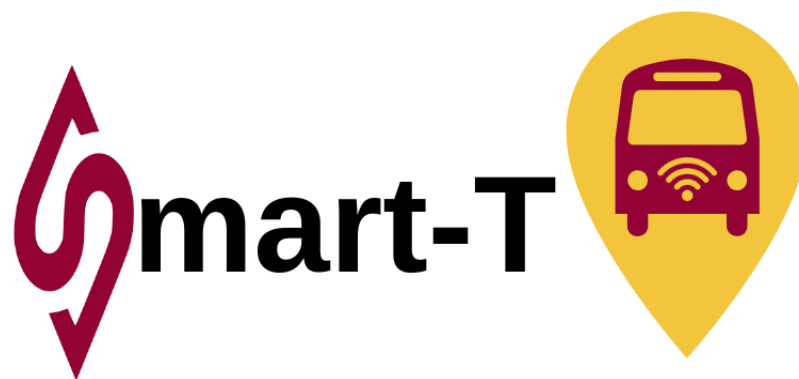

OPTIMIZACIÓN DE LA OPERATIVA DE TUSSAM CON TECNOLOGÍA BIG DATA

Smart-T for TUSSAM



12 DE ABRIL DE 2019
SMART-T FOR TUSSAM
Escuela de Organización Industrial

Contenido

1.	La movilidad urbana: un problema global.....	7
1.1.	El transporte público colectivo en Sevilla: TUSSAM.	11
1.2.	La calidad del aire en Sevilla	13
2.	Objetivos del proyecto y variables cuantitativas.....	14
3.	Modelo de negocio.....	15
4.	Estudio de competencia y análisis del mercado.....	16
4.1.	Cuota de mercado.....	16
4.2.	Venta de la solución	17
5.	DAFO	19
5.1.	Fortalezas.....	19
5.2.	Oportunidades.....	20
5.3.	Debilidades	20
5.4.	Amenazas.....	21
6.	Solución Técnica	28
6.1.	Gestión predictiva de la demanda.	28
6.2.	Fuentes de datos.....	29
6.3.	Tipo de Modelado	30
6.4.	Elección del Algoritmo.	30
6.4.1.	Modelo ARIMA.....	30
6.5.	Fases del modelado.....	31
6.6.	Casos de Uso	31
6.7.	Definición de la Solución Técnica	32
6.7.1.	Catálogo de datos fuentes (estructurados y no estructurados).....	32
	Datos estructurados	32
6.7.2.	Mantenimiento de autobuses	32
6.7.3.	Datos de incidencias de autobuses	32
6.7.4.	Datos de accidentes de cada uno de los autobuses.....	32
6.7.5.	Datos conductores de autobuses.....	33
6.7.6.	Datos de las líneas de autobuses	33
6.7.7.	Datos de ventas.....	33
6.7.8.	Datos GPS.....	33
6.7.9.	Datos de incidencias de tráfico.....	33
6.7.10.	Calendario local.....	33

6.7.11.	Datos de contadores de usuarios en autobuses.....	33
6.7.12.	Datos wifi tracker	34
6.7.13.	Registros de meteorología	34
	Arquitectura conceptual de procesos.....	35
6.8.	Solución Técnica	35
6.9.	Estrategia para la implementación del sistema	35
6.10.	¿Por qué Server-less?	35
6.11.	AWS Amazon proveedor de servicios.	36
6.12.	Descripción de los servicios AWS	36
6.13.	Estrategias para la extracción de datos.....	37
6.14.	Indicadores y estrategias para enriquecer datos.....	38
6.14.1.	Tiempo de espera en parada.....	38
6.14.2.	Número de pasajeros en parada.....	39
6.14.3.	Porcentaje de ocupación del autobús.....	40
6.14.4.	Tiempo entre parada y parada del bus	41
6.14.5.	Situación actual del tráfico.....	41
6.14.6.	Datos meteorológicos.	41
6.15.	Definición de los tipos de datos	41
6.15.1.	Dato de autobuses.....	41
6.15.2.	Información de personal.....	43
6.15.3.	Información líneas y paradas.....	43
6.15.4.	Cuadro de mando integral	46
7.	Smart-T for TUSSAM: Integración en la estructura de TUSSAM	47
7.1.1.	Departamento de ventas	48
7.1.2.	Departamento de operaciones	48
7.1.3.	Departamento de Mantenimiento	48
7.1.4.	Departamento de Marketing.....	48
7.1.4.1.	Plan de marketing	48
7.1.4.2.	Estrategia.....	49
7.1.4.3.	Segmentación de clientes.....	49
7.1.4.4.	Marketing Mix:	50
7.1.4.5.	Estrategia de contenido	52
7.1.5.	Impacto en otros departamentos	54
8.	Evaluación de KPI's	55

