

Trabajo de Fin de Grado

Modelo para el diseño y desarrollo de aplicaciones en ciudades inteligentes

Model for design and development of applications in Smart cities

David Mejía Sánchez

D. **Felix Herrera Priano**, con N.I.F. 42.081.335-Y profesor del área de ingeniería telemática adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Laguna, como tutor

CERTIFICA

Que la presente memoria titulada:

“Modelo para el diseño y desarrollo de aplicaciones en ciudades inteligentes”

ha sido realizada bajo su dirección por D. **David Mejía Sánchez**,

con N.I.F. 78643480-V.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 11 de septiembre de 2020

Agradecimientos

Agradezco a todos mis familiares, amigos, compañeros de clase, profesores y todas las personas que han formado parte de mi vida a lo largo de estos años de estudios universitarios que han hecho posible llegar hasta aquí.

Licencia



© Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen

Las aplicaciones móviles o *apps* son uno de los éxitos en la interacción de los usuarios con las organizaciones.

Las ciudades inteligentes también han entrado en la potenciación de servicios a través de este medio de cara al ciudadano. No obstante, llama la atención la diversidad y heterogeneidad de los mismos en función de la ciudad seleccionada.

Este trabajo se centra en dos objetivos:

Primero, analizar de forma intensa los servicios ofertados en diferentes ciudades del mundo (nivel nacional/internacional) a través de *apps* públicas e identificar las mejores prácticas o patrones comunes de servicios.

Segundo, proponer el diseño de una *app* integral (entorno de desarrollo) pero con un nuevo enfoque tanto en la programación como en la información, más centrado en la utilidad y eficiencia para el ciudadano.

Palabras clave: Smart Cities, Apps, Ionic, AngularJS, NodeJS, MongoDB, Express, Typescript ...

Abstract

Mobile applications are considered one of the successful interactions between users and organisers.

Smart cities also take part promoting services through this channel which is quite extended with regard to the citizens. Nevertheless, what most stands out is the diversity and heterogeneity of these in relation to the selected city.

This project focuses on two different objectives. Firstly, the analysis of the services offered in different cities around the world (both at national and international levels) and the identification of the best practices or common factors in the services.

Secondly, proposing the design of an integral application (under a developmental environment) but with a new focus, more centered in the usefulness and efficiency for citizens.

Keywords: *Smart Cities, Apps, Ionic, AngularJS, NodeJS, MongoDB, Express, Typescript ...*

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 OBJETIVO DEL TRABAJO.....	9
2. PROBLEMA Y ANÁLISIS.....	10
2.1 PROBLEMA	10
2.2 ANÁLISIS	11
<i>Ciudad 1 - Santa Cruz de Tenerife.....</i>	<i>12</i>
<i>Ciudad 2 - Las Palmas de Gran Canaria</i>	<i>13</i>
<i>Ciudad 3 - Madrid.....</i>	<i>15</i>
<i>Ciudad 4 - Barcelona</i>	<i>19</i>
<i>Ciudad 5 - Nueva York.....</i>	<i>23</i>
<i>Ciudad 6 - Singapur.....</i>	<i>25</i>
<i>Ciudad 7- Logroño (ejemplo app única).....</i>	<i>27</i>
<i>Resumen GLOBAL del análisis.....</i>	<i>28</i>
3. SOLUCIÓN	31
¿INTEGRAR O DESCENTRALIZAR?	31
S1 - CIUDAD TIPO QUE MAXIMICE EL USO DE APLICACIONES EXTERNAS.....	33
S2- CIUDAD QUE INTEGRE TODOS LOS SECTORES CON APLICACIONES ÚTILES.	34
S3 - CIUDAD TIPO QUE REALICE UNA INTEGRACIÓN COMPLETA DE SERVICIOS	35
<i>a) Seleccionar las tecnologías y herramientas adecuadas</i>	<i>36</i>
<i>b) Plantear una arquitectura de la información y de los servicios.....</i>	<i>38</i>
<i>c) Arquitectura del sistema</i>	<i>40</i>
<i>Caso de uso</i>	<i>45</i>
4. CONCLUSIÓN.....	47
5. CONCLUSIONS	47

Índice de Tablas

Tabla 1. App Santa Cruz de Tenerife.....	12
Tabla 2.App Las Palmas de Gran Canaria	13
Tabla 3. App Madrid.....	15
Tabla 4.App Barcelona.....	19
Tabla 5. App Nueva York	23
Tabla 6. App Singapur	26
Tabla 7. Comparativa App Transporte.....	28
Tabla 8. Comparativa App Turismo.....	30

Índice Figuras

Figura 1. Apps Madrid	17
Figura 2.App Mass Madrid	19
Figura 3. Apps Barcelona.....	21
Figura 4. Capturas de la App.....	39
Figura 5. MEAN Stack.....	40
Figura 6. Arquitectura de la Aplicación.....	41
Figura 7. Modelo Vista Controlador	42
Figura 8. Ciclo de vida JWT	44
Figura 9. Implementando JWT App.....	44
Figura 10. Probando Api en Postman	45
Figura 11. Flujo sin App	45
Figura 12. Flujo con App	46
Figura 13. Portal Web SC	46
Figura 14. Menú App	46

1. Introducción

El siglo XXI está llamado a ser el siglo de las ciudades. Debido a la constante migración de la población rural a las urbes ha provocado que el protagonismo de las ciudades actual sea muy relevante. Actualmente sabemos que la población urbana sobrepasó a la población rural en el planeta. Además, se prevé que esta proporción se incremente en los próximos años hasta el punto de que casi el 70% de la población mundial será urbana en menos de 30 años.

Esta concentración de población en las ciudades supone un gran impacto en el desarrollo social y económico de cualquier país. Se calcula que alrededor del 80% del PIB mundial es generado por las personas que actualmente residen en las ciudades. [14]

Aunque existen múltiples descripciones se puede definir una *Smart City* o Ciudad Inteligente como “aquella que utiliza las comunicaciones y las tecnologías de la información para conseguir que los componentes y servicios públicos ofertados, así como infraestructuras, resulten más interactivos y eficientes, permitiendo un uso efectivo de los mismos por parte de la ciudadanía”. La abundante presencia de las comunicaciones e interacciones proporciona soluciones tecnológicas avanzadas que consiguen facilitar el contacto al ciudadano con los elementos urbanos, haciendo su vida cotidiana más cómoda.

Por tanto, las *Smart Cities* reúnen lo necesario para convertirse en el nuevo paradigma de futuro, de enorme potencial. Al requerir una interacción de alto nivel entre todos los agentes que intervienen en la ciudad (ciudadanos, empresas, organizaciones, elementos públicos, etc.), una mejor calidad en la provisión de servicios es necesaria.

Para dar respuesta a los nuevos retos, las ciudades inteligentes apuestan, entre otros, por elementos de tanto interés como la colaboración, la planificación, la creatividad y la sostenibilidad (I + D + i).

1.1 Objetivo del Trabajo

Las ciudades y la forma que tienen de ofrecer los servicios a la ciudadanía (servicios presenciales, telefónicos, portales web, redes sociales, aplicaciones móviles específicas, etc.) son una pieza clave de este nuevo entorno inteligente.

Este Trabajo de Fin de Grado se centra exclusivamente en las aplicaciones móviles (*apps*) que ofrecen las ciudades a sus ciudadanos y persigue dos objetivos:

- a) Analizar a fondo la interacción de estos servicios - a nivel nacional e internacional - para tratar de identificar patrones comunes o similares.
- b) Definir un modelo para diseño y desarrollo de *apps* lideradas por las administraciones públicas con un nuevo enfoque, más centrado en la utilidad para el ciudadano. Se toma como ejemplo de cierre la ciudad de Santa Cruz de Tenerife por la proximidad y conocimiento de su modelo de servicios.

Se tiene conocimiento que las primeras aplicaciones/servicios relacionados con la telefonía convencional se desarrollaron a finales de los años 90. Pero no fue hasta 2008,

con el lanzamiento de la *App Store* de Apple, cuando se produjo el verdadero auge de las aplicaciones para los teléfonos inteligentes.

Hoy en día, la mayor parte de la población dispone de un *Smartphone*. Esta ha sido una excelente razón para que tanto el sector empresarial como las administraciones públicas hayan acelerado el proceso de acercar sus servicios tratando de facilitar la vida a los ciudadanos. Siempre velando por aspectos de interés como: ahorro de costes, mayor eficiencia en el uso de los recursos disponibles, mayor satisfacción de la ciudadanía, participación activa, calidad de servicios, etc.

2. Problema y análisis

2.1 Problema

Las administraciones públicas, inmersas en una fase de la transformación digital, no siempre disponen de una visión integral de los servicios que desarrollan (es decir, que todo lo que se hace de cara a la ciudadanía tenga un mismo estilo, resulte homogéneo). Uno de los motivos es que resulta complejo plantear proyectos de forma común (desde la fase de inicio) y, muy especialmente, disponer de un modelo claro de referencia. No planificar adecuadamente y/o no disponer de criterios claros a la hora de priorizar y seleccionar servicios son algunos de los motivos habituales.

Esto produce un ecosistema donde una misma administración desarrolla diferentes aplicaciones a las que no se les hace un correcto seguimiento, una apuesta de evolución o, lo que es peor, buena parte no son prácticas, no llegan al ciudadano o no perduran en el tiempo. Esto implica la pérdida clara de tiempo y costes (baja eficiencia).

Un rápido vistazo a diferentes ciudades (ayuntamientos como referencia de administraciones locales) y a los servicios que ofertan a través de *apps* deja una sensación de esa baja homogeneidad y utilidad (hipótesis). Este hecho no parece coherente, más si pensamos que muchas ciudades del mundo se enfrentan a problemáticas iguales y a ofertar servicios similares.

La falta de un modelo en ese sentido empujó al planteamiento y desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado.

La banca, un caso de éxito y de uso atractivo de *apps* móviles

La banca móvil es un servicio proporcionado por prácticamente la totalidad de entidades financieras y permiten a sus clientes acceder a un conjunto enorme de servicios mediante las *apps* desarrolladas para dispositivos móviles (teléfonos o tablets).

Si nos remontamos en el tiempo, los primeros servicios de banca móvil utilizaban mensajería SMS, también conocido como banca SMS. Tras la aparición de los teléfonos inteligentes con “soporte WAP” se consiguió el acceso a la web móvil en 1999, siendo

Fokus Bank (Escandinavia) la primera entidad en ofertar servicios de banca móvil a sus clientes

Progresivamente se produjo una migración de la banca convencional a la banca móvil con el objetivo de ofertar servicios de manera más ágil, autónoma y remota. Esto supuso una revolución en el mundo de la banca, permitiendo a su vez un gran ahorro en personal e instalaciones. Estamos inmersos en una época de transición donde la banca física se ve abocada a un fortísimo cierre parcial. Es tal el efecto que resulta incluso habitual el desarrollo de entidades totalmente online y donde todos sus servicios son telemáticos sin disponer de oficinas físicas.

Si tratamos de identificar el éxito de estas *apps* podríamos resumirlo en que son aplicaciones útiles y que vienen a solucionar un problema real para cualquier cliente. La banca móvil ha seguido con un crecimiento sólido y potente, captando cada vez más clientes. Un caso de éxito como Bizum ha conseguido solucionar un problema común a la ciudadanía, enviando pequeñas cantidades de dinero (0.5-500€) simplemente a través de los contactos del teléfono y al instante.

Pero no se queda ahí. Actualmente hay bancos que desde su app móvil permiten añadir cuentas de otras entidades bancarias y controlar las finanzas con una visión única. Esta elevada integración permite al usuario reducir sus diferentes *apps* a tan solo una y controlar desde ésta servicios de mayor uso común,

Los bancos han leído y entendido perfectamente que el proceso de digitalización es posible y lo han hecho realidad.

Toca ahora reflexionar sobre este aspecto y tratar de llevarlo a las administraciones públicas, donde la mayor parte de los trámites podrían realizarse no sólo de forma digital sino con visión integral.

2.2 Análisis

Para dar solidez a la hipótesis de partida (sensación de dispersión de aplicaciones y baja homogeneidad) se realizó un exhaustivo análisis de diferentes administraciones públicas separadas por escala.

Se seleccionaron las siguientes 7 ciudades:

- Santa Cruz de Tenerife.
- Las Palmas de Gran Canaria.
- Madrid.
- Barcelona.
- Nueva York (New York City), como ciudad de absoluta referencia internacional.
- Singapur: Ciudad-estado, de las más innovadoras del mundo y excelente representante del continente asiático.

- Logroño: Como caso especial, porque representa adecuadamente un caso de integración de servicios a través de una única *app*.

Metodología

Para cada ciudad y, por facilidad comparativa, se dividió el análisis en los siguientes tres bloques:

- Inventario de aplicaciones: Las ofrecidas por cada ayuntamiento. Importante para conocer la amplitud de áreas y servicios que se trata de cubrir.
- Diseño de las aplicaciones. Con el objeto de identificar modelos comunes, imagen común, formatos o elementos que tengan características similares. Especialmente teniendo en cuenta que deberían aportar una imagen homogénea a la ciudadanía.
- Análisis de contenido: Se realizó teniendo en cuenta 6 áreas temáticas: transporte, cultura y ocio, servicios, salud, turismo y Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS). La selección de estos fue fruto de una identificación previa. (*) Se incluyó también un apartado especial para el turismo teniendo en cuenta que los visitantes son un polo de atracción importante y, por tanto, objetivo de elevado interés para el desarrollo de aplicaciones. Anexo

Ciudad 1 - Santa Cruz de Tenerife

Inventario de aplicaciones:

El análisis de *apps* ofrecidas por el Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife arrojó el siguiente resultado:

Tabla 1. App Santa Cruz de Tenerife

<i>App</i>	Área temática	Obsolescencia	Última Actualización	Fecha Lanzamiento	Descargas	Coste (sin IVA)
SC Localiza	Servicios	No	5 mayo 2017	2016	100-500	----
SC Viva	Cultura	Sí	9 abril 2020	2018	100-500	----
SC Mejora	Servicios	No	19 febrero 2020	2018	1.000-5.000	----
SC Farmacias	Servicios	No	31 enero 2017	2017	500-1.000	----
SCCuidaTuCorazon	Servicios	Sí	9 abril 2020	2018	100-500	----

CulturaSantaCruz	Cultura	Sí	11 febrero 2019	2019	1.000- 5.000	----
Itineraria	Turismo	No (Android)	----	----	----	----

La cifra de descarga, proporcionada por Google, es un rango de descarga (10 a 50,50 a 100,100 a 500...)
Apps proporcionadas por la pagina web del ayuntamiento de Santa Cruz
A fecha de: 20 mayo 2020

Diseño de las aplicaciones:

Analizando cada aplicación por separado, se observa que no existe conexión/integración entre ellas a nivel de diseño, formato, estilos, colores... En definitiva, no existe un modelo o patrón común y se descuida la imagen de la marca.

