos a dar mayor peso de importancia a aquellas opciones que sean sencillas de adaptarse, no estén cerradas ya a alguna solución Smart y no requieran un coste de inversión temporal y monetario muy alto.

Y el requisito más diferencial que nos hará tomar una decisión sobre que producto escoger para construir la Plataforma es que esta es exigida por el ayuntamiento de Las Palmas que sea On-premise. Esto significa que no puede estar en el cloud sino que es propiedad del ayuntamiento y que por tanto todo el HW y servidores han de estar en su CPD.

El proyecto, por tanto se centra en el diseño de la columna vertebral de la plataforma. Esto supone analizar que exige, a alto nivel, una plataforma para dar respuesta a estos objetivos.

3.4. Descripción casos de uso

3.4.1 Movilidad

Visión General

Esta vertical contempla la implantación de un sistema completo de gestión inteligente de plazas de aparcamiento en superficie en la zona azul del Ayuntamiento. El alcance de la actuación incluye la recogida de información del estado de las plazas de aparcamiento de zona azul. El número de plazas de aparcamiento en zona azul es variable y orientativo, y se determinará en tiempo de ejecución.

El sistema a implementar recogerá información del estado de ocupación de las plazas de aparcamiento en superficie como zona azul (no se incluyen como objeto de la actuación las plazas indicadas como “personal de movilidad reducida” o “motos”) a partir de las actuaciones de sensorización e integrará información de otros sistemas ya implantados en el Ayuntamiento que aportan información adicional sobre la zona azul como puede ser los sistemas de pago implantados u otras aplicaciones que se indican más adelante.

Cualquier solución propuesta deberá tener en cuenta la normativa vigente en cuanto a protección de datos de carácter personal tanto europea como nacional y autonómica.

La vertical de Parking Inteligente tiene en su solución las siguientes componentes:

- Solución de recogida de información del estado de las plazas de aparcamiento.
- Paneles informativos.
- Solución que permita el seguimiento y gestión de los diferentes elementos sensorizados.

La gran movilidad de vehículos que hay presente en la ciudad actualmente genera dos graves problemas, mucho tráfico y contaminación. El objetivo principal del Parking Inteligente es, por tanto, reducir el tiempo de búsqueda de estacionamiento por parte de los conductores. Esto supondría una reducción tanto en la congestión de tráfico como en la contaminación de gases. Todo ello permitiría tener un mayor control de la estadística de movilidad de vehículos por parte del cliente para posteriores posibles mejoras. Con ello, no solo sale beneficiada la ciudad sino también sus ciudadanos. Mejorar el estacionamiento creará una mejor experiencia tanto para los ciudadanos como para los turistas.

Parking Inteligente



una solución simple y asequible a los problemas de estacionamiento

- Mejorar el estacionamiento creará una mejor experiencia tanto para los ciudadanos como para los turistas.
- Beneficio comercial local a partir de mejores políticas de estacionamiento y flexibilidad en la solución de estacionamiento.

Plataforma integración



- 1. Con el Gis municipal:**
 - El sistema utilizará la cartografía existente en el GIS municipal en la situación de partida.
 - La Información georreferenciada que se genere en el sistema para su explotación y se integrará en el mismo como capas de información adicionales.
- 2. Con la propia plataforma ciudad:**
 - Toda la información generada por el sistema se integrará con las bases de datos unificadas y con el BIG-DATA de la plataforma de modo que se pueda explotar por los diferentes servicios de la plataforma.
 - Toda la información generada se integrará de forma automática en el portal de datos abiertos del Ayuntamiento.
- 3. Integración con los sistemas de gestión de aparcamientos implantados en el Ayuntamiento:**
 - Sistema de parquímetros Parkeon.
 - Aplicación móvil LPAPARK.

Funcionalidades



- Sensores recolectores de datos
- Paneles informativos al ciudadano
- Seguimiento y gestión de la operación/BI

Ilustración 16: Visión General Parking Inteligente

Para conseguir dicho objetivo se ha llevado a cabo una solución compuesta por una red de sensores y paneles informativos. A través de esta red de sensores y paneles informativos se hace un seguimiento y gestión de la operación.

3.4.2 Turismo

Visión general

Esta línea de actuación está enfocada a la gestión inteligente del territorio más singular de la ciudad, la Playa de las Canteras.

La Playa de Las Canteras, emblema turístico de la ciudad, considerada una de las playas urbanas más importantes del mundo y que, como tal, requiere una transformación de los servicios que la gestionan, incluyendo la sensorización, y la optimización de los recursos en función de los datos obtenidos y el análisis, utilizando la plataforma de ciudad. La transversalidad de los trabajos propuestos debe permitir actuar sobre esta zona de la ciudad en todos los ámbitos, la limpieza y recogida de residuos, la capacidad de mejorar la gestión del aparcamiento, el transporte público para llegar a la playa, etc.

La solución a implantar debe ser capaz de aportar información acerca del número de personas que hacen uso del entorno de la Playa de las Canteras (paseo y acceso a la arena), de los servicios de gestión de residuos en la playa así como aportar información del gasto de agua en duchas. Esta información se completará con información meteorológica y de ruido en la zona. El objetivo es tanto poder realizar el seguimiento en tiempo real del uso y calidad de los servicios.

La vertical de Smart Beach tiene en su solución las siguientes componentes:

- Solución que permitan conocer el flujo de personas que acceden a la playa así como el grado de ocupación del paseo. El sistema deberá controlar al menos los accesos a la arena y las zonas del paseo.
- Solución que permita conocer el gasto de agua en las duchas así como controlar en remoto la apertura y cierre del suministro de agua a las duchas.
- Solución que permita el seguimiento y gestión de los diferentes elementos sensorizados.
- Solución que permita gestionar el nivel de residuos en los contenedores.
- Solución que permita medir los siguiente parámetros medioambientales:
 - Humedad.
 - Temperatura.
 - Presión atmosférica.
 - Velocidad y dirección del viento.
 - Precipitación.
 - Radiación solar
- Solución que permita analizar el nivel de ruido en la zona de influencia de la estación.

La Playa de Las Canteras es uno de los principales focos turísticos de la ciudad y concentra un alto grado de eventos y actividades. La solución propuesta ha de poder ayudar a los gestores de la ciudad a mejorar su gestión global. La introducción de nuevas fuentes de información y la disponibilidad de una herramienta transversal para monitorizar y evaluar el impacto de las

actuaciones ha de permitir incrementar la calidad de los servicios prestados actualmente y facilitar la evolución de los mismos.

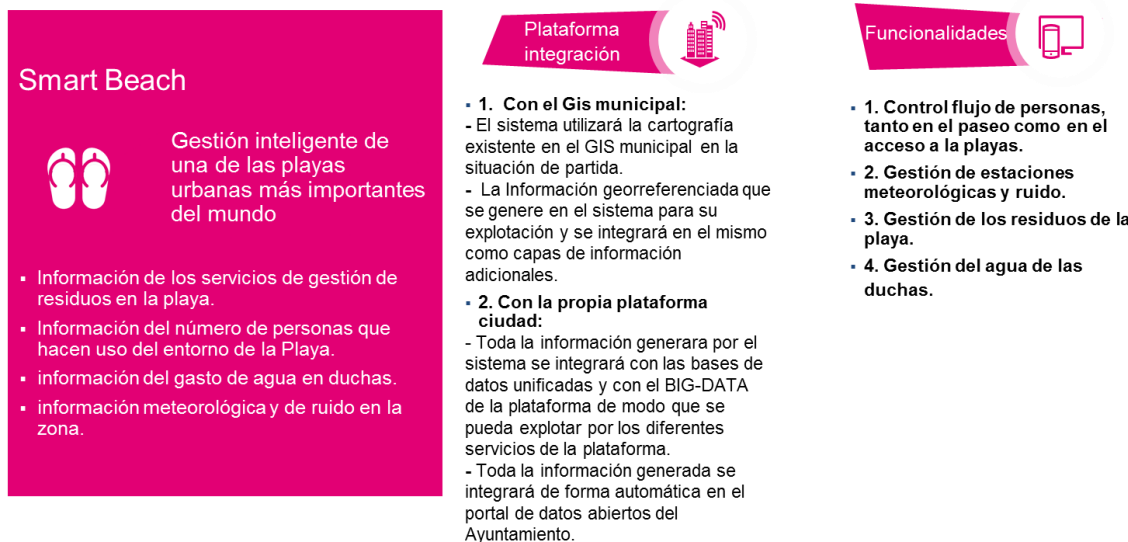


Ilustración 17: Visión general Smart Beach

Los nuevos elementos incorporados dentro de la solución Smart Beach incluyen:

- Estaciones meteorológicas (Humedad, Temperatura, Presión atmosférica, Velocidad y dirección del viento, Precipitación, Radiación solar, sensor de ruido):
- Sensores volumétricos en contenedores (papel, envases y plástico, vidrio y basura orgánica) en la Playa de las Canteras.
- Sistema de control del gasto de agua en las duchas públicas existentes en la playa de Las Canteras.
- Cámaras de vídeo controlando los accesos a la arena para conocer el flujo de personas que acceden a la playa.



Ilustración 18: Acceso a Playa de Las Canteras

- Acceso WiFi con WiFi Scanner y Bluetooth scanner para gateways que den servicio a la zona de la playa de Las Canteras:

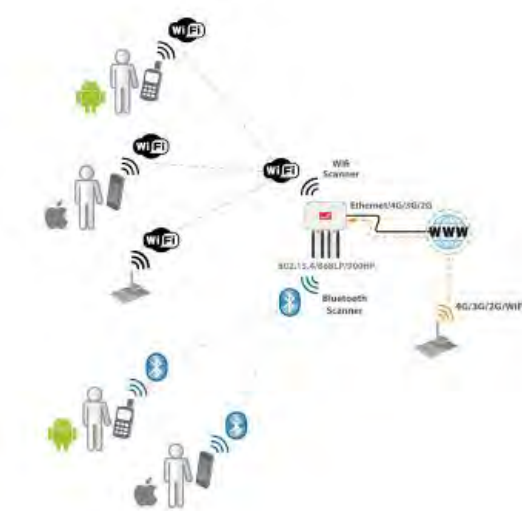


Ilustración 19: Funcionamiento del escáner de Wifi y Bluetooth

4. Solución

Una vez planteados los objetivos a tener en cuenta, antes de empezar con el diseño de la solución hemos de decidir que Plataforma escoger. Para ello trataremos de dar la solución que más se aproxime en base a los requisitos tomados. Para ello hemos elaborado una tabla que resume todos los aspectos a tener en cuenta de los distintos grupos en los que se dividen las plataformas dándoles una ponderación en función de la importancia que tienen para el beneficio de la empresa y del cliente.

La tabla sirve de resumen de los requerimientos que se han tomado en cuenta para saber cuál puede ser la mejor opción. Está hecha de forma genérica sin entrar al detalle de las diferentes plataformas porque estas se clasifican en 3 grupos y dentro de cada grupo cambian pocas cosas.

A continuación se explican los requerimientos más en detalle, por un lado, para ver que no disponen de una respuesta binaria, y por el otro para entender el criterio de ponderación que se les ha dado.

- Coste económico:

El coste económico, requerimiento deseable, depende de varias cosas, según el grupo.

En el caso de que se desee contratar o comprar un producto se ha de poder negociar el precio de ello y llegar a un acuerdo.

Para el caso de Open SW el mayor coste está en la cantidad de horas de los empleados que le dedican a construir desde cero la plataforma.

- Fiabilidad:

La fiabilidad depende sobretodo del producto realizado, es decir, un producto ya hecho y funcionando desde hace tiempo hay mayor fiabilidad que uno que está por construir.

La fiabilidad es importante para la confianza del cliente con la empresa y por lo tanto futuros acuerdos de negocio, pero no es de vital importancia a la hora de escoger.

- Competencia:

En este caso este aspecto es importante para disponer de un valor añadido frente la estrategia de negocio. Este aspecto está directamente relacionado con otros dos que se explican a continuación.

- Personalizable/ Replicable

El caso de la competencia está relacionado con lo personalizable ya que si se hace un producto con una solución cerrada para un cliente/ Ayuntamiento concreto luego este no tendría utilidad para otros clientes y necesitaría ser modificable. Con lo cual el reaprovechamiento del producto es muy importante. Y eso nos lleva al otro aspecto a valorar de forma muy importante también ya que, que el producto pueda ser replicable para otros casos significa que para próximos proyectos de otros ayuntamientos este se pueda adaptar a sus requerimientos.

- Tiempo/ Open Source

El tiempo también es un aspecto a tener en cuenta e importante porque dependiendo del deadline de los proyectos se tiene mayor o menor margen en el desarrollo del producto. Pero sobretodo está ligado a la estrategia de negocio y al coste económico de la empresa. Pues si

una entidad quiere desarrollar un producto desde cero con su propio equipo con la intención de crear valor de negocio a largo plazo lo mejor será que lo haga con un Open source. Si de lo contrario se prefiere entrar en el mercado lo antes posible con un producto competente, lo mejor será adaptar la propuesta de plataforma de la entidad a un entorno ya creado. De ahí que tampoco sea muy relevante la consideración de si la plataforma ha de estar hecha en Open source o no.

Después de este análisis, en base a los intereses de la empresa se escogió la modalidad de producto, es decir buscar una plataforma Smart City donde poder personalizar la requerida. Y entre los que se encontró los más atractivos por precio sobretodo y adaptabilidad eran SAP y CISCO.

- On premise/Cloud

Para tomar la decisión final se valoró también las peticiones del cliente. Muchas veces el cliente te dice que quiere el producto on premise en vez de en el cloud. Fue el caso del ayuntamiento de Las Palmas.

Y este último aspecto fue vital para acabar de decidir con que entorno trabajar, ya que SAP la solución que tiene es, únicamente, en el Cloud con lo que finalmente se decidió ir con Cisco. Dado que este tiene ambas soluciones (On-Premise/Cloud).