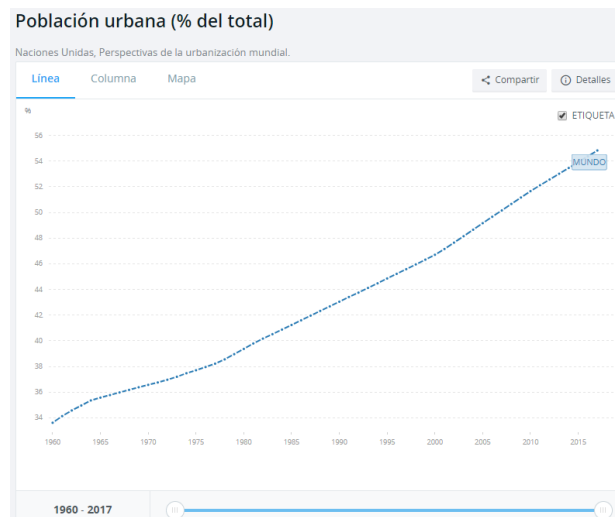
8.1.1.	Maximización de ingresos económicos.....	56
8.1.2.	Reducción de costes.....	57
8.1.3.	Aumento de la satisfacción de los usuarios	57
8.1.4.	Reducción de emisiones	59
9.	Estudio Económico-financiero	60
9.1.	Ingresos de explotación	60
9.1.1.	Previsión de viajeros	61
9.1.2.	Precio del título ordinario	62
9.1.3.	Estimación de ingresos de explotación	63
9.2.	Ingresos por venta de Smart-T.....	64
9.3.	Gastos de Explotación.....	65
9.3.1.	Gastos de personal	65
9.3.2.	Gastos en bienes corrientes y servicios	66
9.3.3.	Gastos explotación Smart-T	66
9.3.4.	Amortizaciones	66
9.3.5.	Gastos financieros	66
9.3.6.	Gastos en marketing	67
9.4.	Inversión inicial en Smart-T for TUSSAM	67
9.5.	Inversión en nuevos vehículos	68
9.6.	Cuenta de Resultados	70
9.7.	Flujo de caja de la inversión.....	71
9.8.	Análisis de la inversión.....	71
9.9.	Valor Actual Neto (VAN).....	72
9.10.	Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.).....	72
9.11.	Plazo de recuperación	73

1. La movilidad urbana: un problema global.

El problema de la movilidad urbana.

Estamos en el proceso de urbanización más vertiginoso de la historia. La población mundial es ya de 7.300 millones de personas y se estima que seremos 8.500 millones en 2030 y 9700 millones en 2050, según informes de Naciones Unidas.

Existen muchas tendencias que nos ponen de manifiesto que la población mundial prefiere vivir en ciudades en lugar de en ambientes rurales. Según datos de las Naciones Unidas la población urbana en el mundo en 2017 era ya del 55% respecto del total.



En el caso particular de España esta tendencia también es evidente, presentando en 2017 un 80% de su población la consideración de urbana.



El futuro de la humanidad pasa, por tanto, por el futuro de las ciudades, y uno de los principales retos es el de la movilidad urbana. El tráfico urbano es uno de los problemas que más influyen en la calidad de vida de los residentes en las ciudades y áreas metropolitanas de los países desarrollados. Éste tráfico es actualmente muy complicado en la mayoría de las áreas metropolitanas de los países desarrollados y produce numerosos efectos indeseados. El incumplimiento de los horarios en los transportes públicos, el incremento del tiempo de los viajes, la contaminación del aire y niveles sonoros intolerables, que llegan a afectar seriamente la salud, son algunos de esos efectos. Todos ellos redundan en una merma en el bienestar de la población, pero, además, tiene su correlato en importantes pérdidas económicas. La movilidad urbana es un factor determinante tanto para la productividad económica de una ciudad como para la calidad de vida de sus ciudadanos.

Ineficiencia en la movilidad urbana: el automóvil.

La energía empleada para transportar una persona una distancia determinada es la base que determina la mayor o menor eficiencia de cada sistema de transporte y el grado de repercusión de los efectos que produce. Cuanto mayor es esa energía requerida menor será su eficiencia y mayor su coste económico. Optimizar el consumo de energía por persona transportada es, por tanto, la forma más rápida de reducir los impactos económicos, sociales y ambientales, y un paso importante para lograr ciudades más sostenibles que proporcionen una mayor calidad a sus ciudadanos.

Los medios de transporte más costosos económicamente son a su vez los que consumen más energía por viajero en su ciclo global, es decir, no sólo en el consumo de energía de tracción –para desplazarnos–, sino también considerando la energía necesaria para la construcción del vehículo, de la infraestructura por donde circula y de su mantenimiento. El consumo energético por viajero se obtiene dividiendo el consumo total de energía por el número de viajeros transportados y kilómetros recorridos. Cuanto mayor sea el número de viajeros desplazados menor será la cantidad de energía consumida por viajero, y mayor será su rentabilidad energética y económica. Suponiendo tasas de ocupación máximas, el automóvil es el medio de transporte que más energía total necesita.

El espacio público consumido es mucho menor para los transportes públicos que para los medios privados motorizados. Por lo que respecta al tiempo de estacionamiento, los vehículos privados permanecen mucho más tiempo estacionados que los públicos por tener el acceso limitado a sus propietarios. Así, todo el tiempo que no es utilizado, el vehículo debe permanecer estacionado ocupando un valioso espacio público. Los

vehículos públicos, por el contrario, se encuentran circulando la mayor parte del día con lo que apenas compiten en el interior del área urbana por el espacio para aparcar.

En cuanto al espacio ocupado durante el tiempo de circulación, dependerá de la relación entre el tamaño del vehículo y la cantidad de viajeros que pueda llevar, y sobre todo de las tasas de ocupación del mismo. El automóvil es nuevamente el medio de transporte que más espacio público requiere, tanto parado cómo en circulación: el espacio que ocupa un viaje diario medio del hogar al trabajo en coche es 90 veces mayor que el mismo viaje efectuado en metro, y 20 veces más que si se realiza en autobús o tranvía. Los 60 coches que se utilizan para transportar a 75 personas equivalen a un autobús. El automóvil es, con su elevado requerimiento de espacio público –agravado por su baja tasa de ocupación–, el principal responsable de las congestiones urbanas.

La contaminación del aire es producida sobre todo por los medios que emiten gases de escape en el interior de las ciudades y depende de la energía de tracción consumida. El automóvil es el medio que más energía de tracción consume: cuatro veces más que el autobús para el mismo número de viajeros. Se sitúa, así como principal foco emisor y principal responsable de la contaminación del aire en las ciudades. La mayor parte de la contaminación del aire de nuestras ciudades es originada por el tráfico.