Análisis del contenido:

- Servicios (4):
 - SC Localiza: *app* con el servicio de Open Data de la ciudad.
 - SC Mejora: *app* que se usa para recoger incidencias de la ciudad.
 - SC Farmacias: *app* que indica información sobre las farmacias de la ciudad.
 - SCCuidaTuCorazon: *app* para fomentar el ejercicio físico en la ciudad.
- Cultura y Ocio (2):
 - SC Viva: *app* que te informa de la oferta de cultura y ocio en Santa Cruz de Tenerife.
 - CulturasantaCruz: información de todos los eventos del OAC (Organismo de Cultura del Ayuntamiento)
- Turismo(1):
 - Itineraria: *app* de ruta por la ciudad, donde te da información de los lugares que visitas.

No se lleva a cabo un mantenimiento regular de cada aplicación (sin actualizaciones desde hace más de un año) salvo “SC Mejora”. Esto deriva en que la mayoría no resulten operativas o no funcionen adecuadamente.

Ciudad 2 - Las Palmas de Gran Canaria

Inventario de aplicaciones:

El análisis de *apps* ofrecidas por el Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria se resume en la tabla siguiente:

Tabla 2.App Las Palmas de Gran Canaria

App	Área temática	Obsolescencia	Última Actualización	Fecha Lanzamiento	Descargas	Coste (sin IVA)
-----	---------------	---------------	----------------------	-------------------	-----------	-----------------

LPGC Tu Ciudad	Servicios	No	14 junio 2019		10.000-50.000	----
GuaguasLPA	Transporte	No	22 octubre 2019		100.000-500.000	----
LPGC Avisas	Servicios	No	2 agosto 2018		10.000	----
Carnaval LPGC	Cultura	No	28 enero 2020		1.000-5.000	----
LPA Entrénate	Servicios	No (Android)	-----	----	----	----
LPA Movilidad	Transporte	No	17 julio 2018		10.000-50.000	----
LPA Park	Transporte	No	2 abril 2020		50.000-100.000	----
Sitycleta	Transporte	No	21 mayo 2020		10.000-50.000	----

La cifra de descarga, proporcionada por Google, es un rango de descarga (10 a 50,50 a 100,100 a 500...)
 Apps proporcionadas por la web oficial del ayuntamiento de las palmas.
 A fecha de: 20 mayo 2020

Diseño de las aplicaciones:

Si analizamos cada *app* por separado siguen un sistema común de denominación y diseño (respetando el logo del ayuntamiento y los mismos colores). En definitiva, trata de cuidar la imagen de marca siguiendo un mismo patrón.

Análisis del contenido:

- Servicios (3):
 - LPGC Tu Ciudad: *app* oficial, engloba múltiples servicios, trámites agilizados, tiene enlaces al portal web, open data de cámaras de tráfico, farmacias, centros de salud...
 - LPGC Entrénate: *app* para entrenar en los parques públicos de la ciudad, con generador de rutinas “personalizadas”.
 - LPGC Avisas: buzón de desperfectos de la ciudad.
- Transporte (4):
 - GuaguasLPA: *app* de los autobuses del municipio de Las Palmas de Gran Canaria.
 - LPA Movilidad: *app* que trata de englobar todas las formas de desplazarse en la ciudad.
 - LPA Park: *app* oficial para el uso y pago aparcamientos en las zonas de estacionamiento regulado.
 - Sitycleta: *app* para el alquiler de bicicletas en la ciudad.
- Cultura y Ocio (1):
 - Carnaval LPGC: *app* oficial del Carnaval de Las Palmas.

Ciudad 3 - Madrid

Inventario de aplicaciones:

Haciendo un análisis de las *apps* ofrecidas por el Ayuntamiento de Madrid, se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 3. App Madrid

App	Área temática	Obsolescencia	Última Actualización	Fecha Lanzamiento	Descargas	Coste (sin IVA)
Maas Madrid	Transporte	No	10 septiembre 2019	2018	1.000-5.000	1,1 mill
EMT Madrid	Transporte	No	6 abril 2020	2013	1.000.000-2.000.000	----
Madrid, Destino de Reuniones	Turismo	Sí	9 febrero 2019	2016	50-100	9.500
Teleférico Madrid	Turismo	No	28 febrero 2020	2018	100-500	9.000
Vuelve a Madrid	Turismo	Sí	29 agosto 2018	2017	100-500	33.150
Electro-EMT	Servicios	No	27 marzo 2020	2018	1.000-5.000	19.500
Mercamadrid SA	Servicios	Sí	25 junio 209	2016	1.000-5.000	93.520
Reservas Club de Campo	Servicios	No	31 diciembre 2019	2014	500-1.000	14.500
Puntos Limpios de Madrid	ODS	No	30 octubre 2019	2017	500-1.000	8.092
TxMad	Transporte	Sí	24 enero 2020	2015	10.000-50.000	461.000
Audioguía Bienv. Madrid	Turismo	No	18 diciembre 2019	2015	5.000-10.000	30.405
Censo de Locales de Madrid	Servicios	No	21 noviembre 2016	2017	1.000-5.000	25.000
Mercados Madrid	Servicios	No	5 julio 2019	2014	5.000-10.000	21.659
Madrid Ciudad de Mujeres	Cultura	Sí	23 abril 2017	2017	1.000-5.000	10.890

Emisora Escuela M21 Radio	Cultura	Sí	----	2016	1.000-5.000	10.500
BolsaCan	Servicios	No	7 noviembre 2017	2017	1.000-5.000	7.000
Avisos Madrid	Servicios	No	5 marzo 2020	2014	10.000-50.000	34.258
Guía Bienvenidos a Madrid	Turismo	Sí	4 octubre 2016	2015	10.000-50.000	30.405
BiciMAD	Transporte	No	6 abril 2020	2014	50.000-100.000	15.000
ParkingMadrid	Transporte	No	6 abril 2020	2015	10.000-50.000	15.000
Paseo del Arte Imprescindible	Cultura	No	28 octubre 2019	2016	10.000-50.000	12.270
EMT Madrid	Transporte	No	6 abril 2020	2008	1.000.000-2.000.000	40.000
MiraMadrid	Cultura	No	14 junio 2018	2018	5.000-10.000	----
ParqueRetiro	Cultura	No	21 febrero 2017	2017	1.000-5.000	----
Madrid Aparca Bus	Transporte	No	12 noviembre 2014	2014	1.000-5.000	----
Gastrofestival	----	----	----	2016	500-1.000	----
Aire de Madrid	Servicios	Sí	15 enero 2020	2012	10.000-20.000	----

La cifra de descarga, proporcionada por Google, es un rango de descarga (10 a 50,50 a 100,100 a 500...)
 Datos extraídos del Ayuntamiento de Madrid y elaboración propia
 A fecha de: 13 abril 2020
 Datos extraídos: artículo del país [9]

Diseño de las aplicaciones:

Analizando cada aplicación por separado, se observa que no existe conexión/integración entre ellas a nivel de diseño, formato, estilos, colores.

Esto puede deberse a que la mayoría de las aplicaciones han sido creadas por desarrolladores externos y no por el propio ayuntamiento. Ciertas aplicaciones guardan un patrón común entre ellas, debido a que son desarrolladas por la misma empresa. Es el caso de EMT (Empresa Municipal de Transporte) donde sus aplicaciones siguen un rigor y modelo común. Pero en ningún caso parecido al empleado por el resto de aplicaciones.

En resumen, no existe un modelo común y se descuida la imagen de marca. Madrid parece inmerso en un caos en cuanto a las aplicaciones municipales desarrolladas.



Figura 1. Apps Madrid

Análisis del contenido:

- Turismo (5 apps):
 - Vuelve Madrid: programa de fidelización de turista.
 - Madrid destino Reuniones: programa de fidelización de turista, para empresas.
 - Guía Bienvenidos a Madrid: guía de bienvenida, con los lugares esenciales de la ciudad.
 - Audioguía Bienvenidos a Madrid: audioguía en diferentes idiomas de la ciudad.
 - Teleférico de Madrid: *app* de realidad aumentada para los usuarios que utilicen el teleférico.
- Transporte (6 apps):
 - Maas Madrid: *app* que recopila todas las maneras de desplazarte por Madrid en una sola *app*.
 - TxMad: *app* para calcular el precio del taxi. Además ofrece información sobre el uso de los taxis, paradas, etc.
 - BiciMad: *app* para el alquiler de bicicletas eléctricas públicas.
 - EMT: *app* que recoge toda la información de autobuses públicos de Madrid. (EMT)
 - Madrid Aparca Bus: *app* para autobuses privados y que permite identificar lugares de aparcamiento y tiempo disponible.
 - Parking Madrid: *app* para conocer los lugares de aparcamiento público.
 - Electr-EMT: lugares de carga de vehículos eléctricos.
- Servicios (9 apps):
 - Censo de Locales Madrid: *app* que facilita la consulta de la información existente en el “Censo de Locales y Actividades” del Ayuntamiento de Madrid.
 - Mercados Madrid: *app* para conocer los mercados tradicionales de la ciudad.
 - Mercamadrid S.A.: *app* para los servicios del centro comercial Mercamadrid.
 - Reservas Club de Campo: *app* para reservar los servicios del club de campo.
 - BolsaCan: *app* de geolocalización de bolsas de basura para perros.
 - Aire de Madrid: *app* para conocer la situación del aire de Madrid en tiempo real.
 - Avisos Madrid: *app* para gestionar las incidencias de la ciudad, mediante participación ciudadana.
- ODS (1):
 - Puntos Limpios Madrid: aplicación que recoge los puntos limpios de la ciudad, además de los diferentes lugares donde encontrar los contenedores correspondientes a cada tipo de residuo.

- Cultura y Ocio(5):
 - Parque del Retiro: *app* guía para descubrir la historia, arte, monumentos y naturaleza de los Jardines del Buen Retiro de Madrid.
 - Paseo del Arte Imprescindible: *app* para conocer las muestras de arte que se encuentran en Madrid, con un recorrido de 24 obras imprescindibles.
 - MiraMadrid: *app* para recorrer Madrid a través de la documentación histórica conservada en la colección de la Biblioteca Digital memoriademadrid.
 - Emisora Escuela M21 Radio: esta *app* ha sido eliminada recientemente por el actual alcalde de Madrid. Se trataba de una emisora de radio enfocada al aprendizaje y cultura de Madrid.
 - Madrid, Ciudad de Mujeres: *app* destinada a la recuperación de la memoria de las mujeres en la ciudad desde distintas perspectivas.

Análisis del coste (apartado especial)

Concretamente para Madrid ha sido posible recopilar el coste de desarrollo de algunas de las *apps* móviles. Por la relevancia que tiene este dato se traslada a continuación:

- El ayuntamiento de Madrid ha creado o financiado, al menos, 26 *apps* con utilidades, costos y popularidad dispar.
- Las tres *apps* con menos descargas implicaron un coste total de 51.650 euros (Vuelve a Madrid, Madrid Destino de Reuniones y TelefericoMadrid) pero no superaron las 500 descargas individuales.
- La *app* que mayor inversión ha supuesto al ayuntamiento es “Maas Madrid” (1,1 millones pero no supera las 5.000 descargas). La aplicación trata de integrar todo el transporte en una sola *app*, pero que requiere tener instaladas las correspondientes de cada uno de los diferentes medios para poder utilizarla. Su bajo éxito puede estar centrado en:
 - a) La *app* no centraliza bien los recursos.
 - b) Obliga a la ciudadanía/visitantes a descargarse otro conjunto de aplicaciones para poder utilizarla.
 - c) Su función es más informativa que operativa.
- En general, se observa que la mayoría de *apps* no obtienen el uso esperado (salvo EMT) puesto que ninguna supera las 100.000 descargas, en una ciudad en la que hay aproximadamente 3,3 millones de habitantes.

El coste total de todas las aplicaciones ha superado los 2 millones de euros.

“Maas Madrid” (apartado especial)

Un intento de unificación que no ha tenido todo el éxito esperado se ha producido con la aplicación “Maas Madrid”, que trata de unificar todas las formas de desplazarnos por la ciudad y ha supuesto un coste de unos 1,5 millones de euros.