En el siguiente punto se explica más en detalle el entorno CKC de Cisco.

Seguidamente presentamos la tabla:

Modal. / Req.	Open source	Personalizable	Tiempo	Coste económico	Fiabilidad	Replicable	On premise/Cloud	Competencia
PRODUCTO								
Cisco/Huawei/SAP	NO	SI	POCO	Depende de la negociación	Depende de la solución adaptada	SI	On premise/Cloud	NO
OPEN SW								
FI-WARE (Telefónica, Nec, Ikusi, propia)	SI	SI	MUCHO	Coste de producirlo	Depende de si hay creado un producto cerrado	SI	On premise/Cloud	Depende de si hay creado un producto particular
PARTICULAR								
Sofia2/Smart Brain	NO	NO	POCO	Coste alto	SI	NO	On premise/Cloud	SI
VALOR	considerable	Deseable	Importante	Deseable	Importante	Deseable	Deseable	Importante

Tabla 1: Tabla resumen de requerimientos

4.1. Plataforma

Según los objetivos descritos, una vez ya sabemos que vamos a trabajar con el entorno CKC de Cisco seguidamente haremos una explicación de cómo está montado dicho entorno y su contenido.

4.1.1 Introducción al entorno CKC

La plataforma que se propone está basada en **Cisco Kinetic for Cities** (en adelante CKC), que agrega datos a través de verticales (dominios) departamentales y conecta sensores a aplicaciones en toda la ciudad. Cada dominio estará definido por su ontología (modelo de datos) y semántica (operaciones permitidas).

La selección de CKC como base, permite presentar una **Plataforma** que puede definirse como:

- **Robusta**, construida sobre una solución líder en el mercado y ampliamente probada.
- **Escalable**, incorpora todos los elementos necesarios para crecer de forma transparente al usuario
- **Abierta**, basada en estándares de mercado y todas las herramientas para poder gestionarla.
- **Interoperable**, con una gran capacidad para intercambiar información con otros sistemas.
- **Sostenible en el tiempo**, con todas las facilidades para crecer o para evolucionar en un entorno cloud.
- **Accesible**, con unas APIs abiertas y un SDK que permiten trabajar de forma transparente
- **Personalizable**, incluyendo múltiples herramientas que permiten introducir fácilmente nuevos servicios inteligente o crear Cuadros de Mando flexibles.
- **Segura**, proporcionando una visión integral de la seguridad, tanto a nivel de infraestructura como a nivel de servicio.

Esto facilita casos de uso entre dominios para una infraestructura de ciudad flexible y reactiva. La decisión de plantear el core de la plataforma en este producto se basa en sus probados beneficios:

- **Operaciones optimizadas**: cualquier sensor y cualquier aplicación pueden operar en la infraestructura. Cualquier dispositivo o aplicación puede integrarse con la solución digital. Se pueden planificar implementaciones que se adapten a la visión y el presupuesto del Ayuntamiento.
- **Mayor innovación y ganancias**: CKC permite el desarrollo de aplicaciones. Los desarrolladores pueden abordar los problemas de la ciudad y desarrollar soluciones por sí mismos.

- Alta compatibilidad con futuros dispositivos, versiones de software o aplicaciones: la arquitectura basada en estándares de CKC permite la integración de los sensores actuales del mercado, así como los sensores que se lanzarán en el futuro. Todo lo que se requiere para la integración con nuestras API, y cualquier sensor y aplicación funcionarán dentro de una infraestructura integrada y cohesiva.
- Elevado número de partners ya integrados con la plataforma.

SUBSISTEMA CKC

CKC proporciona software conectivo habilitado para la nube para correlacionar y contextualizar la información recopilada por sensores de terceros. Agrega y normaliza la información contextual en un lenguaje común entendido por API de terceros.

En la capa de interoperabilidad, datos analizados se entregan a los servicios inteligentes de ciudad a través de aplicaciones. Esta arquitectura dota de la escalabilidad que requieren las ciudades a la plataforma.

Esta plataforma es:

- Modelo de dispositivo independiente del proveedor: cualquier proveedor puede integrarse en nuestra plataforma digital independientemente del protocolo de comunicación.
- API abiertas: las API abiertas están disponibles a través de Cisco DevNet para que los desarrolladores y proveedores brinden servicios urbanos de valor agregado a empresas, ciudadanos y agencias de la ciudad.



Ilustración 20: Ejemplo Dashboard CKC

CKC es una plataforma habilitada para aplicaciones que ayuda a mejorar la entrega de servicios a las comunidades y sus componentes. La plataforma agrega y organiza datos de sensores de infraestructura del Ayuntamiento y otras fuentes de datos en un formato consistente y fácil de usar, y optimiza la entrega de servicios para atraer a los residentes y mejorar la calidad de vida en general.

La arquitectura del subsistema CKC simplifica la inclusión progresiva de servicios inteligentes urbanos. La plataforma admite servicios en todos los dominios (verticales) al permitir que los datos desencadenen alertas o acciones en otros dominios en función de los criterios establecidos por y para su ciudad. Esta funcionalidad se basa en la capacidad de combinar datos de muchos dispositivos, independientemente de sus protocolos individuales, y comunicarlos de forma segura, al mismo tiempo que hace un mapeo geoespacial que le confiere un valor añadido altísimo en la implementación de los casos de uso relevantes para las ciudades inteligentes. Por lo tanto, por ejemplo, al combinar características de los dominios de estacionamiento e iluminación, se pueden lograr características como la iluminación específica para el espacio de estacionamiento.

COMPONENTES CKC

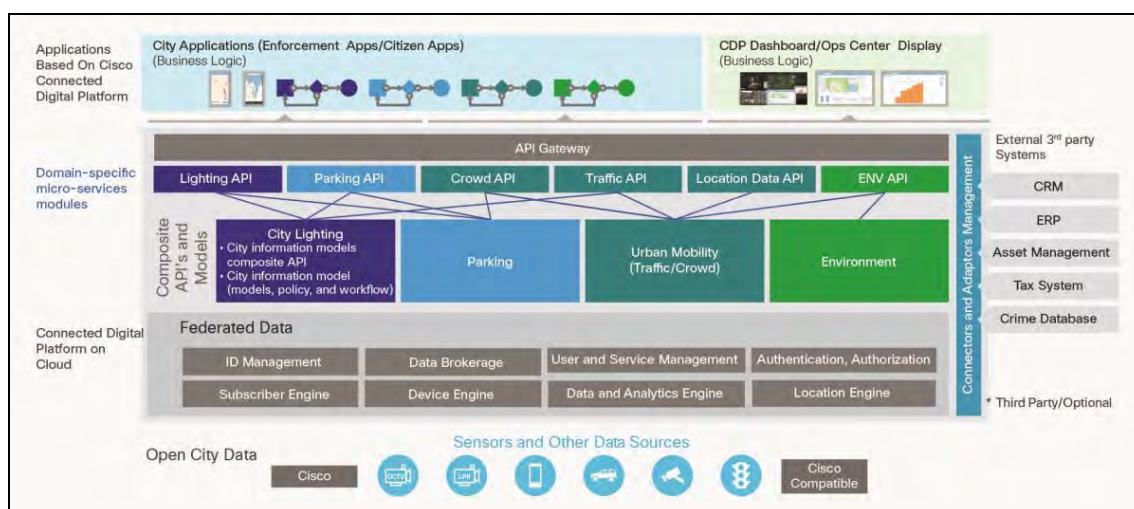


Ilustración 21: Componentes de CKC

Motor de geolocalización

- Servicios de mapas y coordenadas geoespaciales: proporciona las coordenadas geográficas de instalaciones específicas, carreteras y activos de infraestructura de la ciudad, así como instalaciones no asignadas.
- Cálculo geoespacial: calcula la distancia entre dos o más ubicaciones en el mapa.
- Seguimiento basado en la ubicación: ubica y rastrea los dispositivos en el mapa.

Motor de adquisición de datos

- Agregación y abstracción de sensores: proporciona agregación de sensores de los diversos sensores de la red.
- Normalización de los datos sensorizados: organiza los datos recibidos de los sensores y asigna atributos en función de las relaciones.

Motor de conocimiento

- Archivo y registro de datos: almacena los feeds (canal de información) de datos del motor del dispositivo y las fuentes de datos externas.
- Análisis: proporciona análisis desfasados o sin conexión en los datos archivados.
- Informes: entrega informes basados en eventos activados por los datos sensorizados y las notificaciones externas.

Gestión de Servicios

- Data broker, gestión de ID: realiza la gestión del servicio.

Autorización de autenticación

- Realiza Autenticación, Autorización.

Motor de suscripción

- Gestión de usuarios: proporciona funciones de usuario únicas, autenticación y acceso en función de las suscripciones de los usuarios.
- Administración de aplicaciones: proporciona acceso y visualización de aplicaciones basadas en el usuario.

Lenguaje de desarrollo de aplicaciones

- **Facilidad de desarrollo:** los desarrolladores de aplicaciones pueden modelar sensores y lógica de negocios con diversos atributos para alinear funcionalmente como APIs unificadas. Por ejemplo, un sensor de estacionamiento en el terreno, un sensor de estacionamiento inalámbrico y sensores de estacionamiento basados en cámara se pueden unificar a través de una API de estacionamiento que permite un modelo único de estacionamiento independientemente de los diferentes atributos de los sensores proporcionados por diferentes proveedores.
- **Nuevos casos de uso:** se pueden crear soluciones completamente nuevas para los desafíos de la ciudad sin requerir más inversiones en infraestructura. (Cisco.)

Tal como se describe en el **Error! Reference source not found.**, gran parte de estos beneficios derivan de ofrecer una plataforma con el Core basado en CKC de Cisco. Así, partiendo del potencial que aporta CKC a la Plataforma, se construye una solución que da respuesta a las diversas necesidades funcionales y las integraciones necesarias para conseguirlas.

Una vez decidido el producto con el que vamos a ir, nos toca dar respuesta a la construcción de la propia Plataforma en base a los requerimientos mencionados en el objetivo y a los casos de uso del proyecto.

Para una mejor comprensión de cómo está estructurada la Plataforma, se explicará la estructura de esta en función de su participación en los flujos de información requeridos por los bloques funcionales de las dos verticales. Para ello se modela la Plataforma en una estructura funcional de capas de nivel según el rol del flujo de datos. Las siguientes Capas describen lógicamente el tratamiento de la información, dejando fuera toda la parte de infraestructura.

- **Adquisición e interconexión**
- **Gestión del Conocimiento**
- **Soporte**
- **Interoperabilidad**

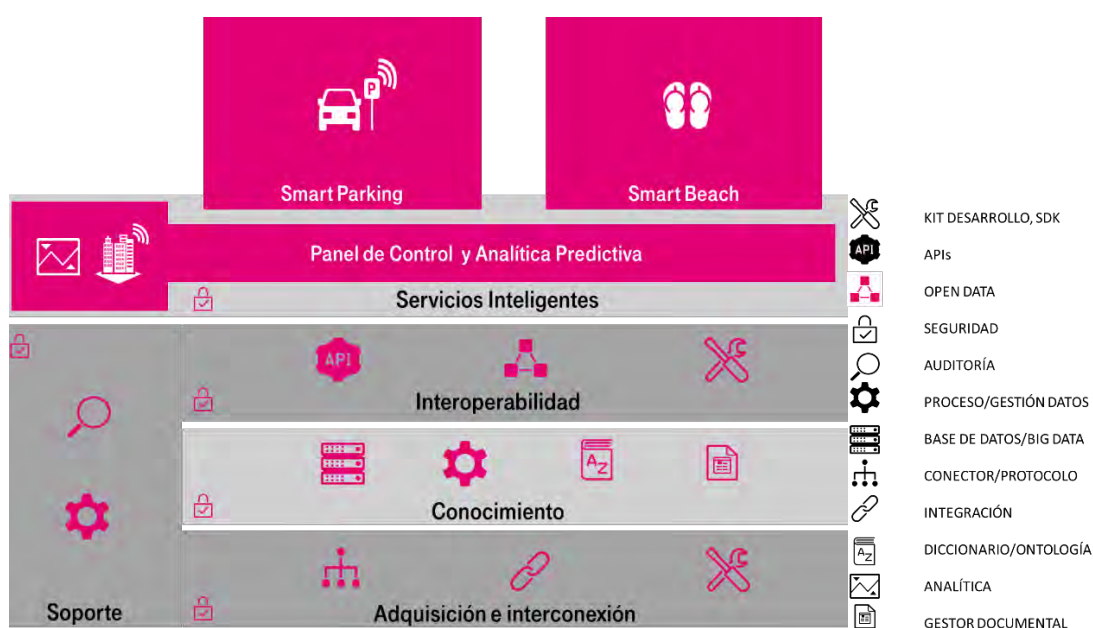


Ilustración 22: Capas de la Plataforma

En el siguiente diagrama se representa las componentes funcionales de la plataforma.