Del mismo modo, la principal fuente de contaminación acústica también la constituye el tráfico rodado, que es responsable del 80% del ruido urbano. En cuanto a la siniestralidad, el medio más peligroso y con unas mayores tasas de accidentalidad es el automóvil, seguido por las motos; el transporte público presenta unas cifras de siniestralidad mucho más reducidas.

En definitiva, el excesivo uso del automóvil es la principal causa de los problemas de congestión, ruido, contaminación del aire, siniestralidad y elevados costes del transporte en nuestras ciudades.

Mejora de la movilidad urbana: el transporte público.

Los problemas que toda gran ciudad tiene con respecto a la movilidad de sus habitantes hay una forma clara de atenuarlos, aunque no la única, y en la que todos los expertos parecen estar de acuerdo: una red de transporte público gestionada de manera eficiente. En toda ciudad los desplazamientos suponen una importante inversión de tiempo y dinero para todos sus habitantes. Por lo tanto, lograr sistemas más eficientes de transporte es un reto constante, ya que cualquier mejora se traduce

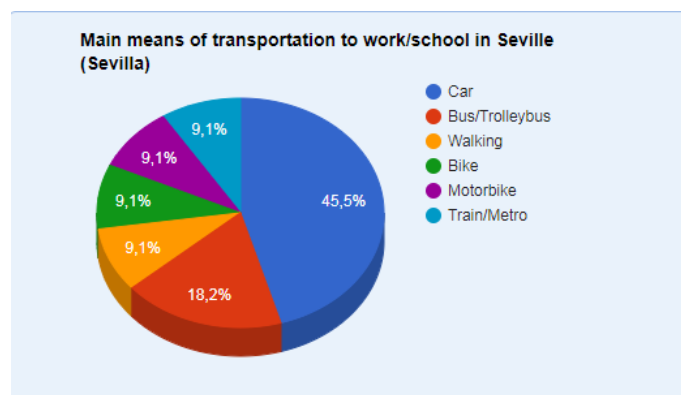
no solo en ahorros, sino en mejor calidad de vida y en un mayor respeto por el medio ambiente.

Esto que se plantea como primera acción para mejorar la movilidad urbana no es nada sencillo de alcanzar, y para muestra el estado del transporte público de cualquier gran ciudad. Los sistemas públicos de movilidad a menudo no responden positivamente a la evolución de las necesidades del cliente y son deficientes en su cadena de valor, lo que fomenta una pésima calidad en el servicio. Una red de transporte público gestionada de forma más eficiente aportaría mejoras sobre todos los efectos adversos derivados de la movilidad urbana.

Sevilla es una ciudad de España, capital de la provincia homónima y de la comunidad autónoma de Andalucía. En 2017 contaba con 689.434 habitantes, siendo la ciudad más poblada de Andalucía y la cuarta de España, después de Madrid, Barcelona y Valencia. En ese mismo año Sevilla recibió más de 2.600.000 turistas.

Sevilla es la cuarta ciudad más afectada por el tráfico en España, según afirma TomTom, de acuerdo a los resultados de su Traffic Index¹, «el barómetro sobre la congestión de tráfico en 169 ciudades de seis continentes». En ese informe se señala que Sevilla es la cuarta ciudad más congestionada de España, después de Barcelona, Palma de Mallorca y Madrid. Según los últimos datos publicados Traffic Index, los de 2016, en Sevilla se pierde una media anual de 85h al año como consecuencia directa de la congestión del tráfico urbano (22 min al día)

Analizando los medios de transporte más comunes en la ciudad de Sevilla se observa, de acuerdo a datos de facilitados por Numbeo², que los principales medios de transporte en Sevilla, así como la intensidad en su uso, son:



¹ https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/city/seville

² <https://www.numbeo.com/traffic/in/Sevilla>

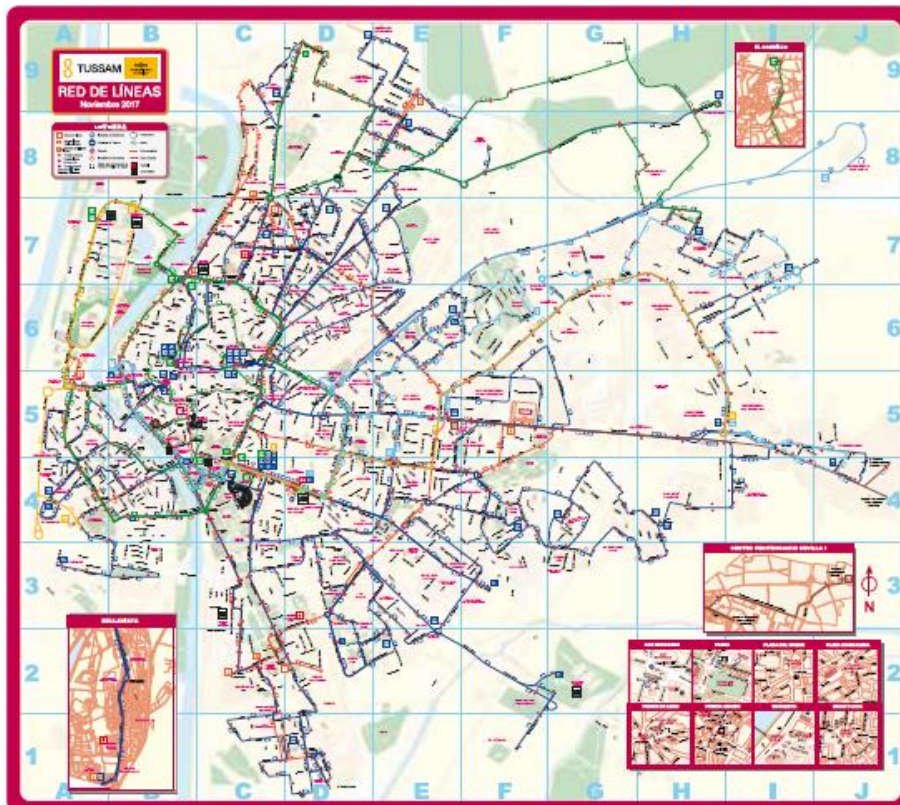
Sobre el gráfico anterior cabe resaltar que casi la mitad de los movimientos diarios en la ciudad se hacen en coche y que el principal medio de transporte colectivo es el Autobús, con bastantes más usuarios que el metro o tranvía.