Analizaremos un poco más a fondo esta aplicación para identificar algunos problemas. Si somos ciudadanos de Madrid y pretendemos usar la aplicación para desplazarnos por la ciudad, esto es lo que nos encontramos:

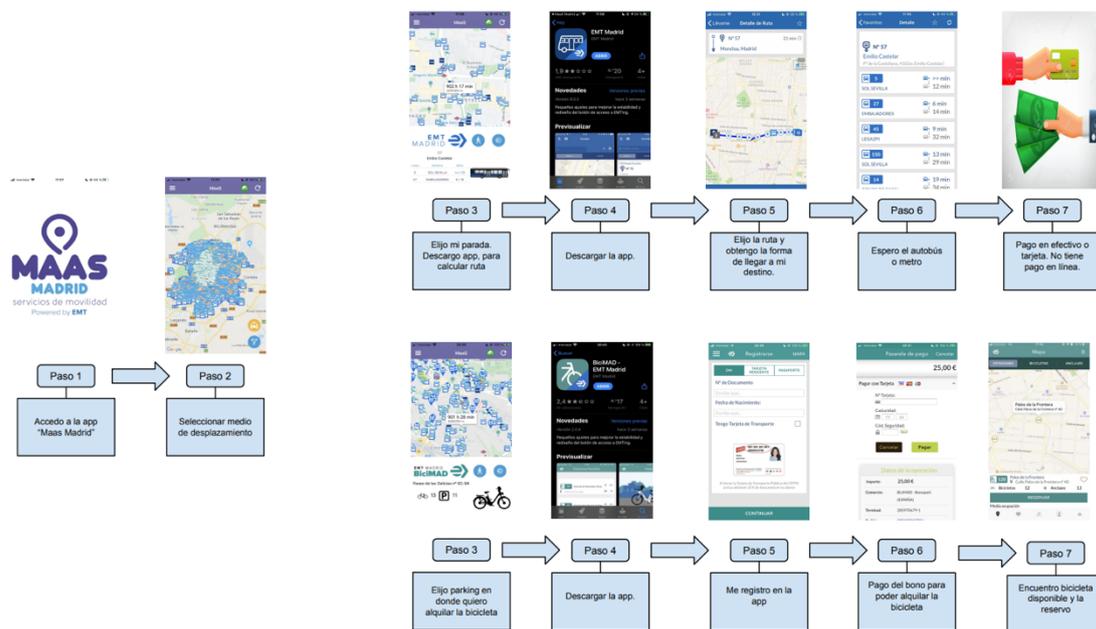


Figura 2.App Mass Madrid

Se adjuntan dos ejemplos de las 8 formas de moverte por Madrid, todas ellas requieren la descargar de otras nuevas apps para hacer uso de los diferentes servicios. También incluye servicios que quedan sin enlaces correctos a algunas apps y deben ser localizados de manera externa porque la app no está actualizada correctamente.

No se trata de un servicio único e innovador. Acudiendo al mundo privado encontramos una app similar Citymapper que incluye hasta 41 ciudades del mundo, entre ellas Madrid y Barcelona. Esta app nos permite realizar rutas e indica con total exactitud que hacer para poder desplazarte de un lugar a otro, solución de alto valor para la ciudadanía.

Desde el punto de vista de la ciudadanía todo apunta a que el sistema de diversificación de apps empleado no está teniendo el éxito esperado.

Ciudad 4 - Barcelona

Inventario de aplicaciones:

Para la ciudad de Barcelona el panorama es muy similar. El ayuntamiento ofrece un total de 30 apps para diferentes servicios.

Tabla 4.App Barcelona

App	Área temática	Obsolescencia	Última actualización	Fecha Lanzamiento	Descargas	Coste (sin IVA)
-----	---------------	---------------	----------------------	-------------------	-----------	-----------------

Mercè 2019	Cultura	Sí	18 septiembre 2019	2013	100.00-500.000	----
Trànsit	Transporte	No	28 enero 2019	2011	10.000-50.000	----
BCN Antimasclista	Social	No	27 junio 2019	2019	500-1.000	----
Smou	Transporte	No	1 abril 2020	2019	100.000-500.000	----
Joc Bicing	Transporte	No	7 enero 2020	2020	5.000-10.000	----
Zoo Barcelona	Cultura	No	26 abril 2017	2017	10.000-50.000	----
Palau Sant Jordi	Cultura	Sí	26 abril 2017	2017	500-1.000	----
Mapa B+S	ODS	No	25 enero 2018	2017	1.000-5.000	----
Bicing	Transporte	No	3 marzo 2020	2011	100.000-500.000	----
Àrea Dum	Transporte	No	27 noviembre 2019	2014	100.000-500.000	----
Mobile Id	Servicios	No	31 julio 2019	2014	50.000-100.000	----
Onaparc Residents	Transporte	No	18 febrero 2020	2017	50.000-100.000	----
Bústia Ciutadana	Servicios	No	17 mayo 2018	2011	10.000-50.000	----
BCN Paisaje	Servicios	No	15 diciembre 2014	2014	5.000-10.000	----
Fonts BCN	Servicios	No	11 febrero 2019	2013	5.000-10.000	----
BCN Visual	Turismo	No	9 marzo 29017	2011	5.000-10.000	----
Barcino 3D	Cultura	No	4 mayo 2015	2014	5.000-10.000	----
Vincles BCN	Social	No	24 marzo 2020	2017	5.000-10.000	----
Born 3D	Cultura	No	5 septiembre 2017	2017	1.000-5.000	----
Rutas Horta-Guinardó	Turismo	No	30 enero 2017	2014	1.000-5.000	----

Rutas Les Corts	Turismo	No	27 marzo 2020	2015	500-1.000	---
Museo de Culturas del Mundo	Cultura	No	20 abril 2016	2015	1.000-5.000	---
Rutes Sant Andreu	Turismo	No	2 abril 2019	2016	1.000-5.000	----
Literapolis BCN	Cultura	No	11 marzo 2019	2017	1.000-5.000	----
Rutes Sarrià – Sant Gervasi	Turismo	No	10 diciembre 2016	2015	500-1.000	----
Rutes Ciutat Vella	Turismo	No	1 agosto 2016	2016	1.000-5.000	----
Rutes Gràcia	Turismo	No	1 agosto 2016	2016	500-1.000	----
Rutes Sants-Montjuïc	Turismo	No	1 agosto 2016	2016	500-1.000	----
Rutes nou Barris	Turismo	No	1 agosto 2016	2016	500-1.000	----
Llum BCN	Cultura	No	16 febrero 2020	2017	10.000-50.000	----

La cifra de descarga, proporcionada por Google, es un rango de descarga (10 a 50,50 a 100,100 a 500...)
 Datos extraídos de la web oficial del Ayuntamiento de Barcelona
 A fecha de: 13 abril 2020

Diseño de las aplicaciones:

A diferencia de los casos anteriores se observa que todas las *apps* guardan un patrón, tanto a nivel de diseño como de usabilidad. Todas incluyen el logo del ayuntamiento de Barcelona que las identifican como *apps* oficiales del ayuntamiento. En resumen, siguen un patrón común y se cuida bien la imagen de marca.

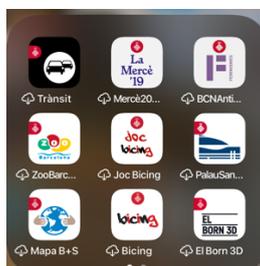


Figura 3. Apps Barcelona

Análisis de contenido:

Existen actualmente 30 *apps* proporcionadas por el ayuntamiento de Barcelona. De diferentes áreas.

- Turismo (8):
 - Rutas Horta-Guinardo: *app* turística con ruta a pie por esta zona de la ciudad
 - Rutas Les Corts: *app* turística con ruta a pie por esta zona de la ciudad.
 - Rutes Sant Andreu: *app* turística con ruta a pie por esta zona de la ciudad.
 - Rutes Sarrià: *app* turística con ruta a pie por esta zona de la ciudad.
 - Rutes Ciutat Vella: *app* turística con ruta a pie por esta zona de la ciudad.
 - Rutes Gràcia: *app* turística con ruta a pie por esta zona de la ciudad.
 - Rutes Sants-Montjuïc: *app* turística con ruta a pie por esta zona de la ciudad.
 - Rutes Nou Barris: *app* turística con ruta a pie por esta zona de la ciudad.
- Transporte (6):
 - Joc Bicing: *app* para conseguir puntos por el uso de las bicicletas municipales.
 - Bicing: *app* para el uso de bicicletas públicas en Barcelona.
 - Smou: *app* para el servicio de parkings de la ciudad.
 - Àrea Dum: *app* para gestionar y señalizar las áreas de carga y descarga de la ciudad.
 - Onaparcar Resident: *app* para el pago en zonas residencial de área verde.
 - Trànsit: *app* para consultar el estado del tráfico y ver cámaras en tiempo real.
- Servicios (6):
 - BCN Paisaje: *app* para descubrir el paisaje urbano de la ciudad.
 - Fonts BCN: *app* que muestra todas las fuentes de la ciudad.
 - Bústia Ciutadana: buzón de incidencias donde recoger los desperfectos de la ciudad
 - BCN Antimasclista: *app* enfocada a conocer el acoso y agresiones en la ciudad.
 - Vincles BCN: *app* que se utiliza el concepto de red social para mantenerse en contacto con las personas mayores.
 - Mobile Id: *app* para identificarse y acceder a servicios y trámites del ayuntamiento, para firma de documentos electrónicamente y con garantías legal.
- Cultura y Ocio (9):
 - Mercè 2019: *app* con toda la información de las fiestas de la Mercè.
 - Llum BCN: *app* con toda la información del festival de las artes lumínicas.
 - Barcino 3D: *app* para explorar la ciudad a través de mapas 3D.
 - Born D: *app* para visitar el yacimiento de Born, mapas 3D para ver pasado y presente en las calles.
 - Literapolis BCN: juego para fomentar la lectura y el conocimiento de la ciudad.
 - Palau Sant Jordi: *app* para visitar el palau Saint Jordi, información eventos, agenda de actos, etc
 - Zoo Barcelona: aplicación oficial del zoo de Barcelona.
 - Museu de Cultures del Mon: *app* con itinerarios para visitar el museo.
 - BCN Visual: *app* que tiene recopilación de fotografías antiguas de la ciudad.
- ODS (1):
 - Mapa B+S: mapa con las iniciativas y lugares de interés con valor ambiental.

Ciudad 5 - Nueva York

Inventario de aplicaciones:

Para obtener una visión internacional se tomó como referencia para el análisis la ciudad de Nueva York. Los datos muestran, nuevamente, un panorama similar y que resume la siguiente tabla:

Tabla 5. App Nueva York

App	Área temática	Obsolescencia	Última actualización	Fecha Lanzamiento	Descargas	Coste (sin IVA)
NYC HelpMeQuit	Salud	No	4 enero 2020	----	10.000-50.000	----
NYC Media	Ocio	No (IOS)	Febrero 2020	----	----	----
NYC Parking	Transporte	No	1 noviembre 2019	----	100.000-500.000	----
NYC Secure	Servicios	No	9 septiembre 2019	----	50.000-100.000	----
NYC Water	Servicios	Si	----	----	----	---
NYCrecycles	ODS	Si	----	----	----	----
NYC Service	Servicios	Si	----	----	----	---
ParkNYC	Transporte	No	16 agosto 2017	----	100.000-500.000	----
Ready NYC	Emergencia	No	6 mayo 2019	---	5.000-10.000	----
Stop OD NYC	Salud	No	19 diciembre 2019	----	5.000-10.000	----
Notify NYC	Emergencia	No	1 octubre 2019	2017	10.000-50.000	----
ACCESS HRA	Servicios	No	29 febrero 2020	----	100.000-500.000	----
Crime Stoppers	Servicios	No	16 marzo 2019	----	1.000-5.000	----
DonateNYC	ODS	No	28 agosto 2019	----	1.000-5.000	----
DSNY Info	ODS	Si	15 septiembre 2017	----	10.000-50.000	----

Liver Health	Salud	Si	----	----	----	----
MiNY Discount Vendors	Servicios	Si	----	----	----	----
My DEP	Servicios	No	22 diciembre 2015	----	10.000-50.000	----
MyNYCHA	Servicios	No	21 enero 2020	----	50.000-100.000	----
NYC 311	Servicios	No	14 febrero 2020	----	100.000-500.000	----
NYC Buildings	Servicios	Si	----	----	----	----
MYmta	Transporte	No	11 mayo 2020	----	----	----

La cifra de descarga, proporcionada por Google, es un rango de descarga (10 a 50,50 a 100,100 a 500...)
 Datos extraídos de la web del Ayuntamiento de Nueva York y elaboración propia
 A fecha de: 13 abril 2020

Diseño de las aplicaciones:

Las aplicaciones no siguen un patrón común, tanto a nivel de diseño como usabilidad. Con respecto al nombre de las *apps* se respeta en la gran mayoría la presencia de las siglas NYC, haciendo referencia a Nueva York. Más allá de eso no se cuida la imagen de la marca. Todas las aplicaciones son dispares, no siguen colores, formato, estilos comunes.

Análisis del contenido:

Existen actualmente 21 *apps* proporcionadas por el ayuntamiento de Nueva York.

- Servicios (10):
 - NYC Secure: proporciona protección de información privada de las amenazas externas.
 - NYC Service: facilita la labor de trabajar como voluntario para la ciudad de NYC.
 - Access HRA: aplicación para obtención de información y trámites de la tarjeta de subsidio de Asistencia Nutricional Suplementaria.
 - Crime Stoppers: proporciona una manera de que la ciudadanía de NYC envíe información anónima sobre delitos no resueltos (pagados con recompensas).
 - MiNY Discount Vendors: programa de descuentos para comercios.
 - My Dep: *app* de consumo de agua, pago de facturas, ver recibos, etc.
 - MyNycha: aplicación móvil del servicio de vivienda pública de NYC.
 - NYC 311: *app* de quejas para todos los servicios de información gubernamentales que no sean de emergencia.
 - NYC Buildings: ofrece las funciones de búsqueda más populares del Departamento que se encuentran en el portal web.
 - NYC Water: *app* para saber las fuentes temporales de agua abiertas durante el verano.
- Transporte(3):

- NYC Parking: *app* para el pago de parking, localización, estado, etc.
- ParkNYC: *app* para el pago de las zonas de aparcamiento de la ciudad.
- MYmta: *app* de todo en uno de transportes públicos de la ciudad.
- Salud (3):
 - Liver Health: *app* para saber si está en riesgo de tener hepatitis C, y que hacer.
 - NYC HelpMeQuit: *app* para dejar de fumar, consejos, recomendaciones.
 - Stop OD NYC: *app* para informar sobre la naloxona, medicamento que puede salvar vidas frente a sobredosis. Dónde comprarlo, cómo tomarlo ...
- Emergencia (2):
 - Ready NYC: *app* para generar un plan en caso de emergencia.
 - Notify NYC: programa oficial de comunicaciones de emergencias de la ciudad.
- ODS (3):
 - NYCrecycles: juego para concienciar sobre qué reciclar y qué no, dónde hacerlo, etc.
 - DonateNYC: *app* para fomentar la reutilización de productos. Se pueden donar artículos que no se utilicen y recoger artículos de los demás. También comida.
 - DSNY inf: *app* oficial del Departamento de Saneamiento de NYC, ofrece todo tipo de información y consejos sobre reutilizar y reciclar los desechos.
- Cultura y Ocio (1):
 - NYC Media: programas sobre comidas, actividades y cosas que hacer en la ciudad.