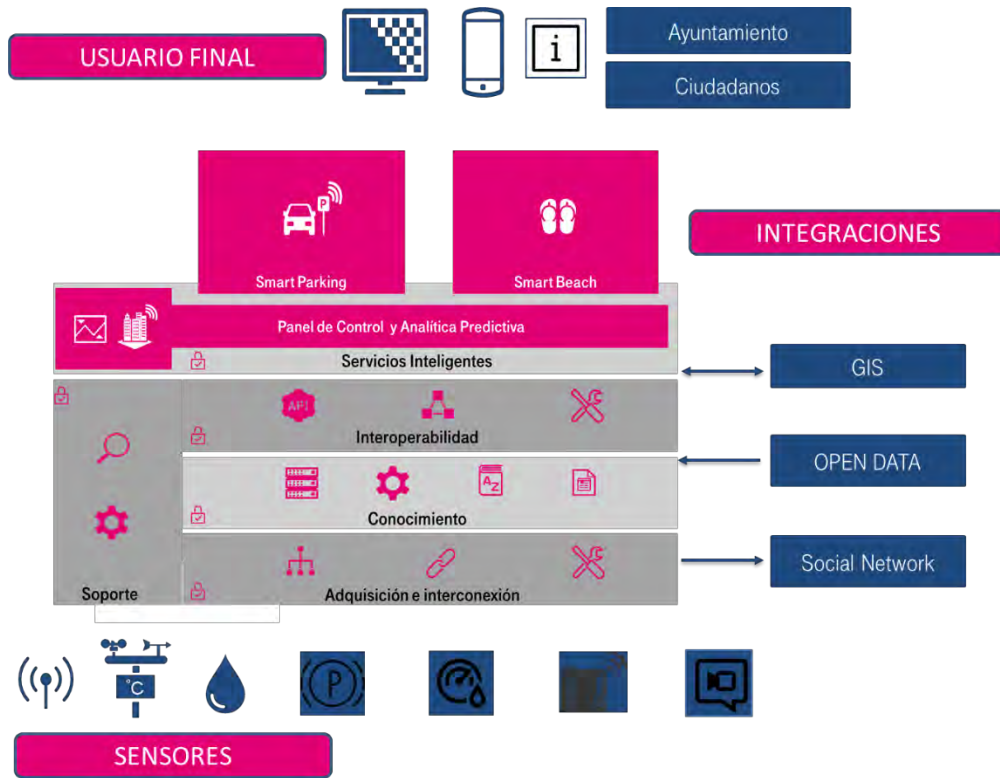


Ilustración 23: Componentes Funcionales de la Plataforma

4.1.2 Capas de la Plataforma

En base a esta estructura, se ha diseñado, una aproximación personalizada para cada uno de los componentes que conforman la Solución Integral diseñada para Las Palmas de Gran Canaria.

La Plataforma ciudad actúa como elemento central del proyecto de ciudad inteligente.

La relación entre componentes en función del caso de uso permite el flujo de información desde los componentes tecnológicos generadores de la información hasta los consumidores finales de los servicios implementados sobre la plataforma.

A continuación se explica el diseño de las distintas capas de la Plataforma para cubrir las distintas necesidades de la ciudad. Con una visión única y común, por capa.

4.1.2.1 Capa de Adquisición/ Interconexión



Ilustración 24: Capa de Adquisición e Interconexión

La capa de Capa de Adquisición/Interconexión se encarga de:

- a) Integrar la información desde las fuentes de datos (Sistemas de Captación), que pueden ser:
 - Sensores, actuadores, Gateway y dispositivos como caudalímetros, estaciones meteorológicas,... desde redes de sensores gestionadas.

- Diferentes dispositivos como móviles de las personas, paneles informativos,... desde redes públicas.
 - Redes sociales.
- b) Suministrar la Información a la Capa de Conocimiento con independencia de los dispositivos dando una vista semántica de los datos adquiridos, desacoplada de los protocolos de adquisición.
- c) Independencia del operador de red tanto de la disposición de información de red como del control de la misma.

La Plataforma Ciudad recoge los datos en bruto de diversos sensores ubicados en la ciudad. Tanto los datos de definición y configuración de cada uno de los sensores, como las medidas que realizan, son introducidos en la plataforma a través de la capa de Adquisición e Interconexión, que haciendo uso de la semántica de ciudad definida en la capa de conocimiento, las almacena en la base de datos.

Este proceso se inicia en los dispositivos IoT que según parametrización capturan la información de los sensores y la envían a la capa de adquisición a través de la red IoT desplegada por la ciudad.

La información es procesada y almacenada según la semántica y ontología definida para el servicio inteligente concreto.

La principal tarea de la capa de adquisición es ofrecer unos conectores para poder obtener los datos del universo de sensores conectados a la plataforma.

Estos conectores son servicio securizados contra los que se autentifican y aseguran los sensores de las dos verticales.

Además son capaces de integrarse con múltiples protocolos de comunicación. También es tarea de esta capa ofrecer a los desarrolladores una SDK (Software Development Kit) que permita generar nuevas APIs (Interficie de Programación de aplicaciones) para permitir extender la funcionalidad de la plataforma.

Estas APIs lo que hacen es ofrece un medio de comunicación con los diferentes proveedores de los sensores.

En el caso más habitual de usar servicios REST (Servicio para enviar datos/Web Service) para la integración de los datos de los sensores existirían en la API una serie de métodos publicados para permitir enviar estos datos a la plataforma.

A modo de ejemplo, métodos a utilizar:

SERVICIO ACUTALIZACION DEL ESTADO DEL SENSOR DE UN PARKING:

<http://localhost:8090/vertical/parking/v1/sensores/enabledProtocolPropertyValues?participantName=Sensor25&protocol=standar&values=OK>

Llamaríamos a los servicios de una vertical, en particular la del parking, y dentro de las funciones asociadas a los sensores, nos encargaríamos de actualizar el estado de un sensor, en este caso el Sensor 25, al que informaríamos que su estado es Activado.

4.1.2.2 Capa de conocimiento

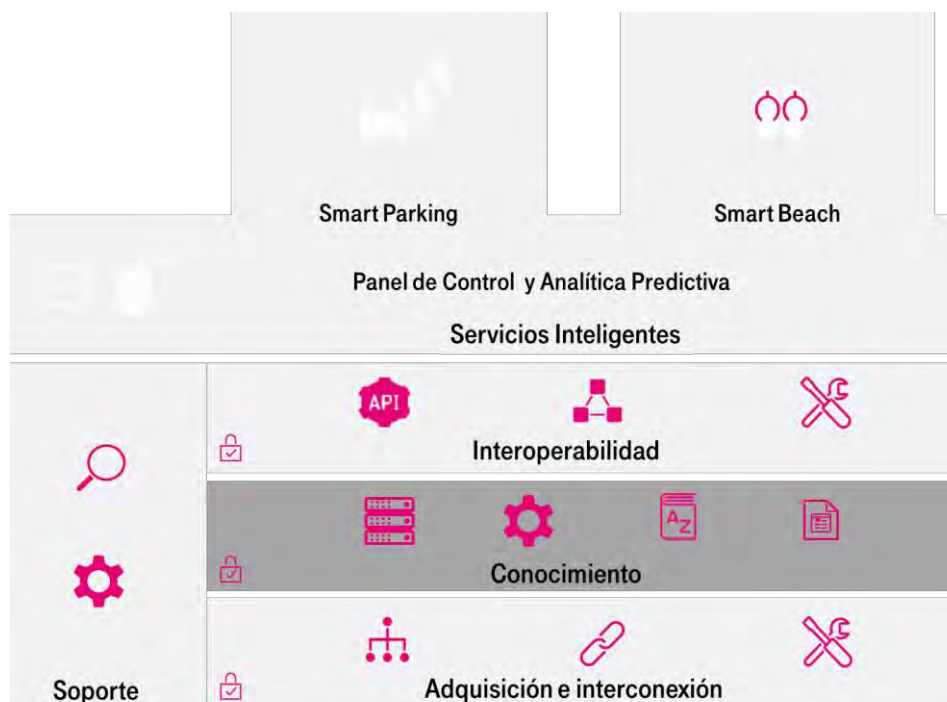


Ilustración 25: Capa de conocimiento

A modo resumen la Capa de Conocimiento contiene los elementos de Tratamiento, Gestión y Explotación de la información. Se encarga de:

- Acceso a toda la información tanto histórica como en tiempo real.
- Movimiento de datos recibidos desde la capa de adquisición, entre las distintas funciones de la Capa de Conocimiento para su almacenamiento, proceso y recuperación, así como hacia la Capa de Interoperabilidad. Los datos en esta capa ya están abstraídos de los dispositivos que lo generaron y deben poder tratarse siguiendo modelos estándares de datos.
- Soporte Tratamiento Tiempo Real de los datos recibidos desde la Capa de Adquisición a través de módulos como motores reglas...
- Soporte tratamiento Batch (ejecución de programas sin interacción con un usuario) de los datos recibidos a través de procesos ETL, Machine Learning.
- Soporte Tratamiento Analítico de los datos a través de procesos BI, etc.
- Soporte Tratamiento GIS de los datos recibidos permitiendo georreferenciar estos, hacer consultas geográficas...
- Seguridad en el acceso a los datos, de modo que se controle que usuario/rol está accediendo a cada dato.

Se pretende incluir componentes que permitan el tratamiento Semántico de los datos. La Semántica de ciudad debe facilitar respecto a los datos, la interoperabilidad, la no dependencia de proveedores o servicios, la escalabilidad y la apertura. El uso de estándares semánticos contribuye a:

- Reducir los costes de desarrollo (no reinventar la rueda).
- Reducir los costes de integración y el intercambio de información.

- c) Aumentar la interoperabilidad entre los sistemas.

La capa de conocimiento recibe este nombre por obtener las medidas de los dispositivos, y contener las herramientas para transformarla en información de negocio según las semánticas y ontologías definidas para atender los servicios inteligentes.

En la capa de conocimiento, se definen las políticas de la plataforma, que consisten, entre otras cosas, en la definición de valores umbrales para la detección de las situaciones que requieren la activación de las alarmas. Tales políticas o reglas de negocio se pueden definir tanto sobre los datos del dispositivo como sobre los datos de medida de éste.

Los componentes principales de la capa de conocimiento están basados en la plataforma Cisco **Kinetics for Cities** (CKC) que agrega datos a través de verticales (dominios) departamentales y conecta sensores a aplicaciones en toda la ciudad. Cada dominio estará definido por su ontología (modelo de datos) y semántica (operaciones permitidas).

Continuando con el flujo de información recibida a través de la capa de adquisición se normaliza la información recibida de los dispositivos y se envían la información para su almacenamiento. La información se almacena según el dominio al que pertenece.

Hay un motor de reglas que es el encargado de analizar en tiempo real la información recibida para detectar situaciones que requieran la activación de alarmas por desbordar los umbrales definidos para cada uno de los dominios de actuación.

La capa de conocimiento también se encarga de analizar la información BI y BIG DATA, aplicando inteligencia de negocio y realizando analítica predictiva sobre la información almacenada.

Nota: La analítica predictiva sería una componente a construir en la escalabilidad del proyecto, ya que iría bien para la vertical de Smart Beach.

Esta herramienta permitiría planificar los recursos necesarios para la adecuada prestación de los recursos necesarios. Uno de ellos estará destinado a conocer las variaciones de la afluencia del público a la playa, según accesos, horas y días, en función de parámetros que puedan incidir en ello y que sirvan para predecir los comportamientos grupales de la gente, de modo que aporte información que permita dimensionar los servicios públicos de limpieza u otros. Así por ejemplo, si aumenta dos grados la temperatura en julio, el consumo de agua estimado sería X y el número de personas estimadas que acudirán a la playa sería de Y.

La principal tarea de esta capa es coger los datos de la capa de adquisición registrarlos en sus estructuras de la vertical y enriquecer estos datos con otras fuentes existentes como pueden ser sus datos geo-posicionados, sus valores de negocio registrados...

Estos datos también se transfieren a las bases de datos de BI (Business Intelligence) y BIG DATA para que puedan ser explotados posteriormente.

Al registrar estos datos, ya estamos guardando toda la información que requerirán las verticales para su operación desde los gestores de la ciudad sobre estos datos, se aplica ya la ontología propia de la smart city. Garantizando que las tipologías de datos y nombres cumplen con su estándar y permitirán una fácil interoperabilidad con el resto de servicios de la ciudad.

Por ejemplo si para el ayuntamiento califica las plazas en tres tipos grande, pequeño y plazas para cuerpos diplomáticos nosotros tenemos q poder disponer de este atributo en nuestro modelo de datos para poder informar siempre al operador sobre el tipo de plaza.

Conectores externos con datos relevantes de la ciudad, vía bus de integración externo, enriquecerán esta capa con otros datos relevantes. Algunos de estos se usaran para enriquecer los de los sensores y otros irán directamente a la capa de explotación para ser usados para informes, reportes y acciones predicativas del BIG DATA.

Ejemplos: integración con un GIS (Sistema de Información Geográfico), con datos operativos del ayuntamiento, con datos operativos de los servicios de explotación de la ciudad (parquímetros, seguimiento de flotas... etc).

La misión de esta capa también es normalizar los datos recibidos por los sensores antes de proceder a su registro. Convertir de los valores recibidos a nuestros modelos de valores.

Por ejemplo el valor del magnetómetro recibido por el sensor se tiene que normalizar a nuestros valores esperados así un rango de valor de este, significará par a nosotros que se encuentra activo y otro rango q se encuentra inactivo y esta información ya normalizada es la que registraremos en nuestra base de datos.

La capa finalmente también tiene una componente que son las reglas de negocio. Estas reglas lo que hacen creen reglas sobre los datos de los sensores para detectar algún tipo de funcionamiento y poder realizar alguna acción cuando se detecta su activación (de la alarma). Por ejemplo, una plaza de parking lleva ocupada más de 24 horas por el mismo vehículo.

4.1.2.3 Capa de Interoperabilidad



Ilustración 26: Capa de Interoperabilidad

A través de la capa de interoperabilidad, la plataforma ofrece las interfaces y conectores al cuadro de mando integral y módulo de BIG DATA y Analítica Predictiva para su control y optimización.

La Capa de Interoperabilidad facilita la prestación de los servicios en el ámbito de la Ciudad Inteligente ofreciendo interfaces y funcionalidades, como son el Kit de desarrollo y el Open Data, que serán utilizadas para implementar los servicios que serán entregados a los clientes:

- Publicar APIs que pueden consumirse desde la Capa de Servicios Inteligentes, siendo interesante incluir el concepto de API Manager.
- Capacidad de interconexión entre aplicaciones y entre plataformas.
- Acceso desde la Plataforma a servicios externos.
- Publicar datos abiertos a través de un Portal/Repositorio Open Data.
- A través de un Kit de Desarrollo que incluye SDK y APIs permite construir Servicios dentro de la Capa de Servicios Inteligentes.
- Y todo ello con la seguridad integrada en el acceso a APIs, Kit de desarrollo, Open Data, etc.