A la luz de la información anterior no cabe duda de que cualquier iniciativa para lograr una movilidad más eficiente en Sevilla, sin entrar en el campo de las nuevas infraestructuras necesarias, debe pasar por mejorar los servicios de autobús urbano para atraer a mayor número de usuarios que ahora prefieren el coche como forma de movilidad; sobre todo teniendo en cuenta que la red de metro de Sevilla actualmente solo cuenta con una línea con lo que el alcance de las mejoras que se podrían obtener estaría muy limitado.

En tal sentido, durante los siguientes apartados, vamos a llevar a cabo el análisis general del servicio de autobuses urbanos en Sevilla, el cual nos proveerá de las fuentes oportunas para desarrollar la problemática existente y los puntos de mejoras que este proyecto puede aportar a dicho sistema de transporte.

1.1. El transporte público colectivo en Sevilla: TUSSAM.

Transportes Urbanos de Sevilla S. A. M. (TUSSAM) es una empresa pública perteneciente al Ayuntamiento de Sevilla. Constituida en 1975, presta el servicio de transporte urbano colectivo en la ciudad. Es la responsable de gestionar los autobuses urbanos, el medio de transporte público que más usuarios mueve en Sevilla. Son unas cincuenta líneas las que comunican perfectamente las diferentes zonas de Sevilla. Están organizadas con un esquema radial del centro de la ciudad a los barrios periféricos. Además, hay varias líneas longitudinales y siete circulares. También existen líneas para eventos especiales.



Respecto a la gestión que TUSAM realiza del servicio de transporte urbano colectivo en la ciudad, hay dos grandes aspectos que TUSAM debe mejorar de acuerdo a diferentes encuestas de calidad y documentos económicos consultados:

a) *Calidad del servicio.*

La gestión del servicio que realiza TUSAM se percibe por los usuarios como manifiestamente mejorable. Según los resultados de una encuesta publicados en 2017 por FACUA Sevilla, actualmente existe descontento por parte de los usuarios con respecto a la gestión de los servicios del transporte urbano. Entre otras muchas quejas presentadas, las más frecuentes y con mayor valoración por los usuarios son el elevado precio del billete, la baja frecuencia de paso y los retrasos en las líneas:

- Un 80,5% considera que el precio actualmente en vigor del servicio del autobús urbano en Sevilla "es elevado y desproporcionado".
- Un 45,6% considera que el principal problema que sufre la red de autobuses de la capital hispalense, y por tanto el que más urge solucionar, es la baja frecuencia de paso y la falta de puntualidad.

b) *Mejora de los resultados económicos*

Según datos publicados por TUSAM para el año 2017³, la empresa pública de transportes de Sevilla tuvo un 13% menos de ingresos, aumentó su endeudamiento en un 43%, pasando de un 12,19% a 17,47%, y además perdió casi un 5% de viajeros.

1.2. La calidad del aire en Sevilla

Según datos recogidos en un informe elaborado en 2017 por Ecologistas en Acción titulado “La calidad del aire en Sevilla y su área metropolitana” la principal fuente de contaminación atmosférica en Sevilla, y en su área metropolitana, es el tráfico. La contribución de esta fuente a la contaminación del aire ha aumentado en los últimos años con el aumento del tráfico rodado. Afirman que para que la calidad del aire en Sevilla no siga empeorando y alcance niveles críticos, es necesario el replanteamiento de las políticas municipales de tráfico e infraestructuras, poniendo especial énfasis en disuadir a los sevillanos en el uso de coche y en la necesidad de restringir el tráfico de vehículos particulares en el centro de la ciudad.

Por otra parte, el ayuntamiento de Sevilla presentó en septiembre de 2018 un protocolo de actuación en previsión de episodios futuros de polución excesiva. En la presentación de ese protocolo se aprovechó para hacer un llamamiento al uso del transporte público para evitar altos niveles de contaminación en la ciudad.

Cada día son más los organismos que alertan de las consecuencias de la contaminación en las ciudades, y Sevilla, con una pendiente positiva en su población, no iba a ser menos. De acuerdo a datos publicados por TUSAM en su página web la contaminación representa un alto coste para cualquier organismo o ente público y privado, representa entre el 1% y el 2% del PIB en los países desarrollados.

A nivel global, la Agencia Europea del Medio Ambiente ha cifrado⁴ en 30.000 las muertes prematuras cada año en España a causa de la contaminación en las ciudades

Es por ello, que deben de presentarse medidas y planes de acción concretos que eviten, o al menos palien, los perjuicios que de forma segura tendrá nuestra sociedad debido al aumento en los niveles de contaminación.

³https://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-autobuses-sevilla-pierden-5-por-ciento-viajeros-y-13-por-ciento-ingresos-ultimo-201703281346_noticia.html

⁴ https://elpais.com/elpais/2018/06/21/ciencia/1529592814_225910.html

2. Objetivos del proyecto y variables cuantitativas

Con la aplicación y uso de tecnologías Big Data y análisis de datos, se pretende que TUSSAM tenga un conocimiento de los hábitos de uso del transporte público más amplio y específico, que disponga de patrones que identifiquen esos hábitos de usos y que pueda aplicarlos con el fin de poder optimizar los recursos y llevar a cabo una mejora del servicio ofrecido.