La mayoría están destinadas a trámites y gestiones administrativas. Siendo éstas últimas las de mayor volumen de descargas. No obstante, estos mismos trámites están disponibles en el portal corporativo del ayuntamiento, por lo que las *apps* se conforman como un nuevo canal pero más rápido e intuitivo.

Muchas han caído en desuso y ya no están operativas.

Otras solo están disponibles para IOS porque para Android han dejado de funcionar y no están disponibles para ser descargadas.

Ciudad 6 - Singapur

Inventario de aplicaciones:

Singapur, oficialmente República de Singapur, es una ciudad-estado y un caso de elevado interés por ser referencia mundial. Se divide en cinco consejos de desarrollo comunitario. Su capital es la ciudad de Singapur con un total de 5.639.000 habitantes en 2019.

Las principales *apps* que el gobierno ofrece a sus ciudadanos son las siguientes:

Tabla 6. App Singapur

App	Área temática	Obsolescencia	Última Actualización	Fecha Lanzamiento	Descargas	Coste (sin IVA)
Mobile@HDB	Servicio	No	8 marzo 2020	2012	100.000-500.000	----
OneMap	Servicios	No	24 marzo 2020	2017	100.000-500.000	----
SingPass Mobile	Servicios	No	18 abril 2020	2018	500.000-1.000.000	----
Parking.sg	Transporte	No	25 junio 2019	2017	500.000-1.000.000	----
DWP Mobile	Servicios	No	16 marzo 2020	2020	10.000-50.000	----
CorpPass	Servicios	No	3 enero 2020	----	5.000-10.000	----
Moments of Life	Servicios	No	29 marzo 2020	----	100.000-500.000	----
TaceTogether	Salud	No	14 abril 2020	2020	500.000-1.000.000	----
MyTransport.sg	Transporte	No	2 abril 2020	2019	500.000-1.000.000	----
VisitSingapore	Turismo	No	6 abril 2020	----	500.000-1.000.000	----
Health Buddy	Salud	No	20 abril 2020	----	100.000-500.000	----

La cifra de descarga, proporcionada por Google, es un rango de descarga (10 a 50,50 a 100,100 a 500...)
 Datos extraídos del análisis y búsqueda por la red
 A fecha de: 30 abril 2020

Diseño de las aplicaciones:

Las aplicaciones no siguen un patrón común, tanto a nivel de diseño como usabilidad. Todas las aplicaciones son dispares, no siguen colores, formato, estilos... Se descuida la imagen de marca.

Resumen del análisis

- Servicios (5):
 - Mobile@HDB: *app* para el sistema de vivienda pública de Singapur.
 - OneMap: mapa completo de Singapur con gran parte del open data del país. Intuitiva y fácil de entender.
 - SingPass Mobile: *app* para la verificación del ciudadano en todos los servicios del gobierno.
 - DWP Mobile: *app* para la búsqueda de trabajo, ofertas de empleo, etc.

- CorpPass: *app* para el inicio de sesión de transacciones en línea con el gobierno, para entidades y comercios (pago de impuestos)
- Moments of Life: *app* para informar sobre beneficios e información referente a ayudas para mayores y padres.
- Transporte (2):
 - Paking.sg: Servicio de parkings y estacionamiento de la ciudad de Singapur.
 - MyTransport.sg: *app* que engloba toda la movilidad de la ciudad.
- Salud (2):
 - Health Buddy: *app* enfocada a la sanidad pública de Singapur.
 - TaceTogether: *app* para combatir el COVID-19.
- Turismo (1):
 - VisitSingapore: *app* turística que engloba todo lo referente al turismo de la ciudad.

Las *apps* listadas anteriormente corresponden a todo el estado y tienen una aceptación bastante alta. Además, todas ellas se dedican a ofrecer servicios de valor para el usuario, clave en el éxito.

En modelo de Singapur, frente al resto de ciudades analizadas, sí tiene puntos de diferencia:

- La mayoría de las *apps* son para la realización de algún servicio para el ciudadano.
- Resulta novedosa la forma de enfocar el transporte y el sector turístico, donde han optado por la realización de una única *app* que englobe todo.

Ciudad 7- Logroño (ejemplo *app* única)

Como se ha visto hasta el momento la mayoría de ciudades apuesta por la diversificación de *apps*. Pero muy pocos apuestan por centralizar sus recursos en una sola *app*. Este es el caso de Logroño y por eso se consideró imprescindible incluirlo en el análisis.

Su *app* única presenta inicialmente un sistema de identificación turista/ ciudadano.

Turistas:

- Listado de los negocios de la ciudad (sin descripción y sin reseñas).
- Listado de puntos de interés de la ciudad y cómo llegar hasta ellos (sin valoración y sin descripción).
- Lugares con zona wifi-pública.

Ciudadanos:

- Listado con los parkings de la ciudad y cómo acceder a ellos.

MyTransport.sg	Singapur	X	X	X	X	X	X	X	-
Metro Barcelona	Barcelona	X	X	-	X	X	X	-	-
MYmta	Nueva York	X	X	X	X	X	X	X	-
Metro Madrid	Madrid	X	X	X	X	X	X	-	-
LPA Movilidad	Las Palmas	-	X	-	X	-	-	X	-

Observando la tabla se aprecia que la mayoría de ciudades dispone de las mismas prestaciones, a excepción de que no están unificando todo el transporte en una sola *app*. Suelen separar autobuses de metros, salvo Singapur y Nueva York que unifican tanto metros, tranvías y autobuses en una sola *app*.

Por otro lado, el pago directo pasa a un segundo plano, prácticamente en todas las *apps*. Pero las grandes metrópolis lo enfocan a otro nivel. Este es el caso de Singapur, Nueva York, Portland, Londres, China Oriental, Sídney, Japón o el metro de Moscú. En estas grandes ciudades se ha implementado el pago del transporte público con la propia tarjeta de crédito. Teniendo como único requisito que disponga de pago *contactless*. Además, también es posible pagar desde tu móvil o reloj inteligente si dispone de billetera electrónica y pago con NFC. Esta tecnología supone un avance diferenciador puesto que deja atrás la complejidad de tickets, bonos, tarjetas específicas, pagos de un solo viaje, etc. Empleando el pago inteligente desde la tarjeta, únicamente debes acercar tu tarjeta al entrar y al salir del transporte y se te abonará la cantidad correspondiente en cada caso, permitiendo trasbordos, pagos máximos diarios, semanales y mensuales.

Las grandes ciudades han sabido identificar el verdadero problema del ciudadano. La dificultad de entender y valorar qué le conviene mejor a la hora de comprar su ticket de transporte. Además, han creado una *app* enfocada en la generación de rutas óptimas para el usuario.

Desde el mundo privado se ofertan aplicaciones que permiten estas ventajas y están operativas en casi todas las ciudades del mundo. Un buen ejemplo es Moovit, una *app* pensada para la movilidad y que integra todas las posibilidades de transporte permitiendo calcular la ruta desde el lugar exacto en el que te encuentras hasta el destino. Incluyendo tramos a pie hasta las diferentes paradas de metro, tren, autobús, tranvía. Aunque trata de estar actualizada siempre, en ciudades más pequeñas no funciona tan bien como puede hacerlo en las grandes metrópolis.

Cultura y ocio

Pese a que los ayuntamientos se empeñan en crear *apps* concretas para informar de las diferentes actividades que se realizarán en las ciudades, no es práctico y no llegan al ciudadano. En este aspecto parece más sensato hacerlo desde el portal web o desde una cuenta en redes sociales, con mayor nivel de impacto y alcance.

También se observa que la mayoría de *apps* enfocadas a este sector caen en desuso o resultan obsoletas. La respuesta efectiva podría estar en un buen portal web que incluya todas las novedades y eventos de la ciudad.

Salud

Son pocos los ayuntamientos que desarrollan *apps* con esta temática, puesto que queda en manos de otros niveles de gobierno (por ejemplo las comunidades autónomas en España). Sin embargo, algunos ayuntamientos disponen de *apps* de localización de centros sanitarios, farmacias, hospitales, etc.

Una clara excepción a este debate es el COVID-19 puesto que actualmente se están desarrollando de forma intensa aplicaciones de ayuda para informar, combatirlo o frenar su propagación.

Llama la atención el caso de Singapur que cuenta con una *app* que engloba toda la sanidad pública del estado. Permite pedir citas, consultar tu historial sanitario, establecer consultas virtuales para situaciones de baja gravedad, pedir recetas de medicamentos, etc.

Servicios

Es el grupo más numeroso y heterogéneo. En este grupo encontramos múltiples *apps* en las diferentes ciudades del mundo que van desde conocer la contaminación del aire (Madrid) hasta *apps* para la asignación de una vivienda pública (Singapur).

En este apartado resulta importante diferenciar las *apps* útiles para el ciudadano y las que no aportan nada o casi nada. Singapur o Nueva York tienen múltiples aplicaciones enfocadas a aportar estos servicios siendo éstas las más descargadas y con más éxito.

La mayoría de *apps* de este área suelen ser de acciones duplicadas que se pueden realizar desde el propio portal del ayuntamiento pero, al ser tan demandadas, se genera una *app* para agilizarlo.

Turismo

Tabla 8. Comparativa App Turismo

App	Portal web	Nº de apps	Duplicidad de apps	Rutas turísticas	Valoración	Gastronomía	Control Sanitario	Unidad	Planificador de viaje
Barcelona	X	15	X	X	-	X	-	-	-
Madrid	X	5	X	X	-	-	-	-	-
Singapur	X	1	-	X	X	X	-	X	-
New York	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Santa Cruz de Tenerife	X	-	-	X	-	-	-	X	-

Muchas ciudades apuestan por una tarjeta turística que incluye una serie de beneficios: visitas a los lugares emblemáticos de la ciudad, entrada a museos, transporte gratuito, descuento en determinados establecimientos, etc. Pagando una tarifa estándar en base a la tarjeta (por ejemplo de 24, 48 o 72 horas). Este sistema se está llevando a cabo con éxito en ciudades como Copenhague, Lisboa, Berlín, París, Londres, Bruselas, etc.

Podemos concluir que las aplicaciones lanzadas por las entidades públicas no llegan con el impacto adecuado a los turistas. Apenas superan las 10 mil descargas en ciudades como Madrid o Barcelona. Son aplicaciones sin valor real. Por el contrario vemos que la aplicación turística de Singapur tiene un mayor nivel de aceptación. Posiblemente porque incluye la posibilidad de generar rutas de viaje y adaptabilidad.

ODS

Las administraciones han puesto mucho empeño en ser sostenibles, y pese a que tratan de acercar su ciudad a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, se identifica un bajo éxito por parte del ciudadano por ser *apps* que acaban quedando en desuso.

Parece que no basta con desarrollar aplicaciones educativas que expliquen donde tenemos que tirar los residuos o el plástico. Es necesario educar al ciudadano a través de incentivos reales. En muchos países de Europa se recompensa económicamente este tipo de acciones.

3. Solución

¿Integrar o descentralizar?

Una de las preguntas más interesantes a resolver en este trabajo y en una ciudad es la del modelo a seguir. Si fomentar una sola aplicación que integre todo o disponer de múltiples aplicaciones para resolver diferentes problemas/servicios.

En 2014, fueron muchas las empresas dedicadas a la tecnología que iniciaron un proceso para dividir sus grandes *apps* móviles en múltiples *apps*. A este proceso se le llamó “*unbundling*”.

Antes de aventurar una solución analicemos mejor las ventajas y desventajas que supone la descentralización.

Ventajas:

1. Apuntar a una audiencia específica.
 - Por tipo de público: algunas de las funciones o contenidos de la *app* atraen a cierto público específico, diferente del resto. Esto permite hacer un diseño especial enfocado a esa audiencia y entregarle una mejor experiencia.

- Por capacidad tecnológica: algunas personas tienen teléfonos con capacidades limitadas. Esto también permite crear *apps* “upgrades” adicionales a la principal.
2. Enfocarse en una funcionalidad
 - Teniendo en cuenta el punto anterior, tener *apps* por separado evita que una persona tenga que descargarse una *app* muy pesada si solo le interesa usar una función.
 - Desde el punto de vista del desarrollo, enfocarse en una funcionalidad permite tener mayor control sobre el trabajo en la *app* y sus futuras mejoras. Si tengo una *app* única y quiero hacer un cambio de funcionalidad en A, tengo que asegurar que ese cambio no destruya la funcionalidad de B que está compartida en la misma aplicación. Desde el punto de vista de la seguridad, también es más fácil de controlar una *app* más pequeña, de menor peso que una mayor con muchos bloques y donde se multiplican las alternativas de error.
 3. Mejor diseño: tener una *app* enfocada a una función específica permite diseñar hacer algo simple y claro para el usuario y que identifique rápidamente qué puede hacer.

Desventajas:

1. Son muchas las personas que no están dispuestas a descargarse un gran número de *apps* en sus dispositivos. Siempre ha sido una queja, ya sea por espacio de almacenamiento o agobio de visualizar excesivas *apps* en el terminal.
2. Hay que mantener todas las *apps*. El desarrollador tendrá que lidiar con el mantenimiento de múltiples *apps* en lugar de centrarse sólo en una.
3. No es fácil encontrar otras *apps*. Descubrir aplicaciones adicionales no es sencillo ni automático. De hecho requiere promoción para descubrirlas.
4. Algunas *apps* “separadas” no son utilizadas. Esto ocurre cuando se decide separar en una *app* independiente una funcionalidad que estaba en una *app* más de mayor nivel.