Sobre la base de un conjunto de APIs basados en estándares la capa de Interoperabilidad debe garantizar la portabilidad de aplicaciones entre ciudades y entre plataformas, de tal forma que se cree un verdadero ecosistema de aplicaciones con masa crítica y que baje la barrera de acceso a los desarrolladores de aplicaciones.

El cuadro de mando integral mostrará los datos, alertas y series de tiempo de los dispositivos inteligentes desplegados en la ciudad, activando las interfaces de la capa de conocimiento. En todos los casos las interrelaciones se realizarán utilizando protocolo API REST gestionando su seguridad y localización.

Las APIs expuestas por la Capa de Interoperabilidad serán de fácil uso por la comunidad de desarrolladores, por lo que siguiendo la tendencia general deberá ser un API REST.

Las APIs deben soportar distintos modos de acceso a los datos, incluyendo el modo Push (suscripción y notificación) y el Pull (petición y respuesta). También se deberán soportar consultas geo-referenciadas.

El modelo de acceso a los datos ofrecido por el API será agnóstico respecto al modelo concreto de datos, pero para permitir la interoperabilidad se debe utilizar un formato de transporte compatible con cualquier modelo existente.

La capa de Interoperabilidad por tanto se encarga de preguntar a la capa de conocimiento por los datos recibidos para adquirir información sobre ello. Y luego registrar la información respondida para posteriormente trasladarla a la capa final de servicios donde se recoge la información a través del usuario final.

Un ejemplo sería la capa de interoperabilidad pregunta que temperatura hay actualmente en la playa. La capa de conocimiento le responde y la información es registrada en la de interoperabilidad para su posterior envío.

Se trata de un mecanismo petición respuesta.

4.1.2.4 Capa de Servicios Inteligentes



Ilustración 27: Capa de Servicios Inteligentes

La Capa de Servicios Inteligentes cubre los Servicios municipales y aplicaciones de negocio y valor añadidos. Interactúa con la plataforma a través de la Capa de Interoperabilidad. Dentro de los servicios que pueden ser soportados por la plataforma están:

- Los Centros de Mando personalizados para diferentes ubicaciones de despliegue en función del perfil y de los permisos de los usuarios.
- Las Aplicaciones de gestión de servicios verticales como Movilidad, estaciones meteorológicas, Residuos...

Los cuales incluyen funcionalidades como son:

- Cuadro de mandos e indicadores.
- Sistemas de predicción, simulación y planificación.
- Sistema de tratamiento de datos (descrito en la Capa de Conocimiento).
- Etc.

Los Servicios municipales que cubre esta capa para de la ciudad Las Palmas son los siguientes:

- Smart Parking
- Smart Beach

4.1.2.5 Capa de soporte



Ilustración 28: Capa de soporte

La Capa de Soporte funciona de forma transversal dando soporte al resto de funcionalidades ofreciendo servicios como auditoría, monitorización, seguridad, etc.

La capa de soporte tiene como funciones principales:

- La gestión de los dispositivos
- La gestión de la seguridad
- La administración de la plataforma

Esta capa apoyándose en las capas de interoperabilidad y conocimiento permite gestionar los datos de definición de los dispositivos y comunicarse con ellos para mantenerlos actualizados, para este cometido utilizará los componentes de la capa de conocimiento y adquisición descritos anteriormente que enlazan la Plataforma con los dispositivos.

Hay un gestor de APIs que define qué y quienes pueden utilizar cada uno de los servicios de interconexión entre módulos en cada momento.

Hay una consola de seguridad donde se configurará y gestionará las alertas de seguridad necesarias para detectar intrusiones no deseadas. La información a partir de la cual se realizará dicho análisis proviene de consolidar los logs de la plataforma.

La capa también permite enlazar cualquier fuente de datos externa a la plataforma, como el "GIS" corporativo a la Plataforma, permitiendo de esta forma georreferenciar la información almacenada o tratada por la capa de conocimiento.

4.1.3 Flujo de información de una petición

A modo resumen, para entender un caso práctico de una simple petición desde el dashboard a un sensor, vamos a poner un ejemplo sobre el caso de uso del Parking Inteligente de cómo sería el proceso de petición desde la capa más abajo hasta llegar al usuario final que ha hecho dicha petición.

Vamos a decir que queremos saber el estado de una plaza de parking. El hilo conductor que seguiría la petición sería el siguiente:

1. El dispositivo/sensor, previamente configurado, recibe la petición de enviar su estado de ocupación. Este seguidamente envía la información sobre el estado y de sus variaciones.

Como funciona en la plataforma:

El dispositivo llama a una API (a la API del dominio de parking, no cualquiera) que le pide que actualice el estado. El sistema para eso tiene primero que validar quien es, de donde procede la llamada.

- 1.1 El dispositivo se identifica en el sistema y el sistema le responde con una serie de tokens (identificadores) válidos que ha de usar en la llamada. Los tokens tienen un periodo de validez para evitar accesos inseguros, es decir si durante un cierto tiempo no se usan esos tokens se invalidan cortando el proceso de la tarea. Esta acción se hace por seguridad.
 - 1.2 Una vez recibido los tokens se efectúa la llamada.
 - 1.3 Una vez efectuada la llamada los datos pasan a la capa de adquisición. Esta normaliza esos datos para que no haya dependencia de proveedores y la capa entienda el significado de esos datos venga del sensor que venga. Pues, por ejemplo, un sensor de un proveedor puede mandar una luz roja para decir que ese sensor está ocupado y otro proveedor mandar un 'full'. Se necesita unificar ese lenguaje.
 - 1.4 La capa de adquisición le hace la misma pregunta a la de conocimiento vía API (efectuando el mismo proceso que se ha hecho en el punto 1.1)
 - 1.5 Los datos quedan almacenados en un BIG DATA de la capa de conocimiento. Aquí es donde también se puede crear una regla de negocio con información cruzada de dos proveedores y sensores distintos. Como por ejemplo que si el estado del parking está ocupado se encienda una farola con cierta intensidad. De ahí la inteligencia de la Plataforma.
2. Una vez están los datos en la base de datos vamos a resolver la pregunta.
 3. Nos vamos ahora a la capa más superficial, la capa de servicios inteligentes. Esta lanza la pregunta en forma de una consulta a través del dashboard o una app móvil o cualquier otro medio de comunicación integrable con la Plataforma. Esta consulta desencadena la llamada a una API (mismo mecanismo que punto 1.1) y esa API a través de la capa de interoperabilidad decide que dominio ha de consultar (en este caso el dominio del parking, entra en el servidor correspondiente, esto también se hace

por seguridad para que no haya un control global sobre todos los casos de uso que actúan en la Plataforma).

4. La capa de interoperabilidad consulta el dato en el dominio que le toca vía API con el mismo proceso que siempre y le envía la información correspondiente a la capa de servicios inteligentes.

En la parte práctica se intentará ver la petición de alguna API así como una regla de negocio creada en el Dashboard del entorno CKC.

4.2. Casos de uso

El proyecto se sitúa en un escenario que está compuesto por dos verticales muy importantes de la ciudad de *Las Palmas*. Ambos escenarios son dos pilares fundamentales de la ciudad y contribuyen al funcionamiento de esta y sus ciudadanos.

La ciudad de *Las Palmas* es una ciudad de 380.000 habitantes y con una superficie no muy grande es por ello que el desplazamiento de la gente en su propio vehículo es un tema muy importante a tratar. Por un lado para el tema de la gestión de tráfico y por el otro para controlar y disminuir la contaminación de la ciudad.

La ciudad De *Las Palmas* debido a su situación geográfica y su buen clima recibe un gran cantidad de turistas que van a relajarse y a disfrutar de sus vacaciones. Y como no la playa de *Las Canteras* es el perfecto lugar para cumplir con estos deseos. Por ello la gran afluencia de gente en dicha playa junto con su buen clima generan problemas, ya sea por el nivel de ruido, el gasto del agua de las duchas, la generación de residuos etc. Es por eso que todo lo que envuelve a este punto turístico es una vertical a analizar y controlar.

Todos los dispositivos desplegados en la ciudad requieren de una red de comunicaciones para alimentar con datos a la Plataforma.

Para la red de comunicaciones, teniendo en cuenta las necesidades específicas de este proyecto y su coste económico, se propone un modelo de comunicaciones híbrido basado en LoRa WAN y Zigbee.

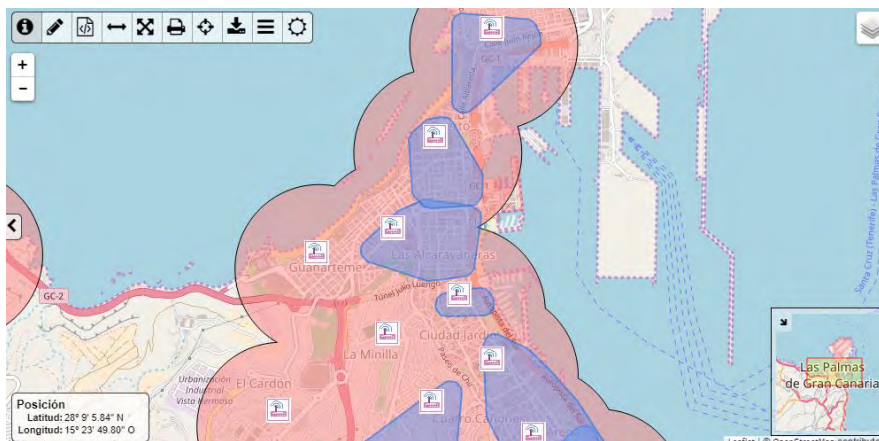


Ilustración 29: Cobertura LoRa y Zigbee en Las Palmas

4.2.1 Parking Inteligente

Ejes de valor de la propuesta

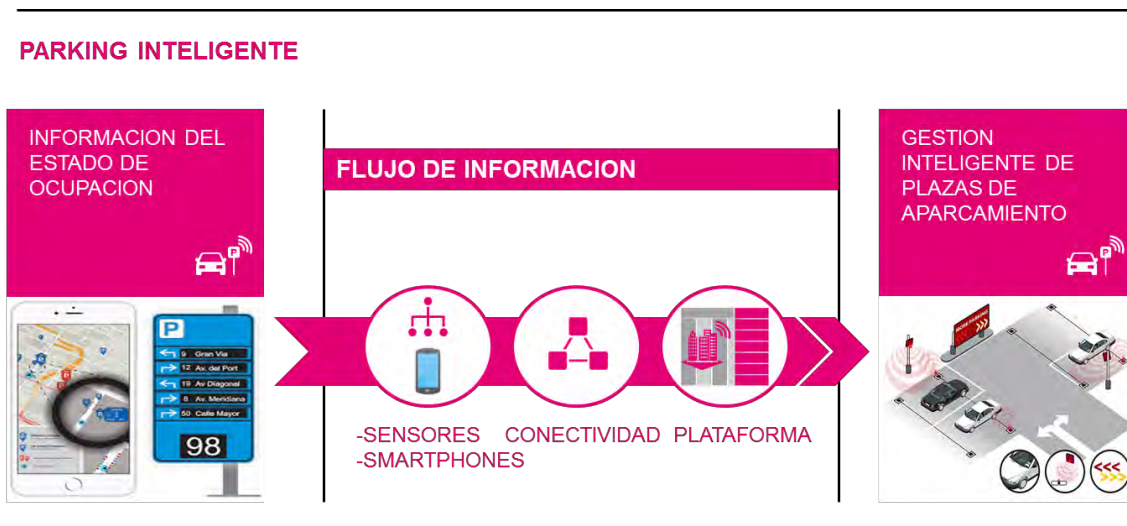


Ilustración 30: Ejes de Valor para Parking Inteligente

La información generada por los sensores de las distintas plazas y la aportación del ciudadano junto con la capa de visibilidad del GIS es recogida tanto por el Ayuntamiento como por el ciudadano de la forma siguiente:

Ayuntamiento: A través del Dashboard de la plataforma ciudad se recoge la información:

- Recuento total de los vehículos.
- Porcentaje de ocupación.
- Duración de la ocupación de las diferentes plazas.
- Duración media de la ocupación de las plazas.
- Perfiles de duración de ocupación: por ejemplo de 0-30 minutos, de 30- 60 minutos, etc.
- Mapas de calor de la utilización de la plaza.
- Utilización individual por plaza / calle / zona.
- Estatus de la batería de los elementos implantados.
- Alertas sobre los sensores inactivos.
- Rebasamiento del tiempo de aparcamiento.
- Histórico completo para las rotaciones por plaza / zona / ubicación.

Ciudadano: A través de una App móvil y los paneles informativos ubicados en las distintas calles de la ciudad los ciudadanos pueden ver datos sobre las plazas de aparcamiento y los mapas geográficos. Así como ellos también reportar información al respecto.



Ilustración 31: Plazas Zona Azul en línea en Las Palmas

Infraestructura de Comunicación y Flujos de Información

La infraestructura de la que dispone la vertical está formada por una red de sensores sobre una red mesh ZIGBEE.

ZigBee es una tecnología de comunicación inalámbrica que utiliza la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) y por lo general, adopta la banda 2.4GHz para comunicarse con el resto de dispositivos. Zigbee es un sistema de bajo consumo con una tasa de transferencia de datos reducida. Su rango de cobertura es cercano a los 10 metros.

Los principales beneficios que aporta esta tecnología a las comunicaciones IoT son:

- Simplicidad del despliegue y puesta en marcha de la red.
- Se basa en un control distribuido, sin un elemento central, minimizando la dependencia de elementos individuales y el impacto en caso de caídas inesperadas de alguno de los componentes.
- Simplicidad en la gestión remota de dispositivos en remoto.
- Permite un consumo de datos mínimo de los dispositivos, permitiendo prolongar tiempos de vida de las baterías.
- Es una red altamente escalable y flexible, facilitando la introducción de nuevos elementos en la misma de forma transparente.