Más concretamente, el objetivo general es que TUSSAM preste un *mejor servicio a los usuarios con el menor coste económico y ecológico posible*, lo cual se alcanzará mediante una estimación a tiempo real de la demanda de usuarios, lo cual dará lugar a una mejor planificación del servicio, el aumento de la eficiencia operativa y ofreciendo soluciones más dinámicas para los usuarios. Así, para la consecución del objetivo general, podríamos dividir las vías de acción en dos categorías:

- Clientes: mejora de la experiencia de usuario.
- Gestión de empresa: mejora de costes, aumento de beneficios y mejora medioambiental.

De forma más específica, podría hacerse la siguiente clasificación, la cual resume de manera breve y concisa los objetivos individuales del proyecto, dentro

- Mejora de la experiencia de usuario: con la optimización del servicio buscamos disminuir los tiempos de espera de los usuarios en parada y mejorar la puntualidad el servicio prestado. Una parte fundamental dentro de la mejora de la experiencia del usuario es, también, mejorar la calidad y la cantidad de información que recibe: que sea información fiable y que esté accesible a través de distintos canales (marquesinas y app móvil). Para determinar la consecución de este objetivo, se han diseñado los 4,5 y 6 (Ver punto 6.2.3), los cuales darán una idea de forma cuantitativa del nivel de puntualidad, la satisfacción del usuario y el tiempo de espera en parada respectivamente
- Disminución de costes: desde el punto de vista de costes este proyecto buscará minimizar el número de autobuses en cochera y optimizar el nivel de ocupación de los autobuses en circulación. El exceso de capacidad en el transporte público reduce la rentabilidad de las empresas lo cual es crítico Aumentando la tasa de ocupación de cada autobús se disminuyen los costes específicos del servicio (por usuario transportado) en aspectos como el mantenimiento preventivo y el uso de combustible. Para proporcionar una magnitud medible para este objetivo, se ha ideado el KPI 007 (Punto 6.2.4)

- Aumento de beneficios: aumentando la satisfacción del usuario se pretende aumentar el número de usuarios del servicio de autobús de TUSSAM. Este incremento en la facturación vendrá acompañado en una subida en costes, pero en menor medida si se logra una tasa adecuada de ocupación de cada autobús. Con ello se logrará una mejor margen operativa y los beneficios de la compañía aumentarán. Para estos dos últimos puntos, aparte del balance de resultados, dispondremos de los KPI 001, 002 y 003(Ver punto 6.2.1 y 6.2.2), que indicarán de forma aproximada la tasa de ocupación, el uso de la flota y el número de usuarios transportados.
- Mejoras Medioambientales: si logramos optimizar la tasa de ocupación de los autobuses a la vez que aumentar el número de usuarios por una mayor satisfacción con el servicio, estaremos disminuyendo las emisiones/persona, incluso las emisiones totales al lograrse una disminución en el uso de coche como forma preferente de transporte dentro de la ciudad. Se ha ideado un índice de medida sobre emisiones específicas (KPI 007), el cual puede aportar el grado de consecución del objetivo.

3. Modelo de negocio

Se pretende en este apartado aportar un valor empresarial a la idea inicial, así como valorar de forma cualitativa la consecución de los objetivos planteados. Para ello, con la ayuda de tecnología Big Data y análisis de datos, podría dar como resultado un mayor control de la flota, una importante optimización de su uso y una serie de mejoras en varios aspectos, bien de forma directa o indirecta, tanto para la empresa como para la ciudad. Por citar algunos ejemplos, podrían ser la reducción del tráfico en la ciudad, con la consiguiente mejora del medio ambiente, un mejor servicio al usuario, y lógicamente una reducción de costes para la empresa.

A su vez, todos estos puntos de mejora, harían al transporte en autobús, un medio de movilidad mucho más atractivo de cara al usuario, lo cual atraería a nuevos usuarios que a día de hoy están fuera del objetivo comercial de la compañía, con lo cual, al tener impacto en un mayor público objetivo, aumentaría aún más las previsiones de ingresos, y permitiría mejorar aún más los factores anteriormente citados.

La idea central de este proyecto, será la eliminación de la incertidumbre que rodea al servicio de transporte público de cara al usuario, y que puede desmotivar al mismo. Téngase presente, que el concepto que manejamos como usuario, comprende tanto a la persona que a día de hoy hace uso de este medio de transporte, como al cliente potencial que se pretende captar con esta serie de mejoras.

Un usuario informado sobre qué línea es la mejor para llegar a su destino, cuánto va a tardar en alcanzar el transporte y cuánto le va a tomar llegar a su destino, será un usuario satisfecho, incluso antes de salir de su casa.

La monetización de esta idea y la traslación a un entorno empresarial, se hará principalmente por tres vías:

- Disminución del tiempo de espera, lo cual aumentará el atractivo de este medio de transporte de cara a usuarios actuales y potenciales. Esto supondrá un aumento del número de usuarios y por tanto de los ingresos de la compañía.
- Disminución de costes debido a una optimización en la tasa de ocupación de los autobuses.
- Venta de la solución Big Data a otras empresas de transporte urbano.

En la cuenta de resultados, podrá verse de forma detallada los aumentos de ingresos y la optimización de costes esperados.