Plateamos tres posibles soluciones:

S1 - Ciudad tipo que maximice el uso de aplicaciones externas: Seleccionado aquellas *apps* privadas que puedan acoplar adecuadamente como servicios de la ciudad.

S2 - Ciudad tipo que priorice el desarrollo de las *apps* más demandadas: En base a los casos estudiados se realiza una selección temática de las *apps* a desarrollar. Se deberá velar siempre por la homogeneidad entre aplicaciones y promocionar el uso para que sea elevado, así como sus actualizaciones constantes.

S3 - Ciudad tipo que realice una integración completa de servicios: Es el caso de *app* única para la ciudad.

S1 - Ciudad tipo que maximice el uso de aplicaciones externas

Se plantea el caso de una ciudad que trate de ofertar sus servicios haciendo máximo uso de *apps* o servicios externos bien conocidos, consolidados y en funcionamiento. Analizando el mercado de aplicaciones privadas muchas tienen mayor éxito y aceptación que las desarrolladas por las administraciones públicas. Tomando como referencia las mismas áreas temáticas planteadas en la metodología de este trabajo se propone el siguiente resultado:

Transporte

Existen multitudes de *apps* externas relacionadas con la movilidad en las metrópolis. Moovit [13] es una excelente opción porque:

- Cuenta con más de 840 millones de descargas en todo el mundo en todas sus plataformas.
- Está disponible en 45 idiomas.
- Está presente en 3.200 ciudades, en 106 países.
- 6 mil millones de datos anónimos agregados al día, lo que supone el mayor repositorio de datos de movilidad del mundo.

Además se nutre de aplicaciones como Google Maps o Apple Maps. En las ciudades donde no tiene una total cobertura desde el punto de vista *MaaS* [16] integra todos los datos ofrecidos por Google Maps para ofrecer una cobertura total a nivel mundial.

De igual manera, se podría utilizar las herramientas como Google Maps o Apple Maps para gestionar la movilidad en las ciudades. Estas dos grandes empresas están haciendo un gran esfuerzo para tratar de competir con aplicaciones como CityMapper o Moovit entre otras.

Cultura y ocio

No se identifica *app* externa para uso de los ciudadanos. Puesto que cada ciudad tiene una manera diferente de hacer las cosas es difícil encontrar una *app* que se integre bien a nivel mundial en este campo.

En esta temática parecen más útiles las propuestas del apartado anterior, es decir, apostar con mayor presencia en las redes sociales y un portal web actualizado y completo.

Salud

No se identifica *app* externa para uso de los ciudadanos.

Servicios

No se identifica *app* externa para uso de los ciudadanos. Excesivamente personalizados. No sería viable apoyarse en aplicaciones externas para cubrir servicios específicos.

Turismo

Uno de los temas más importantes de una ciudad es el turismo y es aquí donde se identifican numerosas aplicaciones externas. Las más demandas son las aplicaciones para hospedarse y las recomendaciones de otros turistas.

Como buenos ejemplos de hospedaje encontramos Booking y Airbnb, aunque el abanico es bastante más amplio puesto que hay numerosas alternativas también muy utilizadas.

Por otro lado, encontramos Tripadvisor que ofrece reseñas hechas por otras personas que han disfrutado de servicios como hoteles, restaurantes, parques temáticos...

Finalmente, encontramos los “planificadores de viaje” pero la mayoría son de pago y no están disponibles en todas las ciudades del mundo, y menos aún en todas las ciudades de España.

Conclusiones

Sólo dos sectores como la movilidad y el turismo están bien cubiertos por parte de aplicaciones externas.

S2- Ciudad que integre todos los sectores con aplicaciones útiles.

Este modelo es el que encontramos hoy en día en la mayoría de las ciudades, donde por cada idea acertada o no tan acertada para un sector se disponen a lanzar una aplicación. Se suele caer en la mala práctica de saturar al ciudadano de aplicaciones. Para este modelo de solución resulta interesante definir algunas pautas de base:

Transporte

Teniendo en cuenta el análisis realizado se puede afirmar que la mejor *app* de transporte debería incluir todos los apartados identificados en la tabla, a excepción del pago desde la *app*. Se considera una enorme mejora incorporar el pago desde la propia tarjeta bancaria (tendencia internacional aún por llegar).

Resumiendo:

- Mapa de geolocalización para saber dónde nos encontramos.
- Generador de rutas óptimo que combine todas las posibles opciones de llegar a un destino de la manera más rápida.
- Posibilidad de añadir a favoritos una línea o destino para así visualizarla más rápido y sin necesidad de generar la misma ruta siempre.
- Notificación de posibles demoras o cancelaciones de líneas.
- Posibilidad de encontrar todas las formas de desplazarme con transporte público.
- Pago único de tarjeta, independiente del transporte que uses.

Cultura y Ocio

Un buen ejemplo de referencia es Singapur, donde disponen de una web que incluye todas y cada una de las iniciativas del gobierno, las fechas y los eventos de todas las actividades realizadas. Además enriquecen el resultado incorporando cuentas con redes sociales activas para el seguimiento de toda la actualidad, Instagram, Twitter y YouTube.

En resumen, el modelo de Singapur es válido e interesante.

Salud

Debido al modelo de organización de la sanidad pública resulta complejo encontrar *apps* que aporten equilibrio a este sector salvo las que velan por fomentar la buena salud de la ciudadanía.

Servicios

Es el campo más complejo por su variabilidad. Fomentar la sensatez y el elevado uso son dos buenos consejos previos a desarrollar cualquier alternativa. Lanzarse a crear *apps* sin una verdadera carga útil para el ciudadano es una pérdida de dinero y tiempo.

Turismo

Generar una aplicación turística de rutas y con interacción sobre ellas por parte de los ciudadanos. El modelo planteado sería muy similar al actual de Singapur.

Conclusiones

Esta segunda solución “S2” puede resumirse en que el modelo actual de aplicaciones en ciudades no es correcto. Es heterogéneo, dispar y denso. Eliminar las no relevantes y centrarse en mantener y mejorar aquellas que ofrezcan servicios reales para el ciudadano parece la mejor alternativa.

S3 - Ciudad tipo que realice una integración completa de servicios

De las soluciones a discutir consideramos esta tercera como la más interesante porque se realiza una verdadera identificación ciudadanía-*app*-ciudad. No se producen errores ni desconocimiento. Solo se proporciona una *app* al estilo de lo que hacen las entidades financieras. La clave del éxito de esta solución está en resolver tres apartados:

- a) Seleccionar las tecnologías y herramientas adecuadas.
- b) Plantear una arquitectura de la información y de los servicios (cuidada y atractiva).
- c) Arquitectura del sistema.

El caso más afín es el de la ciudad de Logroño pero, tal como se vio en el análisis, adolece de muchos elementos para que resulte interesante.

Como demostración de la solución se ha desarrollado un piloto para la ciudad de Santa Cruz de Tenerife. Dicho piloto dista mucho de lo actualmente ofertado por la ciudad que es: un portal web, una sede electrónica y un conjunto de 7 apps de bajo uso.

Pero resolvamos los apartados anteriores a) b) c)

a) Seleccionar las tecnologías y herramientas adecuadas

1.- Lenguajes de programación:

- JavaScript [1]: Es un lenguaje de programación o de secuencias de comandos que te permite implementar funciones complejas en páginas web. Es un lenguaje dinámico que soporta construcción de objetos basado en prototipo, es decir, que se limita a trabajar con objetos puesto que no distingue entre clase e instancia. En el proyecto utilizaremos JavaScript para desarrollar la parte del servidor.
- TypeScript [2]: Es un lenguaje de programación de código abierto desarrollado por Microsoft. Es una extensión de JavaScript. Utilizaremos este lenguaje para desarrollar la parte lógica del cliente.
- HTML y CSS: HTML es un lenguaje estandarizado para la definición de contenido de páginas web. Por otro lado, CSS es el encargado de darle el formato al contenido HTML. Se utilizará para desarrollar la parte visual del usuario.

2.- Tecnologías para backend y frontend:

- NodeJS [3]: Es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto. Se recomienda su uso para el desarrollo de aplicaciones web y tienen un gran ecosistema de librerías, NPM, proporciona módulos reutilizables que facilitan el desarrollo del proyecto. Esta funcionalidad es de gran ayuda en el desarrollo de proyectos altamente escalables, porque no solo cuenta con varios módulos básicos, sino que permite la instalación de todos los módulos que se requieran según avanza el proyecto. Muy escalable.
- JSON: Es un formato de texto sencillo para el intercambio de datos. Soporta diferentes tipos de datos, números, cadenas, booleanos, *null*, *array* y objetos. Como se entiende que el proyecto tendrá gran número de usuarios, se entiende que éste es el formato adecuado para la transmisión de estos.

3.- Tecnologías específicas frontend:

Uno de los dilemas que surgieron a la hora de decidir por la tecnología adecuada fue discernir entre crear una aplicación nativa o, por el contrario, desarrollar una híbrida. Finalmente se decidió una aplicación híbrida, puesto que ésta no requerirá funcionalidades hardware específicas de los dispositivos y realizará acciones muy genéricas. La aplicación debería caracterizarse por su sencillez.

Ionic:

Para desarrollar la aplicación se ha decidido usar Ionic [4]. Ionic es un SDK completo de código abierto para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas creado en 2013. La versión original fue lanzada y construida sobre Angular y Apache Cordova. Sin embargo, la última versión fue construido como un conjunto de componentes web, lo que

permite al usuario elegir cualquier marco de interfaz de usuario, tales como Angular o React.

Ionic está construido para ofrecer rendimiento y rapidez en las aplicaciones híbridas. Este *framework* resulta sencillo de entender para cualquier desarrollador que ha construido aplicaciones nativas para cualquier dispositivo, puesto que esta inspirado en los SDK nativos de las diferentes plataformas móviles.

Otra característica de Ionic es que proporciona un componente CLI (Command-line interface) lo que con la ejecución de un único comando, siendo este capaz de crear, construir, probar y compilar las aplicaciones para cualquier plataforma.

Las ventajas que nos ofrece trabajar con Ionic en nuestro proyecto son varias:

- Nos permite trabajar en un entorno de desarrollo compatible con todas las plataformas, sin necesidad de tener que crear aplicaciones nativas por separado.
- Utiliza lenguajes muy conocidos por los desarrolladores (HTML,CSS,JS), de modo que su implantación en el equipo de trabajo es relativamente fácil.
- Se puede reutilizar código de una aplicación web en una aplicación móvil.

Para la realización del proyecto se utilizó Angular 10 [8], por ser esta la última versión disponible hasta el momento.

4.- Tecnologías específicas backend:

- Express [5]: Es un *framework* para Node que sirve para ayudarnos a crear aplicaciones web en menos tiempo ya que nos proporciona funcionalidades como el enrutamiento, opciones para gestionar sesiones y cookies ... En nuestro proyecto se ha utilizado para desarrollar la API REST que conecta el cliente y el servidor de la aplicación, debido al manejo de peticiones HTTP de los que se alimenta.
- MongoDB [6]: Es un sistema de base de datos no relacional, orientado a documentos y de código abierto. En lugar de guardar los datos en tablas, como en los modelos relacionales, MongoDB guarda estructuras BSON (similar a JSON). Como se decidió por optar por utilizar un formato JSON para el intercambio de datos, lo más lógico es usar Mongo para el almacenamiento, además de las ventajas que nos proporciona debido a su elevada potencia y escalabilidad.
- Mongoose: Es una librería ofrecida por Node que ofrece todas las herramientas necesarias para trabajar con la base de datos.
- MongoDB Atlas: es el primer servicio “Database as Services” para base de datos MongoDB, en el cual es posible crear completos cluster de bases de datos, de manera online para contactar nuestras aplicaciones sin necesidad de tareas de instalación.

5.- Editor de código (IDE)

El editor de código fuente elegido para el desarrollo del proyecto fue Visual Studio Code [7]. Fue desarrollado por Microsoft para Windows, Linux y macOS. Proporciona las siguientes ventajas:

- Incluye soporte para la depuración.
- Control integrado de Git.

- Gratuito y de código abierto.
- Finalizado inteligente de código, fragmentos y refactorización de código. (IntelliSense)
- Totalmente personalizable.
- Proporciona la terminal integrada

b) Plantear una arquitectura de la información y de los servicios

1.- Front-end.

El front-end de una aplicación es la interfaz de usuario que hace que nuestro cliente pueda interactuar por nuestra web. Es decir, es todo aquello que el usuario ve. Por este motivo es muy importante cuidar este apartado puesto que, si hubiera algún fallo, supondría que el usuario dejará de utilizar la aplicación por el simple hecho no de poder navegar por ella, ya sea por desconocimiento, complejidad o fallo. Por esta razón las empresas cuidan mucho este apartado para así obtener un diseño más claro, más sencillo y utilizable de cara al cliente.

Esta parte es la que engloba y muestra todo el trabajo de diseño y, por lo general, reúne en su interior hasta tres lenguajes diferentes de programación, CSS, HTML y JavaScript. Cada uno de ellos está orientado a determinados fines concretos, sumándose para construir finalmente el resultado de lo que vemos cuando entramos en una web.

Dos términos que están a la orden del día y suele llevar a confusión son el de UX/UI puesto que marcan el diseño de cualquier página web.

UX o User Experience es aquello que un usuario percibe al interactuar con un producto o servicio. Por tanto, es muy importante saber cómo es el usuario que va a utilizar nuestra aplicación y cómo interactúa con ella. A mayor flujo de usuarios, mejor tiene que estar trabajado el UX para que una gran parte pueda entender la interfaz.