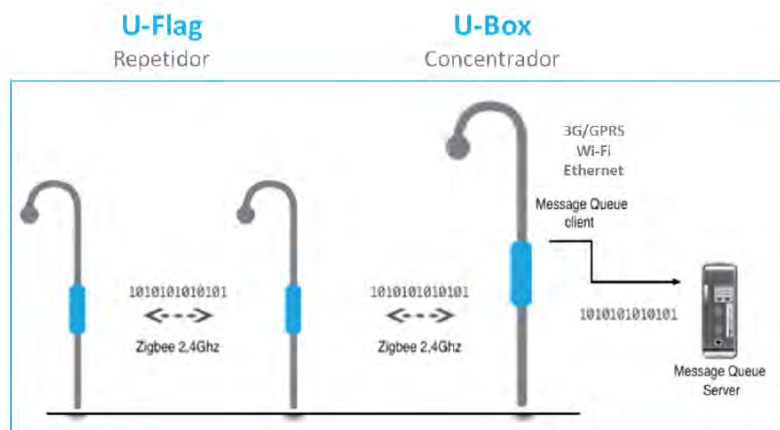


Ilustración 35: Funcionamiento de la red MESH

El despliegue programado de la red se ha dimensionado en base al número de plazas estimadas por sector e incluye unos 20 U-Box y más de 120 U-Flag.

PARQUÍMETROS	Sectores Zona Azul	Nº Plazas	U-Box	U-Flag
34	SECTOR 1 - TRIANA	710	4	26
40	SECTOR 2 - ARENALES	1.008	5	39
30	SECTOR 3 - ALCARAVANERAS	628	3	18
20	SECTOR 4 - SANTA CATALINA	298	2	17
6	SECTOR 5 - CIUDAD JARDÍN	126	1	5
14	SECTOR 6 - CIUDAD ALTA	382	3	12
15	SECTOR 7 - PUERTO	235	3	11
159	TOTALES	3.387	21	128

Ilustración 36: Equipos de Comunicación Smart Parking por Sector

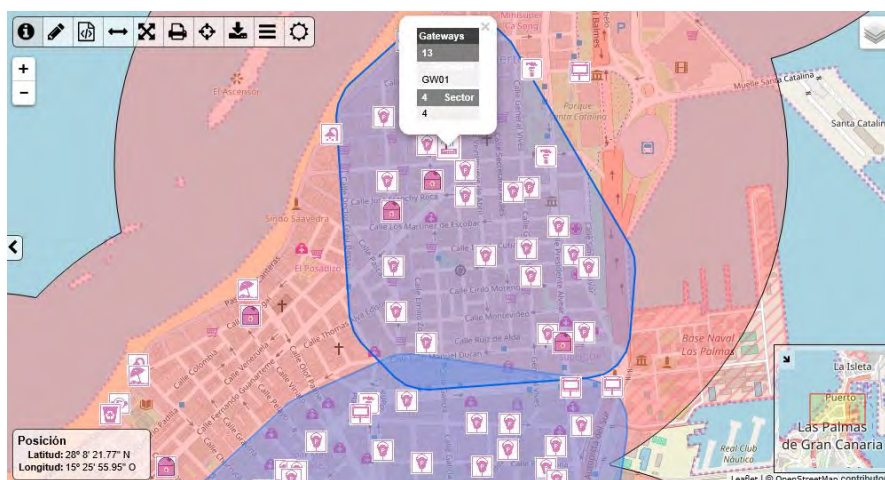


Ilustración 37: Cobertura Smart Park con nodos Zigbee Smart Parking

La solución de Parking Inteligente se refleja en todas las capas de la Plataforma, permitiendo el acceso y gestión tanto de los datos de negocio como de la información relacionada con los dispositivos desplegados o la información que proviene del propio Ayuntamiento o de terceros. Toda esta integración se realiza de modo transparente al gestor de la plataforma y permite una explotación dinámica de la información generada.

Capa	Flujo de información
Adquisición/Interconexión	Sensor de aparcamiento
Conocimiento	Datos de Negocio: Sensor de aparcamiento: Información referenciada a cada plaza (tipo de plaza, ocupación actual, cuando llegó vehículo etc.)
Soporte	Monitorización y gestión de los dispositivos Estatus de la batería de los elementos implantados Alertas sobre los sensores inactivos. Paneles informativos
Interoperabilidad	APIS
Servicios inteligentes	Panel de control informativo Smartphones Cuadro de Mandos Analítica Predictiva

En la siguiente ilustración se puede ver de forma gráfica el Flujo de Datos de la solución de Parking Inteligente así como la propagación tanto de la información de negocio como del estado de los dispositivos dentro de la Plataforma.

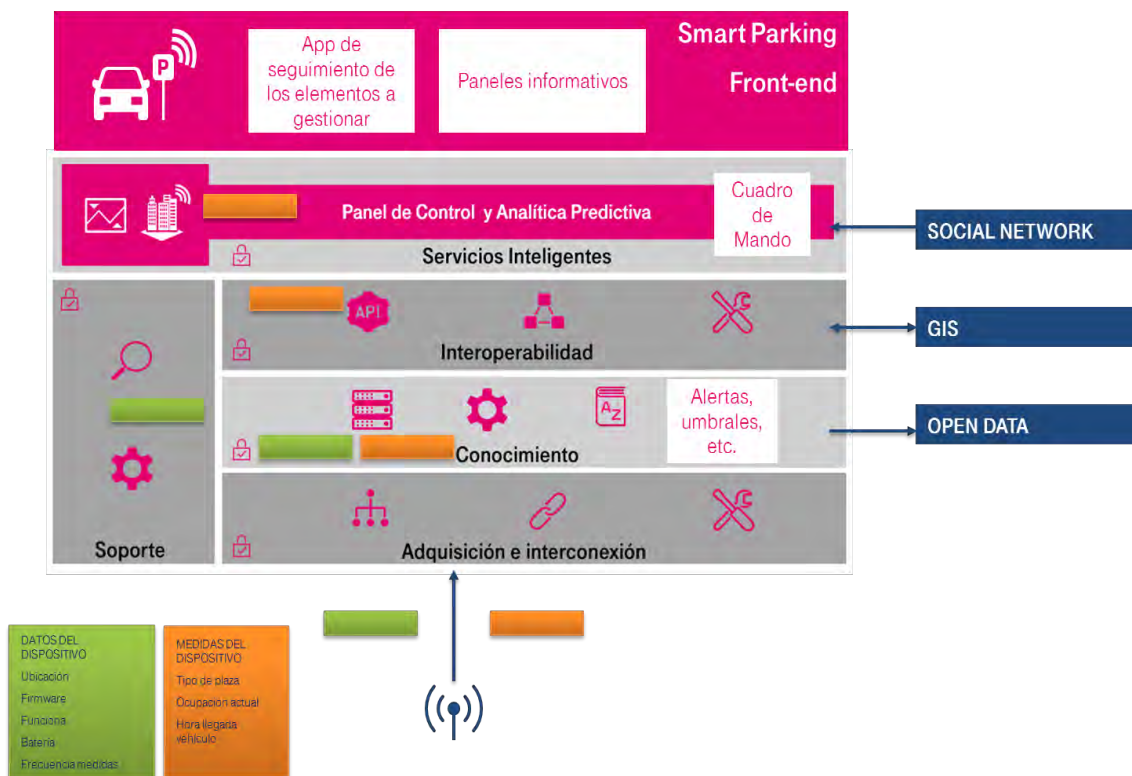


Ilustración 38: Esquema de los Flujos de Información de Parking Inteligente

Integraciones

Este componente dispone de las siguientes integraciones además de las de sus sensores desplegados en la ciudad:

- Con el **Gis** municipal:
 - La plataforma ofrece al componente la información georreferenciada obtenida del GIS del ayuntamiento como cualquier otro campo nativo explotable y consultable que se genere en el sistema y permite que esta se integre dentro del mismo componente como capas de información adicionales y enriquecer los datos de la propia plataforma LPA.
- Con la propia **plataforma ciudad**:
 - La integración del componente con la plataforma es completamente bidireccional , todos los datos de la plataforma están disponibles para el componente y a la vez toda su información queda registrada dentro de la plataforma y se encuentra disponible para ser explotada desde el **BIG DATA** para su posterior análisis o realización e informes predictivos o reporting
 - La información generada también quedará disponible para su integración con los portales de **Open Data** mediante la ejecución de procesos periódicos de exportación de forma automática.
 - La información del componente podrá ser visualizada desde el cuadro de mando municipal.
- Integración con los **sistemas de gestión de aparcamientos** implantados en el Ayuntamiento:
 - Sistema de parquímetros Parkeon.
 - Aplicación móvil LPAPARK.

4.2.2 Smart Beach

Ejes de valor de la propuesta

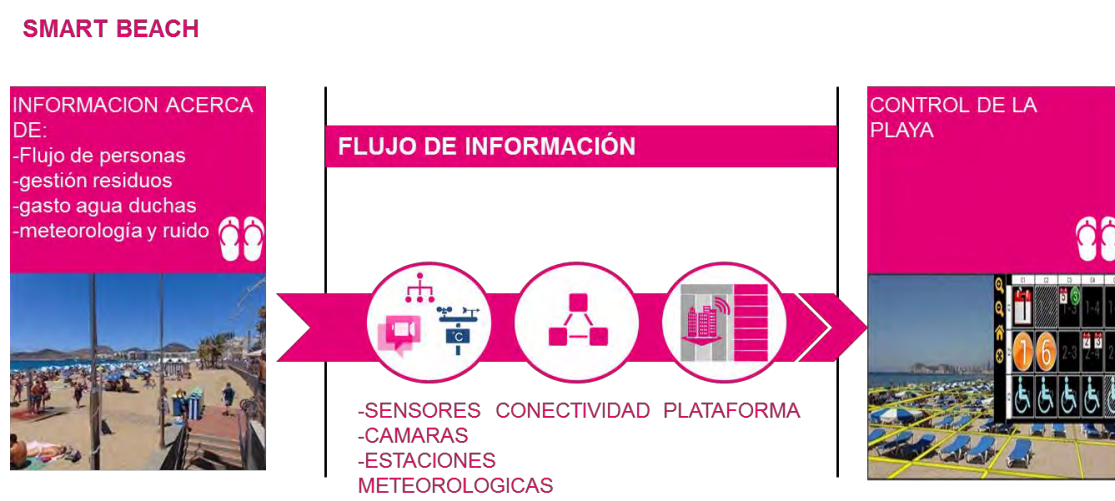


Ilustración 39: Ejes de valor para Smart Beach

- Sistema de indicadores para apoyar la toma de decisiones en la gestión eficiente de las infraestructuras de la playa.
- Sistemas predictivos para dimensionar adecuadamente los servicios públicos destinados a atender a los usuarios de la playa.

Nota: (Este servicio formaría parte de la propuesta de trabajos futuros como evolución del presente proyecto).

- Definición e implementación, de los indicadores asociados a los servicios prestados en la playa de Las Canteras y del cuadro de mando específico para este servicio.

Infraestructura de comunicación y flujos de información

En el proyecto se plantea el despliegue de una red LoRa en la ciudad para su explotación para el componente de Smart Beach.

Se plantea desplegar una red de baja potencia y gran área LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) para dar cobertura a varios dispositivos del proyecto distribuidos por la ciudad.

LoRa es un estándar abierto y global que facilita la conectividad de varios productos smart sin necesitar una infraestructura de grandes dimensiones.

La elección de LoRa WAN clase A como red LPWAN se basa en varias de las bondades que ofrece esta tecnología:

- Tiene un rango de acción con cobertura incluso en lugares cerrados

- Al igual que otras tecnologías WPANs (Wireless personal area networks), LoRa WAN posibilita una comunicación de bajo consumo, lo que conlleva un gasto de alimentación de los equipos muy bajo. Esta es una condición esencial para el bajo coste de mantenimiento del sistema ya que las baterías pueden funcionar sin necesidad de ser recargadas por periodos que pueden llegar a superar los 10 años.
- LoRa WAN es usada comúnmente para soluciones IoT en despliegues de ciudades inteligentes, siendo relativamente fácil encontrar nuevos proveedores que saquen provecho del despliegue existente.
- Gran capacidad de integrar multitud de dispositivos y sensores de diferente naturaleza y un bajo coste de infraestructura.
- Es posible la reutilización de la red para nuevos servicios inteligentes en un futuro con dispositivos que utilicen la misma tecnología. Cada nodo LoRa puede dar cobertura a cerca de 1000 dispositivos, según las condiciones de contorno y los requerimientos de uso de los mismos.
- Los dispositivos con módulo LoRa son bidireccionales, es decir, pueden enviar y recibir mensajes de hasta 242 bytes de una sola vez. El hecho de que el proyecto no incluya como uno de sus verticales la gestión inteligente del alumbrado público, descarta la consideración con red IoT principal otras tecnologías WPAN de ciudad como 6LowPAN.

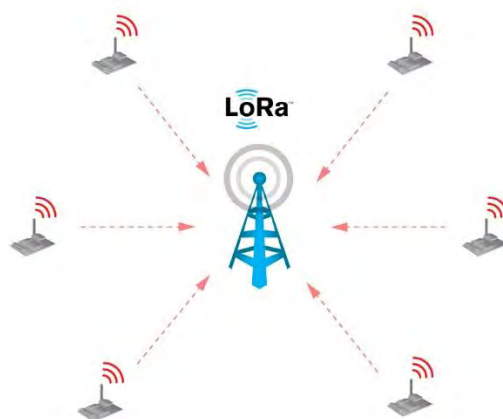


Ilustración 40: Esquema de Red LoRa WAN

Para llevar a cabo todas estas comunicaciones se estima que se ha de instalar una red compuesta de 22 Gateways LoRa (estimación hecha a partir de la cantidad de dispositivos desplegados a conectar) por toda la ciudad, dando cobertura básica en la mayor parte de la ciudad. Se ha aprovechado este despliegue de la red hecha para parques y jardines que se pedía en el pliego inicial. Este planteamiento permite la absorción de nuevos dispositivos y minimiza las posibles ampliaciones en infraestructura de red.