El nombre elegido para la solución tecnológica con la que llevaremos a cabo esta oportunidad de negocio será Smart-T

4. Estudio de competencia y análisis del mercado

Probablemente existan no pocas empresas que pudiesen llevar a cabo este tipo de soluciones, pero al ser un proyecto hecho a medida prácticamente, no se ha advertido la presencia de este producto en sí en las investigaciones de mercado llevadas a cabo. Es probable que surjan empresas con los conocimientos oportunos, y con los recursos disponibles, para sacar adelante esta idea, pero por suerte a día de hoy, este grupo de trabajo cuenta con la ventaja competitiva de que este producto, es un producto prácticamente hecho a medida y aparte de conocimiento y recursos, contamos con la ventaja competitiva del tiempo. Como se verá en los siguientes apartados, existen soluciones similares, las cuales podrían ser adaptadas en mayor o menor medida, para dar como resultado la solución que se propone. Se analiza la competencia desde dos puntos de vista:

4.1. Cuota de mercado

En primer lugar, analizaremos la competencia sobre la cuota de mercado.

Desde esta perspectiva destacan los Vehículos de Turismo con Conductor o VTC, tales como Cabify, Uber, Taxi... Cada una de estas opciones constituye una alternativa frente al uso de nuestro medio de transporte. Presentan características muy similares por lo que sus ventajas e inconvenientes pueden ser tratadas de forma común.

Por un lado, aportan una clara comodidad para el usuario, que podría viajar individualmente y sin necesidad de acudir a un punto concreto para usar el medio de transporte.

Como aspecto negativo frente al uso del autobús, su empleo deriva en un incremento sustancial del coste frente a nuestra opción.

4.2. Venta de la solución

Desde un punto de vista de venta de la solución, analizamos la competencia tanto nacional como internacionalmente.

En territorio nacional destacamos la empresa Proconsi, la cual ha desarrollado un sistema inteligente llamado Timebus para el control del transporte urbano, con el objetivo de conseguir llegar a prestar unos servicios más eficientes y, ante todo, más accesibles para los usuarios. Timebus es una plataforma modular para las explotaciones de pasajeros, disponible en entorno Web, que se compone de distintos sistemas que pueden funcionar de forma conjunta o independiente según las necesidades de los operadores de transporte, como el sistema de ticketing y monetica, el sistema de ayuda a la explotación (SAE), la tarjeta inteligente, el sistema de información en vehículo, el contaje de pasajeros o la plataforma para la venta online.

El SAE de Timebus es un sistema de ayuda a la explotación más flexible, su integración con distintos sistemas y equipos embarcados facilita la óptima gestión y planificación del servicio de transporte.

Consiste en un software a través del que se configuran líneas, trayectos, horarios y transbordos, tanto urbanos como interurbanos, control de vehículos y conductores (ITV, matrícula, caducidad del carnet, etc.) y la planificación del tráfico definiendo la organización diaria, semanal, mensual o anual de los autobuses y conductores por línea y trayecto. El propio sistema permite la modificación del calendario en tiempo real.

Dicho software integra un sistema de envío de mensajería instantánea a puntos de información, conectados con los equipos de información al viajero (monitores embarcados, paneles en parada, web y app) que aportan información en tiempo real sobre el trayecto como incidencias, atascos, etc.

Por otro lado, la integración del módulo central SAE con otros sistemas y equipamientos permite obtener información geoposicionada de las ventas realizadas por línea, autobús y parada del sistema de monética, identificar perfiles y comportamientos de uso de los pasajeros mediante la tarjeta inteligente o controlar el número de pasajeros por parada que suben y bajan del autobús mediante el sistema de contaje basado en infrarrojos o cámaras. Esta información recabada por el software es tratada mediante el software central de Timebus generando múltiples informes predefinidos y personalizados.

Por último, el software también permite analizar el correcto funcionamiento de los equipos integrados en los autobuses a través de un sistema de diagnóstico.

Este software ofrece las siguientes características:

- Acceso por perfiles: operador SAE, supervisor, etc.
- Edición de líneas y configuración de puntos GPS sobre cartografía.
- App de grabación de líneas y trayectos.
- Asignación de puntos de información a paradas.
- Envío de mensajería instantánea a puntos de información.
- Esquema de línea y representación sobre cartografía abierta.
- Gestión del tráfico.
- Gestión de vehículos y conductores.
- Informes y listados personalizados.

Desde un punto de vista internacional encontramos Transport for London (TFL).

Se trata de la entidad responsable de las líneas de autobuses, subterráneas, de tren ligero, de la red de carreteras estratégicas y de otros medios de transporte de Londres. La experiencia del MIT (Massachusetts Institute of Technology) en transporte, comportamiento y big data ha tenido un impacto reconocido en la mejora del transporte público en Londres . En asociación con equipos a lo largo de TFL, han basado su trabajo en el estudio de datos de pago de tarifas y análisis de clientes, gestión de interrupciones y operaciones, y planificación estratégica y política. Desarrollaron una metodología para transformar 20 millones de registros diarios de Oyster (billete electrónico usado para el transporte londinense) en grupos de comportamiento que informaban sobre la operación y el diseño de la red de transporte. Su trabajo innovador sobre análisis y demanda predictivos tiene el potencial de transformar la forma en que TFL puede guiar a sus clientes en respuesta a las interrupciones del servicio.

TFL se ha encargado de la predicción de la demanda de tránsito en tiempo real, a través de la captura las interacciones de la estación y el impacto de eventos especiales. Para ello, han desarrollado una metodología de predicción en tiempo real, basada en modelos de espacio de estado univariados y multivariados, para predecir las llegadas de pasajeros a corto plazo a estaciones de tránsito. A través de un algoritmo, se identifican estaciones con patrones de demanda similares. Se propone un modelo de

factor dinámico para cada grupo, que captura las interdependencias de la estación a través de un conjunto de factores comunes. Ambos enfoques pueden modelar el efecto de eventos exógenos (eventos deportivos, días festivos...). Las predicciones por conjuntos se obtienen combinando las salidas de los dos modelos, en función de su precisión respectiva.