UI o User Interface es la vista que permite a un usuario interactuar de manera efectiva con un sistema. Es decir, se centra en cómo debe de ser la interfaz de usuario para el cliente.

Por ello, UX y UI deben de ir de la mano para poder proporcionar una interfaz de usuario, completa, atractiva y fácil de usar. Es clave para poder lograr un disfrute total de la aplicación por parte del cliente.

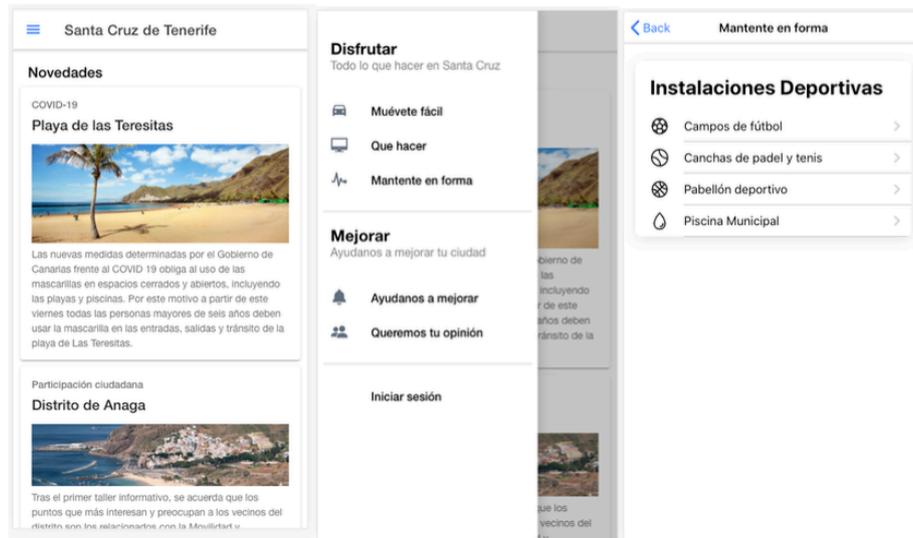


Figura 4. Capturas de la App

2.- Descripción funcional.

Es una parte compleja puesto que supone la selección de servicios iniciales. El éxito de la *app* integral depende del despliegue de estos servicios.

Se podría tomar como referencia las decenas de servicios ofertados en la fase de análisis por las diferentes ciudades del mundo, pero sería caer en el mismo error. La *app* es única y, como tal, el ciudadano debe ver en ella lo que realmente le supone una utilidad.

El crecimiento de la arquitectura inicial es clave para mantener el éxito de la *app*.

El sistema inicial de organización de contenido (arquitectura de la información) se basa únicamente en dos conceptos: “disfrutar” la ciudad y “mejorar” la ciudad.

Disfrutar la Ciudad:

- Muévete fácil (Movilidad): Se sugiere albergar un sistema de pago único de todas las movilidades de transporte de la ciudad y, desde este apartado de la aplicación, desarrollar un generador de rutas óptimo con el medio de desplazamiento. Como por el momento no se cuenta con esta opción se limitará a incluir las diferentes modalidades para desplazarse.
- Qué hacer (Entretenimiento): Se ofertarán todas las actividades de ocio así como eventos al estilo cursos, conciertos, talleres. Implicará el desarrollo de reserva o compra desde la propia aplicación, sin necesidad de terceros para poder cerrar el flujo. El usuario debe entender que lo que ve lo puede realizar.
- Mantente en forma (Deporte/Salud): Una de las actuales tendencias Smart es delegar en el ciudadano la cultura de la salud y el deporte. Una oferta clara de lo que se puede hacer y reservar en la ciudad resulta esencial. Al igual que el apartado anterior deberá incluir toda la oferta deportiva, así como la posibilidad de reserva y pago desde la aplicación (cerrar el flujo de interés).

Mejorar la Ciudad:

- Ayúdanos a mejorar (Incidencias): Buzón de incidencias del ayuntamiento, donde se podrá entregar todo tipo de quejas, también se permitirá la entrega de incidencias urbanas de la ciudad.
- Queremos tu opinión (Participación): se dará la facilidad a los ciudadanos de tomar las decisiones respecto al manejo de los recursos y las acciones sobre su ciudad.

Aunque la propuesta inicial parece sencilla se centra en que es útil y directa. Lo que se oferta se cierra, es decir, el ciudadano tiene la sensación de que desde la *app* resuelve sus problemas.

El proyecto queda preparado para poder añadir módulos a cada apartado. Asegurando de esta manera una fácil escalabilidad de éste. Esto es gracias a la arquitectura empleada comentada anteriormente.

c) Arquitectura del sistema

1.- Arquitectura web de desarrollo:

La aplicación desarrollada sigue la arquitectura basada en la pila MEAN. MEAN es el acrónimo que hace referencia a las arquitecturas desarrolladas con MongoDB, ExpressJS, AngularJS y Node.js. El *framework* Ionic realmente es una encapsulación de AngularJS por lo que debido a esto se puede decir que la aplicación se basa en la pila MEAN.

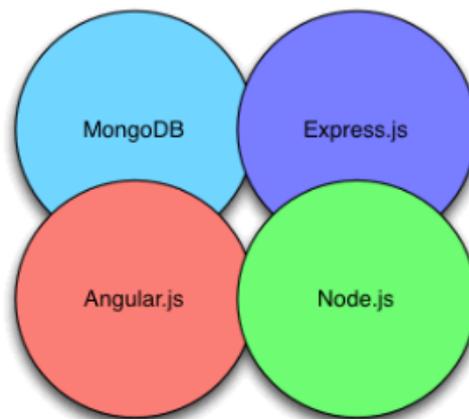


Figura 5. MEAN Stack

Cada una de estas tecnologías aporta una funcionalidad dentro de la pila:

- MongoDB: es la base de datos no relacional que nos permitirá almacenar información.
- ExpressJS: es el *framework* JavaScript Web del Servidor.

- AngularJS: es el *framework* JavaScript del Cliente.
- Node.js: permite ejecutar JavaScript del lado del servidor. Es nuestro nuevo servidor de aplicaciones

Estas cuatro tecnologías unidas nos permiten desarrollar aplicaciones escalables, cercanas al mundo móvil y a la necesidad de tiempo real.

En el siguiente diagrama se muestra cómo se comunican las diferentes tecnologías dentro de la aplicación:

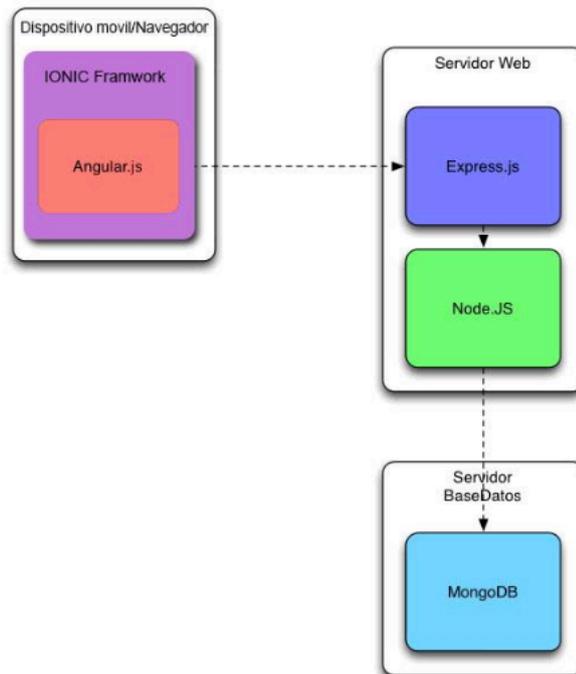


Figura 6. Arquitectura de la Aplicación

Siguiendo la arquitectura anterior se ha optado por realizar un desarrollo basado en MVC [10] (*Model-View-Controller*). Es un modelo de programación que separa los datos, la lógica y las interfaces de usuario. Como su nombre indica, está separado en tres componentes: modelo, vista y controlador. Está fundamentado en la ideología de separación de conceptos y cumple perfectamente con los objetivos de los patrones de diseño.

- Modelo: esta capa será la encargada de los datos. Será la responsable de hacer las peticiones a las bases de datos para enviar o recibir información.
- Vista: es el código que nos permitirá presentar los datos que el modelo nos proporciona a los usuarios.
- Controlador: responde a acciones del usuario, modificando el modelo cuando sea necesario. Además, es la capa que nos permitirá enlazar la vista con el modelo.

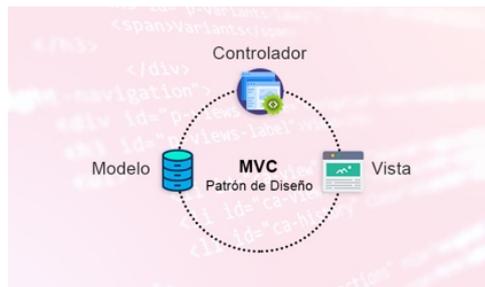


Figura 7. Modelo Vista Controlador

Esta tecnología nos permitirá una fácil escalabilidad de nuestro proyecto y a su vez permite dividir el trabajo a la hora de desarrollar la aplicación gracias a que sus componentes están separadas entre sí. Esto garantiza un desarrollo flexible, modular y escalable.

El sistema aporta la facilidad de realizar pruebas unitarias de las componentes, lo que permite estar al tanto de la actualidad de la aplicación. Si las pruebas de las componentes fallan, sabremos donde está el fallo y cómo solventarlo.

2- Servidor

El servidor será el encargado de proporcionar la información necesaria a nuestros usuarios. Esta parte ha sido desarrollada en JavaScript y cuenta con un mecanismo de comunicación API REST. Además la información será almacenada en una base de datos Mongon, concretamente en el servidor de Mongo Atlas, la cual será definida a través de los *endpoints* definidos en la API REST y la librería de Mongoose.

La base de datos está considerada uno de los puntos críticos de nuestra aplicación, puesto que es el lugar donde se recoge y almacena todos los datos que utiliza nuestra aplicación. Se debe tener especial cuidado con los datos, puesto que pueden ser utilizados para realizar estudio de mercado, campañas de marketing, optimizar zonas críticas de la aplicación, etc. A la hora de elegir base de datos encontramos numerosas opciones, pero existen dos que son las más populares en el mundo corporativo: las bases de datos relacionales o SQL y las no relacionales o noSQL.

Se ha optado por base de datos noSQL debido a las ventajas que proporcionan frente a las relacionales:

- Tiene una mayor escalabilidad y su carácter descentralizado.
- Suelen ser bases de datos mucho más abiertas y flexibles. Permiten mayor adaptabilidad a los proyectos frente a los modelos de Entidad Relación.
- Permite hacer cambios de esquema sin tener que detener bases de datos.
- Escalabilidad horizontal: son capaces de crecer en número de máquinas, en lugar de tener que residir en grandes máquinas.
- Permite ejecutarse en máquinas con pocos recursos.
- Optimización de consultas en bases de datos con grandes cantidades de datos.

La base de datos noSQL que albergará el proyecto es MongoDB, una base de datos fácil de utilizar y recomendada para aplicaciones con alta cantidad de datos, gracias a su velocidad de lectura y a que sus operaciones están implementadas en C++ lo que las hace bastante rápidas y eficientes.

Para almacenar los datos se hará uso de Mongo Atlas un servicio que permite gestionar la base de datos de manera remota. Este mismo servicio permite la replicación de la base de datos, por lo que es posible crear en el mismo *cluster* las réplicas que deseemos. En nuestro caso se han generado tres réplicas, una de ellas actuará como master y las otras dos como esclavos, que empezarán a recibir peticiones en el momento en que la master aumente su uso y se vea comprometida. De esta manera aseguramos una alta disponibilidad.

Según lo anteriormente mencionado encontraremos las diferentes colecciones de nuestra base de datos. En este caso se ha implementado la de los usuarios de la aplicación.

Usuarios: Esta colección almacena la información de todos los usuarios. Cada uno de ellos dispone de un atributo identificador que le permitirá ser identificado de manera única, evitando repeticiones en la tabla. Los atributos son, identificador, nombre, email y contraseña.

2.1 Capa de comunicación

Para poder acceder a los recursos que nos ofrece el servidor, será necesario definir una capa intermedia que permita controlar la manera de acceder y comunicarnos con dichos recursos desde el cliente. Es por esto que optaremos por la utilización de una API REST, desarrollada a través de la librería Express, para proporcionar el elemento de comunicación entre el cliente y el servidor.

Un servicio REST no es una arquitectura software, sino que es un conjunto de restricciones con las cuales podremos crear una arquitectura software, la cual podremos usar para la creación de aplicaciones web respetando HTTPS [11]. Las diferentes operaciones que nos permite definir una interfaz REST son: POST (crear), GET (leer y consultar), PUT (editar) y DELETE (eliminar)

Actualmente la mayoría de las empresas utilizan API REST para crear servicios. Debido a que se trata de un estándar lógico y eficiente para la creación de servicios web.

La API desarrollada dispone de un controlador de ruta o *endpoints*, es decir, puntos de conexiones donde quedan expuestos los recursos a consumir:

/Users: endpoint encargado de proveer la información almacenada en la colección “usuarios” de la base de datos. Permite crear nuevo usuario y almacenarlos en la base de datos (POST) y también devuelve el token de validación de un usuario al autenticarse en la base de datos (GET).

En nuestro caso hemos implementado la API de una manera segura, para ello le hemos añadido el JWT [15] (JSON Web Token), un estándar RFC 7519 para transmitir información con la identidad y *claims* de un usuario de forma segura entre cliente y

servido. Dicha información puede ser verificada y confiable porque está firmada digitalmente.