La simplicidad de la red se traslada en el despliegue de un número reducido de estaciones base de exterior que se comunican directamente con los dispositivos.

Se instalarán los sensores requeridos y se conectarán a la plataforma, pudiendo ser gestionados así, de manera centralizada, en grupo o individualmente.

La diversidad de sensores desplegados en el paseo y la playa conlleva una variedad en el uso de redes de comunicaciones desplegadas. Mientras los contadores para duchas o las estaciones meteorológicas pueden conectarse a la red LoRa, otros elementos como las cámaras o los gateways WiFi / Bluetooth requerirán de una conexión directa a la red del operador Municipal.

También es utilizada la red de comunicación vía GPRS/3G.

Tanto los Gateways LoRa y Zigbee presentados como algunos de los dispositivos de otras soluciones verticales aprovecharán la red multiservicio del Ayuntamiento (que es provista por la operadora Telefónica), conectándose directamente a la plataforma a través de GPRS o 3G.

Las motivaciones para conectarse directamente a esta red y no a través de las redes IoT desplegadas se ha realizado en base a diversos criterios:

- **Dispositivos con alta movilidad**, como es el caso de las Flotas de Vehículos de Recogida de Basuras. Las redes IoT no están diseñadas para gestionar correctamente los posibles handovers entre celdas.
- **Dispositivos con alta dispersión en el territorio**, como es el caso de los contenedores de basura. A nivel genérico el pliego pedía todos los contenedores de la ciudad tanto para la componente de Smart Beach como para la gestión de residuos y por tanto se ha aprovechado este despliegue.

La posibilidad que varios contenedores pudieran quedar fuera del alcance de la red diseñada, ahora o en un futuro, obligaría a disponer de sensores con la misma funcionalidad conectados a distintas redes, complicando así las tareas de operación, mantenimiento y obligando a realizar una trazabilidad independiente de cada tipo de contenedor. Ante esta situación se ha decidido proponer un único modelo equipo, conscientes de las penalizaciones a nivel de comunicación que conlleva dicha solución.

- **Dispositivos con alta demanda de ancho de banda**, como pueden ser las cámaras de la Playa de Las Canteras. Las redes IoT no están pensadas para comunicaciones que demandan intercambios de volúmenes importantes de datos. En estos casos la red 3G actual es la mejor solución disponible.

En base a la disposición de los equipos Smart Beach que se acuerde en los replanteos iniciales, puede ser recomendable desplegar FO (Fibra Optica) para facilitar el servicio de algunos componentes. Esta posibilidad debería ser analizada considerando no solo el uso actual de las cámaras sino valorando su posible reutilización o expansión con fines relacionados con la Seguridad.El sistema se integrará con la plataforma de ciudad. Toda la información generada por el sistema se integrará con las bases de datos unificadas y con el BIG DATA de modo que se pueda explotar por los diferentes servicios de la plataforma.

La solución de Smart Beach se refleja en todas las capas de la Plataforma, permitiendo el acceso y gestión tanto de los datos de negocio como de la información relacionada con los dispositivos desplegados o la información que proviene del propio Ayuntamiento o de terceros. Toda esta integración se realiza de modo transparente al gestor de la plataforma y permite una explotación dinámica de la información generada.

Capa	Flujo de información
	Cámaras
	Estaciones meteorológicas
Adquisición/Interconexión	Sensores volumétricos en contenedores
	Sistema de control del gasto de agua en las duchas públicas
	WiFi Scanner y Bluetooth scanner
Conocimiento	Datos de Negocio:

Capa	Flujo de información
	Grado de ocupación (flujo de personas) Humedad, Temperatura, Presión atmosférica, Velocidad y dirección del viento, Precipitación, Radiación solar, sensor de ruido Estado de las papeleras/contenedores Control y predicción sobre el gasto del agua
Soporte	Monitorización y gestión de los dispositivos Estatus de la batería de los elementos implantados Alertas sobre los sensores inactivos. Paneles informativos
Interoperabilidad	APIS
Servicios inteligentes	Estaciones meteorológicas Gestión del ruido Gestión del agua de las duchas Gestión de residuos Control del flujo de personas

El Cuadro de Mando Específico de Smart Beach incluirá una visión completa con todos los dispositivos desplegados en la Playa de Las Canteras, las herramientas para el seguimiento de indicadores y la posibilidad de aprovechar datos de otras fuentes, tanto internas como externas.



Ilustración 41: Despliegue de Sensores en la Playa de Las Canteras

En la siguiente ilustración se puede ver de forma gráfica el Flujo de Datos de la solución de Smart Beach así como la propagación tanto de la información de negocio como del estado de los dispositivos dentro de la Plataforma.

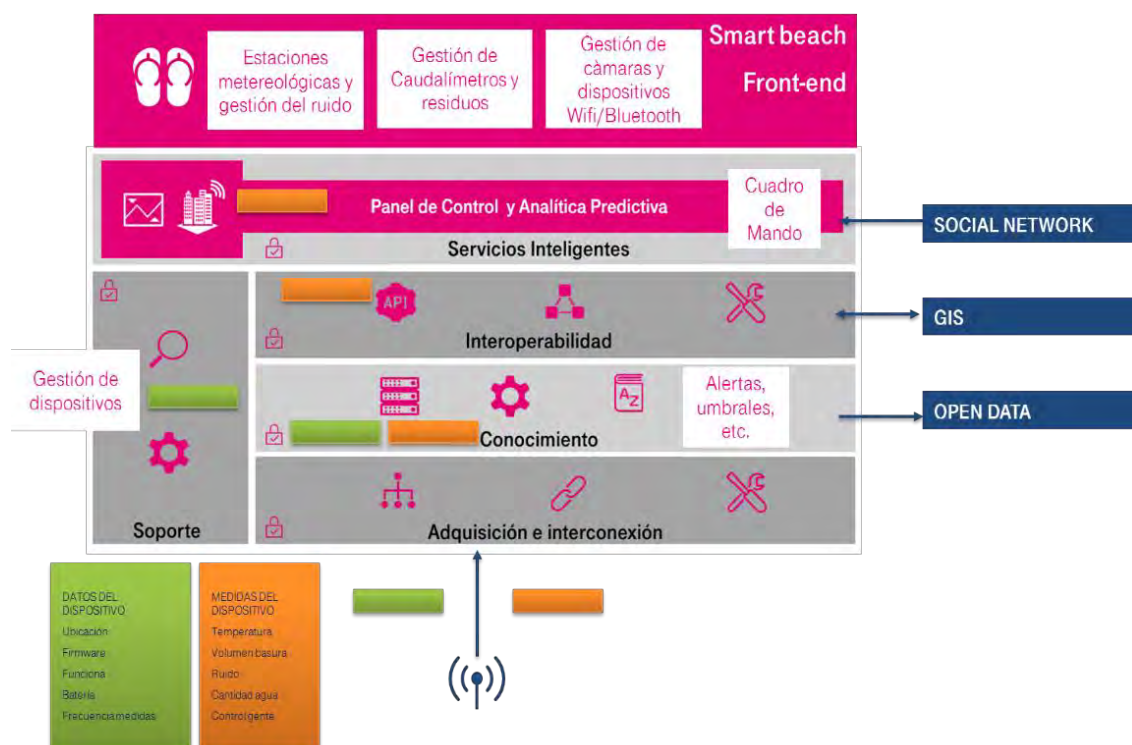


Ilustración 42: Esquema de los Flujos de Información de Smart Beach

Integraciones

Este componente dispone de las siguientes integraciones además de las de sus sensores desplegados en la ciudad:

- Con el **Gis** municipal:
 - La plataforma ofrece al componente la información georreferenciada obtenida del GIS del ayuntamiento como cualquier otro campo nativo explotable y consultable que se genere en el sistema y permite que esta se integre dentro del mismo componente como capas de información adicionales y enriquecer los datos de la propia plataforma LPA.
- Con la propia **plataforma ciudad**:
 - La integración del componente con la plataforma es completamente bidireccional, todos los datos de la plataforma están disponibles para el componente y a la vez toda su información queda registrada dentro de la plataforma y se encuentra disponible para ser explotada desde el **BIG DATA** para su posterior análisis o realización e informes predictivos o reporting
- La información generada también quedará disponible para su integración con los portales de **Open Data** mediante la ejecución de procesos periódicos de exportación de forma automática.
 - La información del componente podrá ser visualizada desde el cuadro de mando municipal.

5. Parte práctica

Después de haber visto la solución propuesta para la Plataforma Smart City, vamos a intentar hacer un diagnóstico sencillo de lo que se ha explicado y probar las diferentes funcionalidades de la Plataforma.

1. Por un lado se va a poner en práctica el concepto de la petición de ejecución de una API. Se realizará una prueba sencilla para poder ver el proceso de comunicación que se establece entre capas.

2. Por otro lado también con el dashboard del entorno CKC ofrecido por CISCO se quiere ver en la vista del mapa las diferentes funcionalidades de la ciudad como los contenedores, la densidad de gente, el medioambiente etc. e incluso como se puede cambiar el estado de un evento. Para ello Cisco nos ofrece reservar durante un periodo de tiempo su entorno para probarlo.

3. Y también probaremos de crear algún evento y regla de negocio asociado al parking en el entorno CKC.

El evento y la regla de negocio son conceptos muy parecidos para ver bien la diferencia se tendrían que poner casos específicos, de todas formas analizando los dos conceptos se podría decir que en el evento a través de un input se genera una acción que pueda servir como alarma/alerta y en la regla de negocio se analiza la información disponible y se crea una situación de uso inteligente.

5.1. Configuración de parámetros

1. Para lanzar la petición de una API, se realizará con el ejemplo de la petición de una API "Login" y una API "accounts", que a través de un programa llamado SOAPUI podemos simular las peticiones de estas APIs de inicio de sesión y cuenta para identificarse como en el caso del sensor de parking.

2. Respecto a la visualización del dashboard y la vista en el mapa de las distintas funcionalidades de la ciudad no hará falta configurar nada sino seleccionar la funcionalidad que se quiera visualizar en Dashboard y si se quiere más detalle de ella buscar un icono en el mapa para poder ver en particular la información de ese ítem.

- Se mirará la información detalla de un contenedor.
- Se cambiará el estado de un evento.
- Se mirará la temperatura y la dirección de los vehículos a la vez.

3. Para el caso de la regla de negocio se realizará la siguiente regla de negocio:

Zona de carga a partir de las 06:30 pm.

Para el caso del evento se probará lo siguiente:

Que cuando una plaza de parking esté ocupada se encienda la luz con una intensidad de 10 y un radio 5000 pies que equivale a 1.5km aproximadamente.

Dado que el entorno está muy virgen todavía porque está en fase de pruebas no se pueden hacer reglas de negocio o eventos más sofisticados. Pero si los suficientes para crear cierta inteligencia de ciudad.

5.2. Resultados

A continuación se lanzan las peticiones de las APIs para ver cómo sería el proceso de establecer conexión.

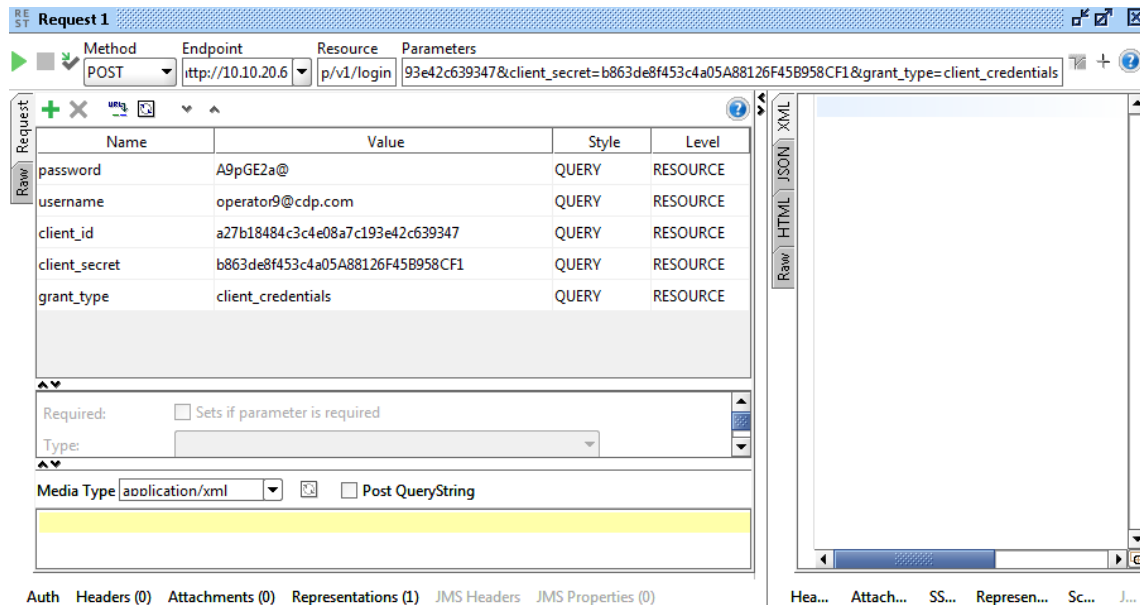


Ilustración 43: Petición de API “Login” lanzada con la utilidad SOAPUI

Con el programa SOAPUI se ha probado de lanzar una petición a la API de “Login”.