Para la evaluación de los modelos, utilizan los datos de las 32 estaciones en la línea Central del Metro de Londres (LU), operados por Transport for London (TFL). Los resultados indican que la metodología propuesta se desempeña bien en la predicción de las llegadas de estaciones a corto plazo para el conjunto de días de prueba. Para la mayoría de las estaciones, la predicción por conjuntos tiene el error medio más bajo, así como el rango de error más pequeño, y muestra un rendimiento más sólido durante los días de prueba.

5. DAFO

Para poder realizar un diagnóstico integral de nuestra solución para optimización en TUSSAM nos apoyaremos en el Análisis DAFO con el fin de identificar sus factores estratégicos críticos, tanto a nivel de usuario como a nivel de empresa.

5.1. Fortalezas

¿Qué ventajas tiene nuestra organización? Se trata de un proyecto que está alineado con los propios objetivos estratégicos que TUSSAM se plantea para un plazo de dos años. De este modo, nos aseguramos de que será una herramienta que les facilitará alcanzar dichos objetivos, apoyándonos en los avances de las nuevas tecnologías y técnicas de Big Data. Asimismo, no hay un histórico de datos pormenorizado (sensores) y hará que nuestros algoritmos vayan mejorando con el tiempo.

¿Qué hacemos mejor que la competencia? La competencia, a día de hoy, sigue manteniendo un sistema de negocios tradicional, sin una digitalización muy pronunciada, por lo que la optimización de sus servicios no existe en sus resultados. Nosotros, a través de este proyecto, conseguiremos que TUSSAM pueda optimizar sus servicios sacando el mayor rendimiento a su actividad y minimizando los costes por pasajero, tal y como veremos más adelante cuando se establezcan los objetivos estratégicos.

¿Cuáles son nuestros recursos únicos? Como recurso único podríamos hablar del Know-how de nuestro equipo y aquel capital humano que será contratado para llevar a cabo con éxito los procesos. Nuestro proyecto estará contrastado y probado a escala real antes de su venta.

¿Cuál es nuestra propuesta única de valor? Crear un algoritmo que tomará de manera autónoma las decisiones de cuantos autobuses habrá en cada momento y para cada línea, no necesita la ayuda o supervisión de un operador.

5.2. Oportunidades

¿Qué oportunidades podemos detectar? Es destacable el margen de mejora que existe actualmente en el nivel de satisfacción de los usuarios de los servicios de TUSSAM. Asimismo, se trataría de un proyecto fácilmente extrapolable con mínimos cambios a cualquier ciudad del mundo que cuente con servicio de autobuses urbanos.

¿De qué tendencias somos conscientes? La tendencia que existe a día de hoy en las empresas a nivel internacional es la importancia de la explotación de los datos y la optimización de procesos con la ayuda de lo primero, ya que eso nos ayudará a conocer cómo administrar los recursos de la mejor manera dependiendo de, no solo de los factores internos, sino también de factores externos.

Cambios en política gubernamental Leyes medioambientales cada vez más restrictivas especialmente para empresas de servicios públicos.

Cambios en mercado. Actualmente, los ciudadanos están cada vez más concienciados del cuidado del medio ambiente y las emisiones generadas, por lo que el uso del autobús como medio de transporte cada vez está más popularizado.

5.3. Debilidades

¿Qué puedo mejorar? La satisfacción de los clientes frente al servicio ofrecido por la empresa de transporte TUSSAM, así como la sensorización no sólo de los vehículos, sino también de las propias paradas de autobuses. Además, gracias a esto, se aumentarán las ventas y por consecuencia, reduciremos los costes por usuario anuales de la empresa.

¿Qué debo evitar? Evitar el tratamiento de los datos muy personales para que prevalezca la privacidad de los usuarios de nuestros servicios. Además, a la hora de levantar nuestros modelos, también deberíamos evitar el realizar inversiones considerables de capital en sistemas software ya que el costo es muy elevado y es un riesgo que hay que considerar.

¿Qué factores ve nuestra competencia como debilidad? No disponemos actualmente de un histórico de datos pormenorizado para comenzar a construir los modelos.

¿Qué factores implican que perdamos una venta? que nuestros modelos no funcionen correctamente, generando unos datos erróneos y causando el que se tomen decisiones equivocada en base a ellos.

5.4. Amenazas

¿Qué obstáculos encontramos? Que nuestros modelos no solo dependen de datos internos (externos: climatología, estado del tráfico). La falta de una solución propia de recogida de datos puede ser entendido como una debilidad, por lo que debemos fortalecer nuestras alianzas estratégicas con proveedores de soluciones de sensorización y telemetría.

¿Qué están haciendo los competidores? Por un lado, sobre la cuota de mercado, los VTC están proponiendo una alternativa basada en la comodidad para el usuario, que puede viajar de forma individual y sin necesidad de desplazamiento, pero a un coste mayor.

Proconsi, empresa de competencia nacional, ha desarrollado un software llamado Timebus para el control del transporte urbano con el objetivo de llegar a prestar unos servicios más eficientes y accesibles para los usuarios. Dentro de la competencia internacional, Transport for London (TFL) dispone de una metodología de predicción en tiempo real con la que saber la llegada de pasajeros a corto plazo a estaciones de tránsito.

¿Están cambiando los estándares de calidad y las especificaciones de nuestro producto? La demanda de un servicio más rápido y flexible según las necesidades de cada uno de los usuarios es una realidad que cada vez se ve más presente en las ciudades de España. Esto no sólo pasa con productos tangibles, sino sobre todo con los servicios que contratan los usuarios, los cuales, para percibir un valor diferenciador demandan personalización y flexibilidad según sus requerimientos en cada momento.