El ciclo de vida de un Token JWT es el siguiente:

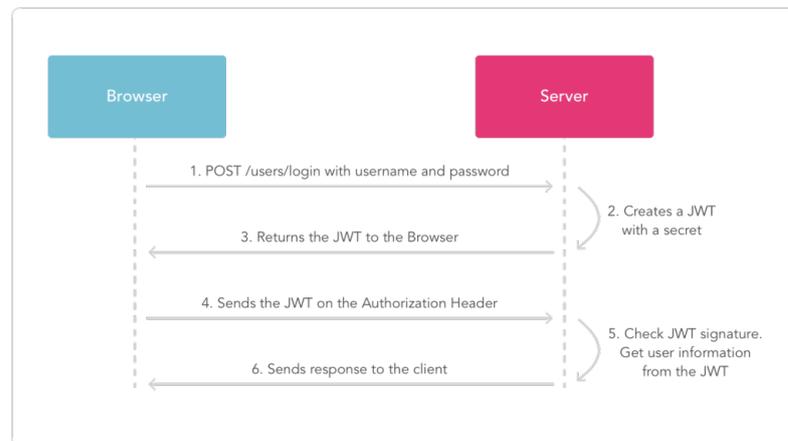


Figura 8. Ciclo de vida JWT

A la hora de implementarlo en nuestra API, se ha hecho de la siguiente manera:

```
1  const User = require('./users.dao');
2  const jwt = require('jsonwebtoken');
3  const bcrypt = require('bcryptjs');
4  const SECRET_KEY = 'secretkey123456';
5
6  exports.createUser = (req, res, next) => {
7    const newUser = {
8      name: req.body.name,
9      email: req.body.email,
10     password: bcrypt.hashSync(req.body.password)
11   }
12
13   User.create(newUser, (err, user) => {
14     if (err && err.code === 11000) return res.status(409).send('Email already exists');
15     if (err) return res.status(500).send('Server error');
16     const expiresIn = 24 * 60 * 60;
17     const accessToken = jwt.sign({ id: user.id },
18       SECRET_KEY, {
19         expiresIn: expiresIn
20       });
21     const dataUser = {
22       name: user.name,
23       email: user.email,
24       accessToken: accessToken,
25       expiresIn: expiresIn
26     }
27     // response
28     res.send({ dataUser });
29   });
30 }
31
```

Figura 9. Implementando JWT App

Un Token JWT es especialmente útil para autenticar y autorizar usuarios a la hora de consumir nuestro servicio del API, ya que, gracias al poder de la firma digital y el hash permite la transferencia de datos de manera segura, así como especificar un tiempo de validez para que el Token caduque.

Para probar nuestra API, hemos utilizado Postman [12], una herramienta que nos permite crear peticiones sobre APIs de forma sencilla y de esta manera poder probarla.

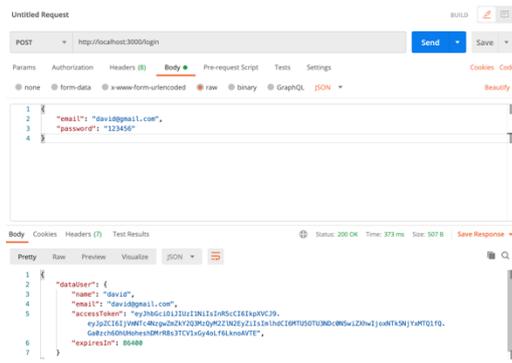


Figura 10. Probando Api en Postman

Caso de uso

Analizaremos brevemente las ventajas que presenta la solución S3 con respecto a lo que se encuentra actualmente en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife.

Para ello se ha realizado un diagrama que incluye el desglose de lo que se puede hacer mediante la nueva aplicación móvil comparándolo con el modelo actual de aplicaciones + portal web.

Modelo Aplicación + Portal:

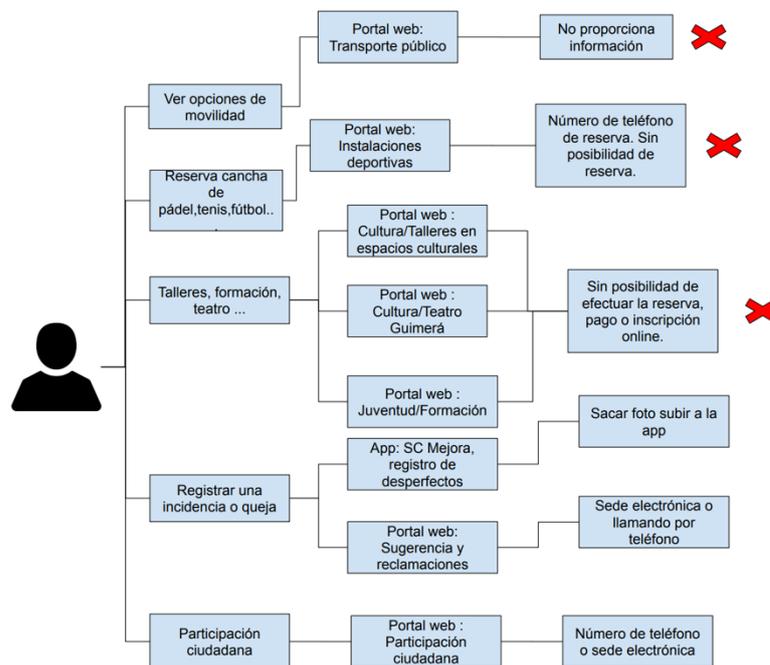


Figura 11. Flujo sin App

Flujo de aplicación:

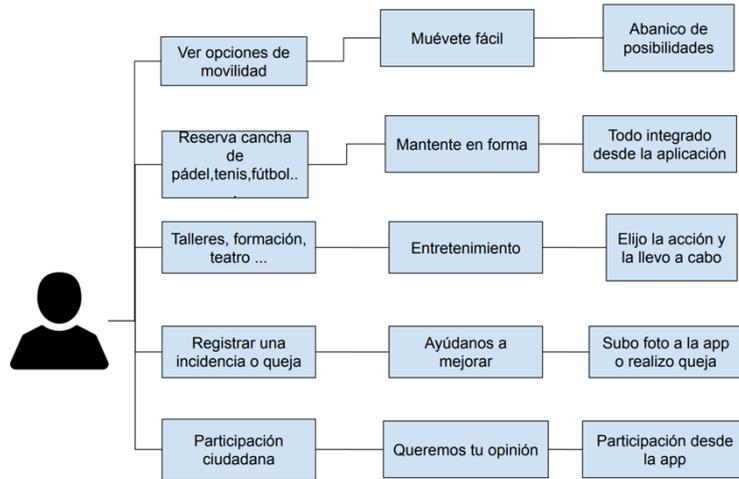


Figura 12. Flujo con App

El modelo que nos encontramos al entrar al portal web es el siguiente:

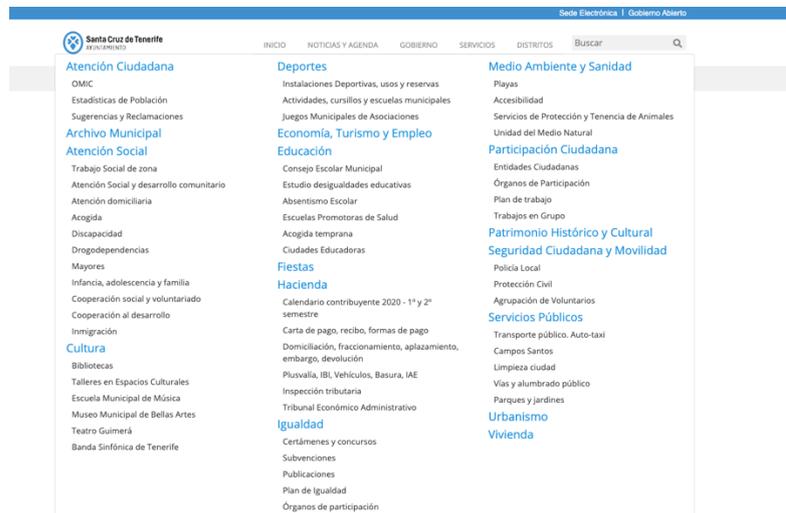


Figura 13. Portal Web SC

Como se puede observar el menú actual es complejo y poco intuitivo.

Por el contrario, el menú ofertado desde la *app* resume a la perfección los servicios que quiere ofertar.

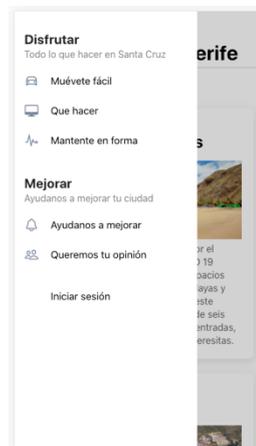


Figura 14. Menú App

4. Conclusión

Podemos afirmar que se han cumplido con los dos objetivos comentados al inicio del trabajo: incluyendo un análisis exhaustivo que aporta el estado del arte en la materia de *apps*, ciudades y servicios y, por otro, obteniendo un modelo de aplicación totalmente escalable y con funcionalidades más adaptadas a la ciudadanía.

Hubiera sido deseable desarrollar parte de los servicios aquí indicados como caso real en lugar de caso de uso pero el tiempo necesario así como la complejidad del trabajo hubiera supuesto un trabajo profesional que excede con creces los objetivos planteados. Esto deberá ser fruto de ir cambiando y adaptándose al nuevo sistema paulatinamente para finalmente encontrar el equilibrio perfecto entre portal web y aplicación móvil.

No obstante, la referencia y modularidad del trabajo permite a cualquier ciudad una toma de decisiones y una elección de plataforma de elevado interés para el desarrollo de sus futuros servicios móviles.

5. Conclusions

We can state that the two objectives mentioned at the beginning of the report have been fulfilled: including an exhaustive analysis that provides the state of the art in the field of apps, cities and services and, on the other hand, obtaining a totally scalable application model with functionalities more adapted to citizens.

It would have been desirable to develop part of the services indicated here as a real case instead of a use case but the time required as well as the complexity of the work would have meant a professional job that far exceeds the objectives set. This will have to be the result of gradually changing and adapting to the new system in order to finally find the perfect balance between web portal and mobile application.

Nevertheless, the reference and modularity of the report allows any city to make decisions and choose a platform of high interest for the development of its future mobile services.

Referencias:

- [1] JavaScript: web oficial <https://www.javascript.com/>
- [2] TypeScript: <https://www.typescriptlang.org/>
- [3] NodeJS: web oficial <https://nodejs.org/es/>
- [4] Ionic: documentación oficial <https://ionicframework.com/docs>
- [5] Express: web oficial <https://expressjs.com/es/>
- [6] MongoDB: web oficial <https://www.mongodb.com/>
- [7] Visual Studio Code: web oficial <https://code.visualstudio.com/>
- [8] Angular: web oficial <https://angular.io/>
- [9] Las *apps* de Madrid que casi nadie de se baja. Periodico el Pais 22 diciembre 2018
https://elpais.com/ccaa/2018/12/19/madrid/1545246072_989686.html
- [10] Model-View-Controller:
https://www.tutorialspoint.com/mvc_framework/mvc_framework_introduction.htm
- [11] HTTP Tutorial <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP>
- [12] Postman: web web oficial <https://www.postman.com/>
- [13] Moovit: web oficial <https://moovit.com/es/>
- [14] Fundación telefónica *Smart Cities*: un primer paso hacia la internet de las cosas.
Editorial Ariel S.A., Nov 2011.
- [15] Construyendo una Web API REST segura con JSON Web Token en .NET (Parte 1). Santi Macias, Mar 2018
- [16] Movilidad como servicio: <https://www.mycoyote.es/blog/servicios-carretera/maas-movilidad-como-servicio-mobility-as-a-service/>

Anexo – Análisis turístico

En el siguiente anexo encontraremos las diferentes maneras de tratar y cuidar el turismo de las ciudades tratadas durante el análisis:

Ciudad 1: Santa Cruz de Tenerife.

Santa Cruz de Tenerife: ciudad con un total de 207.312 habitantes en 2019. Según los datos proporcionados por (<https://www.webtenerife.com/investigacion/situacion-turistica/turismo-cifras/>), indican que la ciudad acogió, en el año 2019, un total de 2.472.145 turistas. Es decir, más de diez veces la población actual de la ciudad. Sin embargo, solo se dispone de una única *app* enfocada al sector turístico por parte del ayuntamiento, y solo está disponible en dispositivos IOS.

La isla de Tenerife acogió durante el pasado año, un total de 5.7 millones de turistas.

Pero el turista no se visita solamente la capital, trata explorar toda la isla. Por eso, analizaremos las diferentes *apps* que se encuentra a disposición de un turista que quiere conocer la isla de Tenerife.

<i>App</i>	Desarrollador	Obsolescencia	Última Actualización	Fecha Lanzamiento	Descargas	Coste (sin IVA)
Puerto de la Cruz	Ayuntamiento	No	18 noviembre 2016	2016	1.000-5.000	----
Villa de La Orotava	Ayuntamineto	No	19 noviembre 2020	----	100-500	----
Tenerife AR	Turismo de Tenerife	No	17 marzo 2020	2020	10-50	----
Turismo La Laguna	Ayuntamiento	No	28 abril 2020	2025	1.000-5.000	----
Icod	Ayuntamiento	No	12 marzo 2020	2017	100-500	----
Itineraria	Ayuntamiento (SC)	No (Android)	----	----	----	----

La cifra de descarga, proporcionada por Google, es un rango de descarga (10 a 50,50 a 100,100 a 500...)

A fecha de: 25 mayo 2020

Elaboración propia

Analizando las *apps*, encontramos que algunos municipios de la isla, han intentado crear sus propias *apps* enfocadas a fomentar el turismo. Pero la verdad que si nos ponemos desde el punto de vista del visitante nos encontramos que la *app* que me bajo para poder visitar el Puerto de la Cruz, no me sirve para visitar La Villa de La Orotava, y a su vez tampoco para ninguno de los demás municipios de la isla.

Sería bueno que el turista disponga de una única *app* integradora de los diferentes lugares emblemáticos de la isla. Con la cual pueda desplazarse y recorrer cada rincón de ésta.