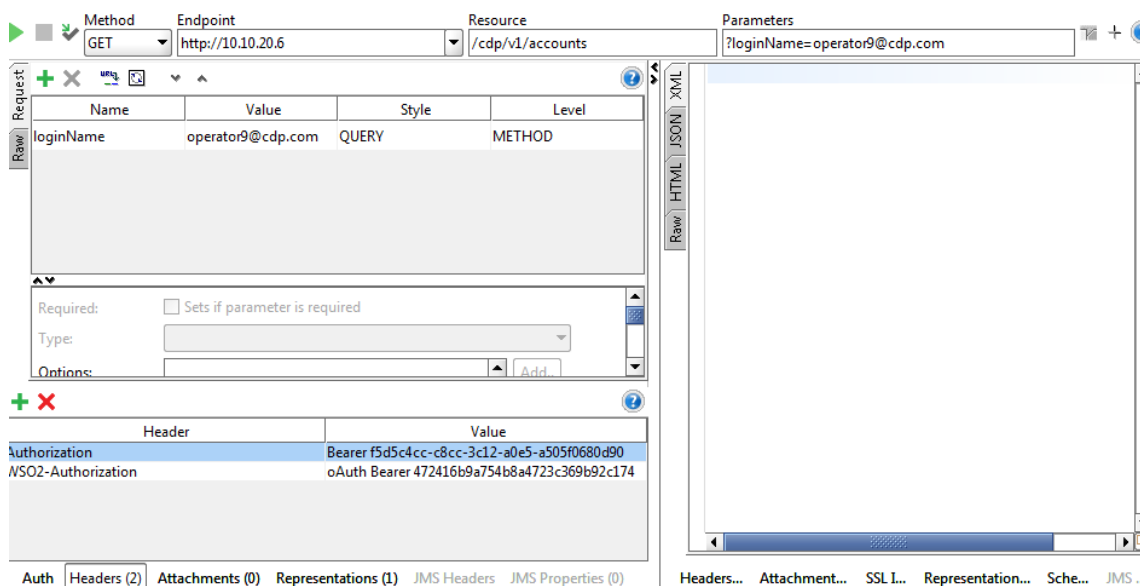


Ilustración 44: Petición de API “accounts” lanzada con la utilidad SOAPUI

De la misma forma se lanza una petición de API para que nos de la cuenta de usuario.

Esta serían los datos a introducir:

There are four pieces of information that you will need to access your user profile:

- Username: operator9@cdp.com
- Password: **A9pGE2a@**
- Client_ID: **a27b18484c3c4e08a7c193e42c639347**
- Client_Secret: **b863de8f453c4a05A88126F45B958CF1**

El programa haría lo siguiente:

http://10.10.20.6/cdp/v1/login/?password=A9pGE2a@&username=operator9@cdp.com&client_d=a27b18484c3c4e08a7c193e42c639347&client_secret=b863de8f453c4a05A88126F45B958F1&grant_type=client_credentials

SoapUI proyecto RequestToCDF

Resultado petición de login

```
<data contentType="application/octet-stream" contentLength="209">
{
  "app_expires_in":1727,
  "api_expires_in":136,
  "app_access_token":"472416b9a754b8a4723c369b92c174",
  "app_refresh_token":"97eafd4838c1344f637e646396634b13",
  "api_access_token":"3adc0f11-e002-3850-af18-a0ac3954c5a2"
}
</data>
<data contentType="application/octet-stream" contentLength="209">
<![CDATA[{"app_expires_in":818,
"api_expires_in":2526,
"app_access_token":"472416b9a754b8a4723c369b92c174",
"app_refresh_token":"97eafd4838c1344f637e646396634b13",
"api_access_token":"f5d5c4cc-c8cc-3c12-a0e5-a505f0680d90"}]]>
</data>
```

Petición RAW:

```
GET http://10.10.20.6/cdp/v1/accounts?loginName=operator9%40cdp.com HTTP/1.1
Accept-Encoding: gzip,deflate
Authorization: Bearer f5d5c4cc-c8cc-3c12-a0e5-a505f0680d90
WSO2-Authorization: oAuth Bearer 472416b9a754b8a4723c369b92c174
User-Agent: Jakarta Commons-HttpClient/3.1
Host: 10.10.20.6
```

Respuesta RAW:

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 16 Jan 2018 14:49:18 GMT
Server: Apache/2.4.6 (Red Hat Enterprise Linux)
Access-Control-Allow-Origin: *
Access-Control-Allow-Methods: POST,GET,DELETE,PUT,HEAD
Access-Control-Allow-Headers: authorization,Access-Control-Allow-Origin,Content-Type
Content-Type: application/xml
Vary: Accept-Encoding
Content-Encoding: gzip
Content-Length: 483
Datos...
```

```
{
  "id": "500218",
  "updatedOn": "2017-04-21T09:05:45.293",
  "accountReferenceId": "C00000120",
  "name": "OPERATOR9", "emailAddress": "operator9@cdp.com",
  "phoneNumber": "+911234567890"
}
```

Para comprobar la información sobre el llenado de un contenedor en una ubicación concreta, en el Dashboard seleccionamos la componente *Waste Management* y escogemos un contenedor para poder visualizar toda la información detallada sobre este.

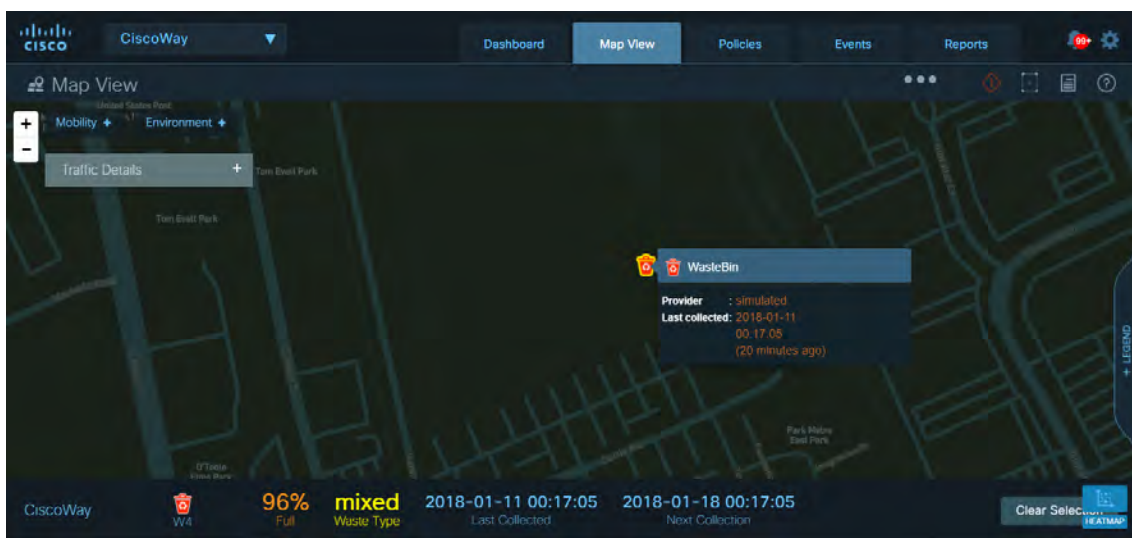


Ilustración 45: Estado de llenado de un contenedor

En esta captura se puede ver el cambio de estado de un evento, en caso de que hiciera falta.

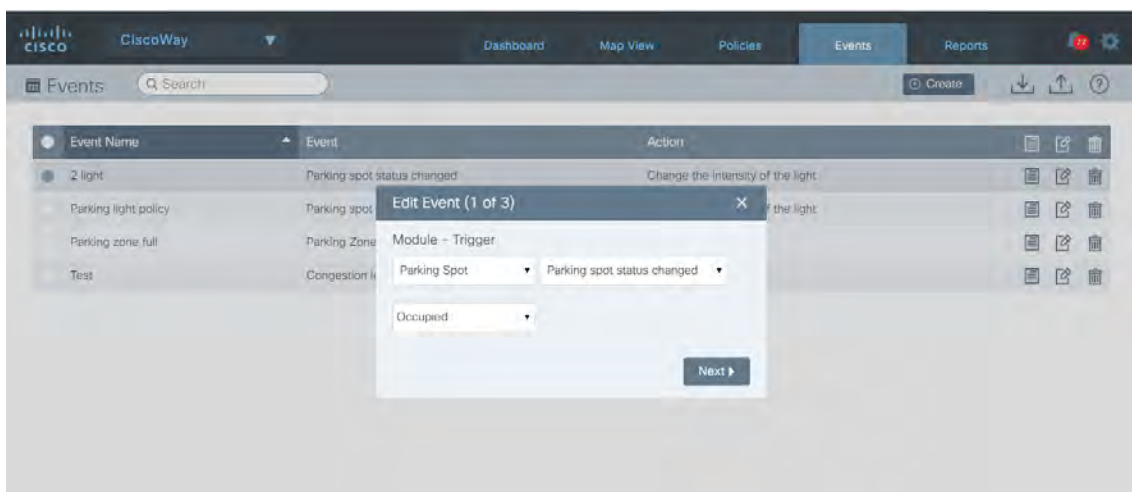


Ilustración 46: Evento editado

También en la misma venta del mapa se puede observar a la vez, la temperatura, los contenedores y la dirección de los vehículos. Seleccionando las componentes: *Environment (Temperature)* y *Mobility (Vehicle direction)*.

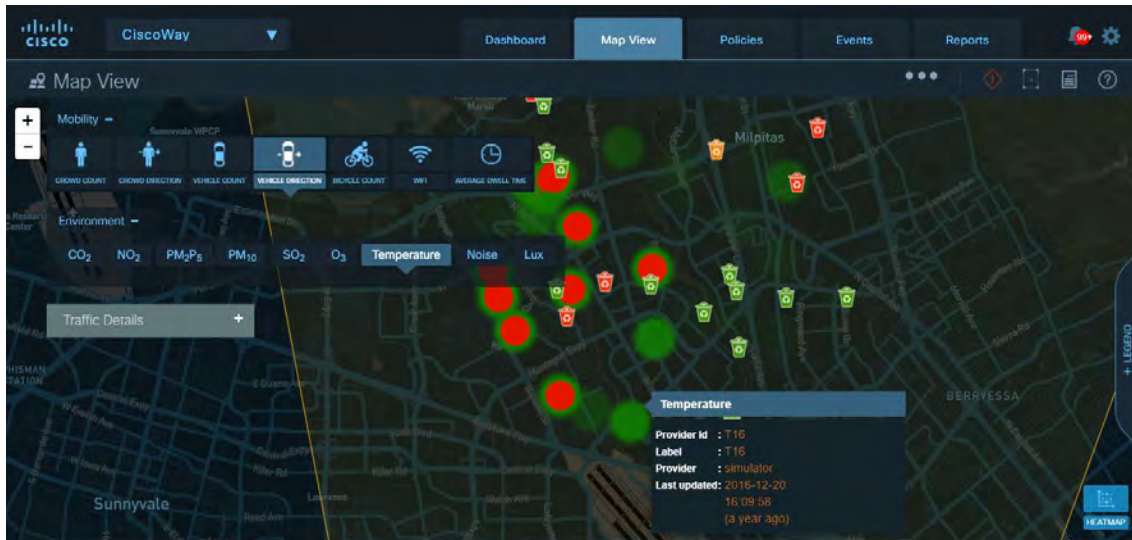


Ilustración 47: Información varia

Para el caso de la regla de negocio se ha hecho una captura de pantalla en el dashboard de la ejecución de esta y como poderla guardar en el apartado de reglas.

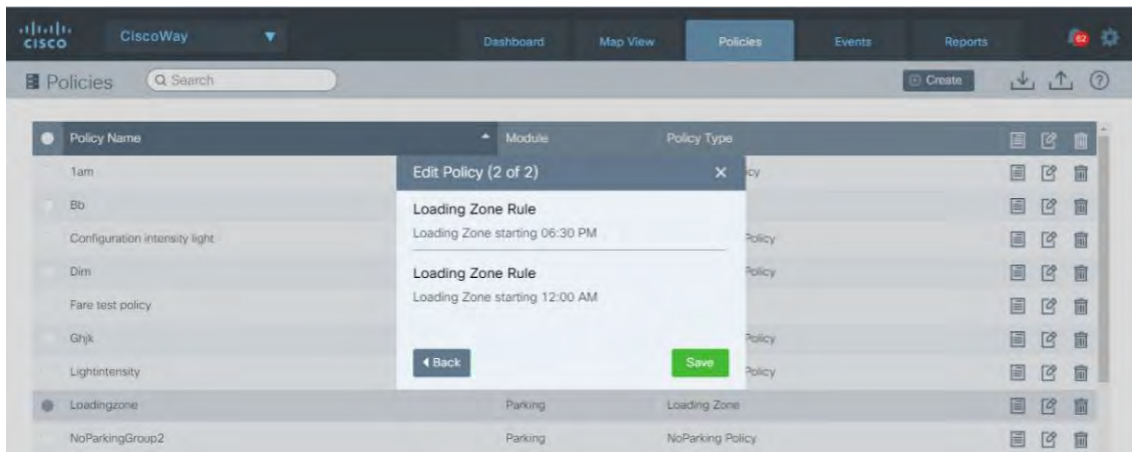


Ilustración 48: Regla de negocio

Lo mismo para el caso del evento:

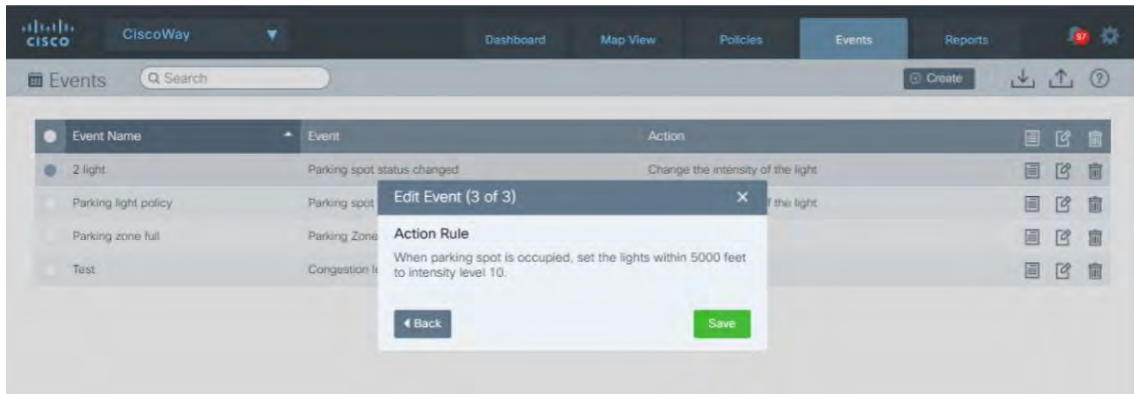


Ilustración 49: Evento

6. Conclusiones

Del proyecto sacamos 3 principales conclusiones.

La primera es que la decisión de tomar un entorno u otro lo acabó sentenciando el cliente ya que pidió que la Plataforma fuer On- premise. Esto significa que a la hora de decidir por un producto se ha de hacer un examen exhaustivo sobre lo que hay disponible y que es lo que más conviene para el interesado según su objetivo. Aun así después de este análisis podemos encontrar opciones prácticamente equivalentes, en ese caso se tendría que valorar más a fondo cada una de ellas pensando a largo plazo las ventajas que te daría una respecto la otra.

La segunda es que hemos analizado también las diferentes tecnologías de comunicación, y hemos concluido que no es que haya una mejor que otra sino que según el caso de uso una ofrece mayores ventajas que otra. En el caso de uso del Parking Inteligente era más eficiente utilizar Zigbee ya que se adecuaba más a la solución. Al estar las plazas de parking juntas se requiere poca distancia de comunicación y Zigbee es una tecnología inalámbrica de corto alcance. También tiene una tasa baja de datos, cosa que en el caso del parking no se requiere un volumen de envío constante ni alto de información. Y al ser una red de bajo consumo ofrece mejores prestaciones que otras. En el caso de Smart Beach se ha escogido LoRa porque junto con la componente de parques y jardines se cubre toda la ciudad dando conectividad a los diferentes dispositivos desplegados. Además tiene la ventaja que a diferencia de Sigfox no requiere pagar por un servicio de red comunicaciones sino que se puede montar el despliegue de la red a medida de lo que se quiera. También está mejor preparada para la comunicación bidireccional en tiempo real con dispositivos IoT y es de bajo consumo.

Narrowband IoT podría ser otra alternativa pero debido al escaso periodo de madurez aquí en España de momento no se ha apostado por ello. Vodafone es la operadora que trabaja con dicha tecnología.

La tercera conclusión que sacamos del proyecto es respecto al diseño de la Plataforma en sí. Hemos podido ver cómo está estructurada una Plataforma Smart City para que pueda actuar como núcleo inteligente de la ciudad. Hemos podido ver que dicha Plataforma se construye en base a 3 pilares principales (Adquisición, Inteligencia y Visualización), y que gracias a este esqueleto se puede dar servicio final a la ciudad.

Hemos ido a través de sus diferentes capas y hemos podido comprobar que cada una de ellas tiene su función con sus propias componentes, pero con una conexión directa entre ellas para actuar como columna vertebral de la información que se procesa, y aun así requiere de unas APIs para que todo tenga sentido. Y todo se basa en los casos de uso explicados que hacen perfilar la Plataforma. No es fácil adaptarse a los casos de uso de una ciudad porque son muy distintos entre sí y la mayoría de veces se tratan con proveedores distintos. Esto, complica mucho las tareas internas de cómo adaptar la Plataforma a lo que se pide, puesto que en lo que hemos visto en las distintas capas de la Plataforma, se requiere unificar toda la información para que llegue arriba de forma útil y entendible, además de si se quiere crear situaciones "inteligentes" esto supone cruzar información y ello implica una configuración de las APIs concreta para que funcione correctamente.

7. Propuesta de trabajos futuros como evolución del presente proyecto

La idea de las plataformas Smart City como se ha explicado anteriormente es que actúen como un servicio inteligente de la ciudad y ayude a prever situaciones futuras basándose en sus análisis del pasado. A partir de datos recibidos, estos son explotados para sacar información útil relevante. De ahí sale el concepto de modelo predictivo y el BI. Dos conceptos que en el caso de uso del Smart beach para este proyecto tienen mucha relevancia. A continuación se explica en detalle dichos modelos.

Modelo de predicción y BI

La vertical de Smart beach sería todavía más completa si se analizaran 2 casos de uso predictivos, uno de los cuales debe basarse en una solución o caso de uso propuesta por el proveedor.

Modelo predictivo (Caso de Uso 1):

El primer modelo supone el estudio de las Variaciones de la afluencia de público a las playas según:

- Accesos
- Hora
- Día

El modelo debe analizar los comportamientos grupales y aportar información para dimensionar los servicios de atención al público.

Por ejemplo, si aumenta dos grados la temperatura en julio, el consumo de agua estimado sería X y el número de personas estimadas que acudirán a la playa sería de Y. El caso puede aplicarse a otras condiciones como los días festivos, los fines de semana de septiembre, etc.

Modelo predictivo (Caso de Uso 2):

La segunda propuesta parte de la utilización de la información obtenida en el modelo definido para el caso de uso predictivo detallado para la propuesta de planificación del transporte público y del transporte no motorizado y que utiliza información del transporte público, así como datos bancarios, de telefonía móvil, etc.

En este modelo se trataría de clasificar al público de las playas según su tipología (residentes, turistas nacionales e internacionales). El resultado desarrollaría un perfil de las diferentes tipologías del público de la playa, en base a diferentes características:

Tipología del público (residente, turista nacional o internacional).

Gasto medio.

Época de uso de las playas.

Localización más usada.

Ingresos proporcionados.

Gastos ocasionados.

Residuos generados.

Transporte utilizado.

Tráfico de Voz y Datos generado.

Ambos modelos trabajarán sobre la Playa de Las Canteras y los accesos a las mismas. En estos Paseos, especialmente en los accesos a la arena, siguiendo las necesidades del proyecto, se dispondrá al menos de:

Gateways necesarios para monitorizar los dispositivos móviles (wifi y Bluetooth) que pasen por los accesos

Cámaras para conteo de personas accediendo a la playa

Estaciones meteorológicas y sensores de ruido

Sensorización de contenedores que se encuentran enjaulados a lo largo de la playa

Sensorización de duchas instaladas en la playa que permitirán conocer el gasto de agua.

Los proyectos asociados a estos Casos de Uso se realizarán en un total de cinco fases:

Fase 1. Análisis de las Fuentes de Datos

Fase 2. Captación de los Datos

Fase 3. Análisis de los Datos

Fase 4. Procesado

Fase 5. Visualización y Reporting

Fase 1. Análisis de las Fuentes de Datos

En la primera fase, se realiza un estudio de las fuentes de los datos. Se analizan las fuentes, procedentes de los siguientes sistemas:

Gateways WiFi/Bluetooth scanners

Conteo de personas por cámara

Sensores Volumétricos

Sensores Caudalímetros (duchas)

Estaciones Meteorológicas

Información de Transporte: Guaguas / Parking / Bybike / Tráfico / Ayuntamiento

Dispositivos Móviles

Entidad Bancaria

Instituto Nacional de Estadística

Redes Sociales

Fuentes RSS

Otras Fuentes

La información que habría que comprobar que se tiene es:

Gateways:

- Número de entradas y salidas de personas en los puntos de acceso a la arena
- Tiempo de estancia en la playa
- Ocupación del paseo que recorre la playa
- Tiempo de permanencia en el paseo.

Cámaras:

- Número de personas entrantes y salientes por los accesos a la arena

Estaciones Meteorológicas:

- Humedad
- Temperatura
- Presión Atmosférica
- Velocidad y Dirección del viento
- Precipitación
- Radiación solar
- Nivel de Ruido

Sensores Volumétricos:

- Tipo de Contenedor: Papel / Envases y plásticos / Vidrio / Basura orgánica
- Volumen de ocupación
- Timestamp de la medida

Caudalímetros:

- Gasto de agua
- Timestamp de la medida
- Estado Abierto/Cerrado

Guaguas:

- Interés en las líneas y paradas de acceso a la Arena.
- Eventos de uso de título de transporte.
- Subida de un usuario
- Bajada de un usuario
- Timestamp de los eventos, número de parada, tipo de título.
- Geolocalización de las paradas.

Parking:

- Interés en los parking cercanos a los accesos a la Arena.
- País de origen matrícula
- Timestamp de entrada al parking
- Timestamp salida del parking
- Geolocalización del parking
- Si hay más de una, entrada/salida escogida y geolocalización del acceso.

Bybike:

- Especial interés en las estaciones de acceso a la Arena.
- Identificador del usuario y su información de localización, edad, etc. (Convenientemente ofuscado)
- Timestamp de recogida y de devolución de la estación.
- Geolocalización de las estaciones.

Tráfico:

- Interés en los accesos a las playas.
- Flujos de tráfico
- Sensores Bluetooth de los semáforos
- Existe identificación por matrícula?
- ¿Qué más información hay disponible?

Las fuentes externas, no incluidas en la presente oferta para estos casos de uso, que se pueden identificar son:

Dispositivos Móviles:

- Especial interés en las células de las playas.
- Información de geolocalización y movilidad de usuarios de la operadora móvil en Las Palmas:
- Localización con timestamp, al menos en célula
- Tráfico de llamadas
- Identificador de usuario con información de origen
- Información de geolocalización y movilidad de usuarios de las estaciones repetidoras de la operadora.

Entidad Bancaria:

- Especial interés en los TPVs cercanos a las playas
- Localización del TPV
- Origen del usuario de la tarjeta de crédito
- Timestamp de la transacción
- Importe (al menos en rango)
- Código de Actividad del Comercio, al menos 2 niveles de categoría.

Fuentes alternativas que se pueden incluir:

Instituto Nacional de Estadística:

- Información de población y turistas
- Información demográfica de los residentes en Las Palmas: edad, sexo, nivel salarial, etc...
- Información de flujos turísticos en Las Palmas.

Redes Sociales:

- Estudio de los hashtags y palabras clave de interés
- Identificación de cuentas en RRSS de interés controladas o con disponibilidad para el Ayuntamiento.
- Seguimiento de interacciones y seguimiento de estas cuentas

Fuentes RSS de eventos:

- Identificación de las principales fuentes RSS de información y eventos específicos de Las Palmas
- Interacción con usuarios
- Seguimientos en RRSS con hashtags y/o cuentas.

Otras fuentes:

Con la ayuda del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria, localizar otras fuentes de datos de interés para el estudio.

Fase 2. Captación de datos

En esta fase, de duración indeterminada, se realizará la captación de los datos necesarios para el estudio, según las fuentes encontradas.

Al tratarse la mayoría de las fuentes de datos provenientes de sensores todavía por instalar, hasta la instalación de los sensores y la puesta en marcha del sistema, no se podrá realizar la recogida de la información.

Fase 3. Análisis de los Datos

Una vez realizada la captación de los datos, se procede al análisis de los mismos.

Este análisis supone un análisis exploratorio de todas las fuentes de datos para tratar de buscar correlaciones entre las variables más destacadas.

Como no existe una categorización absoluta de la información disponible, se desplegarán una serie de algoritmos de clusterización que permitirán la identificación ciega de las distintas categorías en una mejor proporción que el dato en bruto.

El análisis de regresión nos permite descubrir estas relaciones entre variables que nos permitirán modelizar y esbozar el patrón de los comportamientos a nivel de tráfico de las personas que estén en el tiempo de estudio en la isla.

El reconocimiento de patrones permitirá predecir los movimientos de la gente y proporciona información útil para la planificación del transporte público y el análisis de las inversiones.

Fase 4. Procesado

Realizado el planteamiento y parametrización de los algoritmos, hay que procesar todos los sets de datos y generar la información resultante.

Fase 5. Visualización y Reporting

En esta fase se realizará el reporting de toda la información para responder a los principales objetivos de los dos modelos: Variaciones de afluencia a las playas y Modelización de público de las playas.

Modelo predictivo de afluencia a las playas según: Accesos / Horas / Días

Reporting predictivo con origen en datos meteorológicos, fecha, tipo de temporada, etc.

Estimación de gastos asociados a la afluencia a las playas:

- Caudales de agua de las duchas.
- Recogida de residuos.

Estimación predictiva de ingresos por tipo de público.

Modelización de patrones de afluencia de usuarios a las playas.

Gestión de la Congestión de los accesos y los paseos colindantes a las playas.

8. Bibliografía

- (s.f.). Obtenido de -
<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s09/project/reports/telefonía%20móvil%203G.pdf>
- Gobierno de España. MINISTERIO DE INDUSTRIA, E. Y. (2016). *Modelo español de plataformas de Ciudades Inteligentes*. .
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, E. Y. (2016). *Desarrollo de Metodología y Estudio sobre los Niveles de Interoperabilidad de las Principales Plataformas de Gestión de Servicios de las Ciudades Inteligentes*. Gobierno de España. .
- (CTecno), C. (2012). *Hoja de ruta para la Smart City*. Barcelona.
- (EAE), M. (2015). *PLAN DE MARKETING. División SmartCities de WifiActiva*. Barcelona.
- Canaria, A. d. (2016). *LPA Inteligencia Azul*. La Palmas de Gran Canaria.
- Cendón, B. (s.f.). *Las redes más usadas en el IoT*. Obtenido de - <http://www.bcendon.com/las-redes-mas-usadas-en-el-iot/>
- Cisco., . (s.f.). *Prague Smart City Technical Response*.
- EFOR. (s.f.). *Tecnologías de comunicación para IoT*. Obtenido de - <https://www.efor.es/sites/default/files/tecnologias-de-comunicacion-para-iot.pdf>
- sostenibilidad., A. (2012). *Smart Cities*.
- Teched, S. (2017). – *SAP Leonardo IoT Portfolio and Strategy*.
- Turismo), G. (2016). *Modelo español de plataformas de Ciudades Inteligentes*.