Por otro lado, cabe destacar la existencia de un portal web donde encontraremos toda la información necesaria para el turista. <https://www.webtenerife.com/>

Analicemos ahora la aplicación web que nos ofrece la web oficial de turismo en Gran Canaria:

- Idiomas: la web está disponible en 7 idiomas
- Diseño: la web utiliza colores claros y grises, le da un toque apagada a la página y poco llamativa.
- Usabilidad: la experiencia del usuario es agradable.
 - Estructura: utiliza una estructura correcta, bien diferenciados el menú y slider ...
 - Accesibilidad: una vez empiezas a navegar es sencillo e intuitivo volver al punto anterior. Algunos enlaces de la página están sin redirección y obsoletos (idiomas diferentes al español, alemán o inglés).
 - Responsive: la página se adapta perfectamente a los dispositivos móviles, pero pierde un poco de orden y claridad los menús, puesto que se hace un poco difícil de entender.

Análisis del contenido:

- Plan turístico: (¿Qué hacer?) listadas las cosas que se pueden hacer en la isla de Tenerife.
 - Naturaleza: lista los parajes más recónditos de la isla, actividades y qué poder hacer.
 - Rutas: rutas para ciclismo, cainar, para el coche ... Toda la información relacionada con las rutas de la isla.
 - Deporte: toda la oferta deportiva de la isla de Tenerife.
 - Salud y bienestar: listado de todos los lugares para relajarse y disfrutar de una estancia reparadora en la isla.
 - Comer y beber: gastronomía de la isla.
 - Actividades culturales: toda la información de las fiestas y la cultura de la isla.
 - Aprender español: lugares donde poder aprender y sacar los certificados de español.
 - Carnaval: toda la información a cerca de los carnavales de Tenerife.
 - Excursiones: excursiones por la isla ofertadas por diferentes empresas.
 - Ocio: los mejores lugares de la isla para divertirse, discotecas, parques temáticos ...
- ¿Qué visitar?, todo lo que puedes ver en Tenerife.
 - Playas.
 - Piscinas y charcos.
 - Pueblos y caseríos.
 - Parque Nacional del Teide.
 - Otros espacios naturales.
 - Jardines y parques.
 - Establecimientos visitantes.
 - Imprescindible.
 - Lugares históricos.
 - Miradores.

- Museos.
- Alojamiento: listado de todos los lugares dónde poder hospedarte en Tenerife, casas rurales, apartamentos, hoteles ...
- Lugares de interés: oficinas turísticas en Tenerife, cómo viajar a Tenerife, cómo moverse en Tenerife...
- Sobre Tenerife: toda la información sobre Tenerife, arte y cultura gastronomía, climatología, juegos tradicionales ...

Aparte de toda la oferta turística también encontramos:

- Convention Bureau: se ofrece toda la oferta para la realización de congresos y reuniones en la isla de Tenerife.
- Film Commission: oferta, garantías, ventajas ... De rodar películas, documentales, cortos en las Tenerife.
- Investigación: se ofrece un sitio web donde se encuentran todos los datos y estadísticas relacionadas con el turismo en la isla.

Ciudad 2: Las Palmas de Gran Canaria

Turismo

En el año 2019 Gran Canaria recibió un total de 4,2 millones de turistas.

En Gran Canaria no encontramos la diversidad de aplicaciones que hay en Tenerife, pero tampoco encontramos una *app* que nos sirva de ayuda para poder desplazarnos por la isla. Si es cierto que hay muchos ayuntamientos que en su *app* incluyen un apartado de turismo, pero suele ser una información breve y pobre. Como puede ser el Ayuntamiento de Las Palmas, Agüimes, Arucas, Telde...

Sin embargo, existe una *app* "GranCanariaHD" que ha caído en desuso y se encuentra actualmente desactualizada para IOS e imposible de descargar. En Android, si nos permite descargarla, pero su uso está desactualizado actualmente y no funciona con normalidad. (Última actualización 2011)

Las islas Canarias reciben una media de 13 millones de turistas anuales, siendo éste una de sus mayores fuentes de ingresos. Debería de cuidarse un poco más al turista desde el punto de vista telemático. Facilitando la estancia y haciendo de ella una experiencia más cómoda y práctica aprovechando las nuevas tecnologías.

No obstante, cabe destacar que dispone de un excelente portal web en el que encontraremos toda la información de la isla. <http://www.grancanaria.com/turismo/es/>

Analicemos ahora la aplicación web que nos ofrece la web oficial de turismo en Gran Canaria:

- Idiomas: encontramos la pagina principal disponible en 10 idiomas, pero de los cuales sólo en ingles alemán y español encontramos los contenidos multimedia de la página.
- Diseño: nos encontramos con una página web llamativa y agradable, utiliza colores claros que encajan perfectamente con la temática de la web.
- Usabilidad: la experiencia del usuario es agradable.

- Estructura: utiliza una estructura correcta, bien diferenciados los menús y los submenús, slider ...
- Accesibilidad: una vez empiezas a navegar es sencillo e intuitivo volver al punto anterior. Existe un poco de confusión a la hora de entender bien los submenús. Algunos enlaces de la página están sin redirección y obsoletos (idiomas diferentes al español, alemán o inglés).
- Responsive: la página se adapta perfectamente a los dispositivos móviles, con pero pierde un poco de orden y claridad los menús, puesto que se hace un poco difícil de entender y más aun en la ubicación que se le da al portal móvil.

Análisis del contenido:

- Plan turístico (¿Qué hacer?): se listan las diferentes actividades y lugares que pueden ser visitados. Encontramos los siguientes apartados:
 - Playas: encontramos un listado con las principales playas de la isla, Las Canteras, Playa del Inglés, Puerto Rico, Mogán, Amadores, Agaete, Meloneras y San Agustín. En todas ellas se detalla una descripción y la ubicación de la misma.
 - Náutica: listado de actividades y escuelas náuticas de la isla. Surf, windsurf y kitesurf, submarinismo, puertos deportivos, ruta con delfines, pesca deportiva y ran canaria blue.
 - Naturaleza: actividades y lugares para visitar en la montaña. Encontramos deportes de montaña, red de miradores, centro de interpretación de roque bentayga, jardín botánico viera y clavijo, reserva de la biosfera, espacios naturales, parador de cruz de Tejeda, enlace al portal gran canaria natural.
 - Deportes: listado de las diferentes actividades realizadas en todos los sectores. Entre ellas encontramos surf, windsurf y kitesurf, paddle surf, aprender submarinismo, senderismo, ciclismo de montaña, escalada, pesca deportiva, deportes autóctonos.
 - Salud: se lista toda la oferta turística para el descanso y bienestar. Como son los centros de salud, lugares para el descanso, aloe vera y enlace a al portal de spa,wellnes & health.
 - Golf: información a cerca de los 7 campos de golf de la isla. Dividiéndose en: Iagto winner 2013, jugar al golf con amigos, clima perfecto para practica golf y por ultimo un enlace al portal específico para el golf en la isla.
 - Cultura: se hace un barrido por las principales actividades culturales de la isla: centro de interpretación del Roque Bentayga, museo y parque Arqueológico Cueva Pintada, parque arqueológico del Maipes de Agaete, Carnaval, gastronomía, cultura+sol, patrimonio de gran canaria, red de museos.
 - Meetings: oferta para los organizadores de congresos en la isla. Las áreas comentadas son: centros de congresos, hoteles para congresos, ¿por qué elegir gran canaria?, incentivos y por último enlace al portal de convention Bureau.
 - Gastronomía: encontramos un amplio abanico gastronómico dividido en 6 artículos: 21 ingredientes para una isla de sabores, recetas de una islamezclada, cocina para momentos alegres, productos de la tierra, una cumbre azucarada y el estupendo queso de flor.
- Alojamiento: encontramos un buscador de alojamientos dentro de esta sección, donde podremos buscar en función de nuestras preferencias en la isla.
- Agenda: encontramos un listado con todos los eventos de la isla, además existe la posibilidad de filtrarlos por fechas, municipios y tipo de evento.

- Multimedia: encontramos todo tipo de material multimedia sobre la isla, desde folletos, audio guías, cámaras en tiempo real videos... Esta sección sólo esta disponible en español, ingles y alemán.
- Blog turístico: dispone de un blog con fotos muy bonitas de la isla y buenas descripciones de cada una de ellas. Sólo esta disponible en tres idiomas español, ingles y alemán.

Además del portal principal de turismo de gran canaria, existen varios portales centrados a un sector concreto del turismo en cada caso.

- Gran Canaria Film Commision: La Gran Canaria Film Commission es una unidad adscrita a la Sociedad de Promoción Económica de Gran Canaria que ofrece apoyo y confianza institucional a las producciones audiovisuales de cine, televisión y publicidad. <https://www.grancanariafilm.com/>
- Gran Canaria Convention Bureau: web de oferta de servicios a las personas o empresas que deseen organizar un congreso, convención o incentivo en Gran Canaria. <https://www.grancanariacb.com/>
- Gran Canaria Spa, Wellness & Health: buscador donde encontraras todas ofertas de hoteles spas y talasoterapia de la isla. <http://www.grancanariawellness.com/es/inicio>
- Gran Canaria Blue: portal web que recoge todas las actividades, alojamiento y transporte relacionados con el ámbito marítimo. <https://grancanariablue.com/>
- Gran Canaria Natural & Active: portal web dedicado a la parte rural de la isla, alojamientos rurales, senderos, barranquismos, ciclismo y demás actividades relacionadas. <https://www.grancanarianaturalandactive.com/es/>
- Gran Canaria Golf: portal web orientado al turismo deportivo, en este caso el golf, además de toda la información encontraras los mejores alojamientos para poder desarrollar las actividades . <http://grancanariagolf.com/>
- Gran Canaria Tri, Bike & Run: portal web enfocado al deporte en gran canaria, maratones, triatlones y ciclismo, encontraras toda la información de eventos, alojamiento, fechas de eventos ... <https://www.grancanariatribikerun.com/>

En todos estos portales encontramos la información en tres idiomas: español, ingles y alemán. En cuanto al diseño, todas ellas cumplen un mismo patrón, se identifica muy bien la imagen de marca.

Ciudad 3: Madrid

Madrid: ciudad con un total de 6.662.000 millones de habitantes en 2019. La ciudad de Madrid registró en 2019 la llegada de 10,4 millones de visitantes según los datos extraídos de (<https://www.madrid-destino.com/turismo/estadisticas>). Madrid cuenta con 5 *apps* enfocadas al sector turístico, las cuales no superan las 70.000 descargas entre todas.

Dispone de un portal web (<https://turismomadrid.es/es/>) enfocado únicamente al turismo, donde encontraremos toda información relevante de Madrid, qué ver y qué

hacer, lugares dónde ir dependiendo de las edades e intereses. Pero ellos no han desarrollado ninguna *app* específica para este sector.

Ciudad 4 Barcelona:

Barcelona: ciudad con un total de 5.575.000 millones de habitantes en 2019. Barcelona registró un total de 11.977.277 turistas, según los datos proporcionados por (<https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20200127/473158697681/barcelona-balance-turismo-visitantes-2019.html>). El ayuntamiento cuenta con un total de 8 aplicaciones dedicadas al turismo, las cuales no superan las 31.000 descargas entre todas ellas.

A parte de todas las *apps* creadas por el Ayuntamiento de Barcelona, existe una entidad creada en colaboración por el Ayuntamiento de Barcelona, la Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Barcelona y la Fundación para la Promoción de Barcelona con el fin de optimizar, coordinar y promover el sector turístico de la ciudad de Barcelona.

<i>App</i>	Área	Obsolescencia	Última Actualización	Fecha Lanzamiento	Descargas	Coste (sin IVA)
Barcelona Restaurants	Hostelería	No	6 septiembre 2018	2013	10.000-50.000	----
Barcelona Guia	Guía	No	13 octubre 2019	2013	100.000-500.000	----
La Barcelona de Gaudí*	Historia	No	27 marzo 2017	2015	1.000-5.000	----
La Barcelona Medieval*	Historia	No	27 marzo 2017	2015	500-1.000	----
22@Barcelona*	Guía	No	27 marzo 2017	2015	100- 500	----
Barcelona MetroWalks*	Cultura	Sí	28 marzo 2019	2016	1.000-5.000	----

La cifra de descarga, proporcionada por Google, es un rango de descarga (10 a 50,50 a 100,100 a 500...)
A fecha de: 17 abril 2020

(*) Las cuatro *apps* están disponibles en varios idiomas. Pero en lugar de disponer una opción para el idioma dentro de la propia *app*, han optado por crear una *app* diferente en función del idioma utilizado. Encontramos en español, catalán y finalmente en inglés.

Pese a ser una entidad dedicada únicamente al turismo, han seguido optando por la diversificación de *apps* en lugar de unificarlas en una sola. Esto vuelve a provocar el mismo problema de siempre, múltiples aplicaciones y mayor caos para el usuario.

Estamos hablando de una ciudad que recibe una media de 10 millones de turistas por año, siguiendo estos números, observamos un número muy pobre en el historial de descargas de las *apps*.

Ciudad 5: Nueva York

Enfocándonos en este sector podemos observar que la ciudad de Nueva York, no dispone de ninguna *app* oficial enfocada a los turistas.

No obstante, podemos encontrar un portal web muy extenso, en diferentes idiomas (5) y que aborda al completo la necesidad de un turista a la hora de visitar una gran metrópolis como es Nueva York.[“ <https://es.nycgo.com/>”]

Ciudad 6: Singapur

Singapur dispone de una única *app* turística, la cual es una duplicidad con el portal web. Con la diferencia que está todo mejor ordenado y es más intuitivo y útil. Por otro lado, tienen una funcionalidad peculiar, una especie de foro donde los antiguos visitantes pueden compartir sus viajes y sus rutas y son valoradas por los demás usuarios, obteniendo de esta manera diferentes rutas por la ciudad y muy bien valoradas. Además, también se encontrará la valoración de todos los lugares posibles a visitar, como una especie de Tripadvisor.

También dispone de tarjeta de visitante, la cual incluye transporte público gratis y entradas a numerosos lugares de la ciudad para los turistas.