¿Está poniendo en riesgo nuestra posición el cambio tecnológico? Al plantearnos el llevar a cabo el proyecto que se presentará a continuación, evidentemente nos exponemos a unos riesgos al no tener experiencia previa de implantación satisfactoria en otras empresas. Además, al tratarse de una empresa tradicional de transporte público, el sector está muy acostumbrado al funcionamiento actual, por lo que una operatividad más dinámica puede que genere rechazo de parte de los conductores.

Para determinar de forma clara y concisa el conjunto de amenazas potenciales, la probabilidad de aparición y el potencial impacto que estas pueden tener en nuestro proyecto, se ha llevado a cabo un estudio de riesgo identificando en primer lugar aquellos eventos que podrían considerarse como potencialmente peligrosos para el proyecto:

Identificación de riesgos		
Categoría	Riesgo	Solución
Operativo	Caída servidores	Mantenimiento programado y acción rápida
	Vandalismo contra	Los equipos instalados no estarán accesibles o

	equipos de medida en la calle	a la vista del ciudadano
	Deterioro de equipos por mal uso	Formación de los trabajadores y usuarios
	Deterioro de equipos por desgaste	
	Fallo de telecomunicaciones	
	Falta de mantenimiento de equipos	Programación del personal en función del mantenimiento programado
	Riesgo por falta de energía	
	Falta de mantenimiento preventivo	Mantenimiento programado preventivo
	Pérdida de información	Copias de seguridad
	Error de diseño inicial	Mejora continua
Financiero	Dependencia de administración local	
	Pérdidas por fallo operativo	Formación de los empleados
RRHH	Rotación de personal especializado	
	Entrenamiento personal a nueva tecnología	
Otros	Empresa publica	
	Educación de usuarios	
	Seguridad de sistemas informáticos	

Para llevar a cabo una evaluación de riesgos, se deben de tener en cuenta principalmente la frecuencia de aparición de ese riesgo, y el impacto que tendrá en el proyecto.

Por tanto, una vez definido los diversos riesgos considerados como potenciales en nuestro proyecto, pasaremos a evaluar la frecuencia de aparición, tomando como referencia la siguiente escala:

Frecuencia del evento	Valores	Descripción
Baja	1	< 1/(6 meses)
Media	2	Entre 1 semana y 6 meses
Alta	3	> 1 Evento/semana

En función de la escala establecida, definimos la frecuencia para cada riesgo:

Frecuencia del evento					
Categoría	Riesgo	Solución prevista	Alto	Medio	Bajo
Operativo	Caída servidor	Mantenimiento programado y acción rápida			1
	Vandalismo contra equipos en la calle	Los equipos instalados no estarán accesibles o a la vista del ciudadano		2	
	Deterioro de equipos por mal uso	Formación de los trabajadores y usuarios			1
	Deterioro de equipos por desgaste				1
	Fallo de telecomunicaciones			2	
	Falta de mantenimiento de equipos	Programación del personal en función del mantenimiento programado			1
	Riesgo por falta de energía				1
	Falta de mantenimiento preventivo	Mantenimiento programado preventivo			1
	Pérdida de información	Copias de seguridad			1

	Error de diseño inicial	Mejora continua			1
Financiero	Dependencia de administración local				1
	Pérdidas por fallo operativo	Formación de los empleados			1
RRHH	Rotación de personal especializado	Establecer condiciones laborales acorde a los perfiles			1
	Entrenamiento personal a nueva tecnología	Focalizar recursos en la formación		2	
Otros	Educación de usuarios				1
	Seguridad de sistemas informáticos				1

Clasificamos ahora los eventos en función del impacto en el proyecto según la siguiente clasificación:

Impacto del riesgo	Valores	Descripción
Bajo	1	El sistema sigue funcionando sin limitaciones
Medio	2	El sistema sigue funcionando con alguna limitación
Alto	3	El sistema interrumpe el funcionamiento

En función del impacto, tendríamos la siguiente puntuación de impacto:

Impacto del evento					
Categoría	Riesgo	Descripción	Alto	Medio	Bajo
Operativo	Caída servidor	Mantenimiento programado y acción rápida	3		
	Vandalismo contra equipos en la calle	Los equipos instalados no estarán accesibles o a la vista del ciudadano			1
	Deterioro de equipos por mal uso	Formación de los trabajadores y usuarios			1
	Deterioro de equipos por desgaste				1
	Fallo de telecomunicaciones			2	
	Falta de mantenimiento de equipos	Programación del personal en función del mantenimiento programado			1
	Riesgo por falta de energía		3		
	Falta de mantenimiento preventivo	Mantenimiento programado preventivo		2	
	Pérdida de información	Copias de seguridad	3		
	Error de diseño inicial	Mejora continua			
Financiero	Dependencia de administración local				1
	Pérdidas por fallo operativo	Formación de los empleados		2	
RRHH	Rotación de personal especializado	Establecer condiciones laborales acorde a los perfiles	3		

	Entrenamiento personal a nueva tecnología	Focalizar recursos en la formación		2	
Otros	Educación de usuarios		3		
	Seguridad de sistemas informáticos		3		

Por último, para obtener de forma cuantitativa la tabla con cada uno de los riesgos y su importancia con respecto al proyecto, sumaremos las puntuaciones por filas de las tablas 3 y 5, obteniendo la siguiente escala:

Análisis de Riesgo	Valores	Descripción
Bajo	1-2	
Medio	3-4	
Alto	5-6	

De forma similar a la tabla anterior, la tabla de riesgos quedaría de la siguiente forma:

Impacto del evento					
Categoría	Riesgo	Descripción	Alto	Medio	Bajo
Operativo	Caída servidor	Mantenimiento programado y acción rápida		4	
	Vandalismo contra equipos en la calle	Los equipos instalados no estarán accesibles o a la vista del ciudadano		3	
	Deterioro de equipos por mal uso	Formación de los trabajadores y usuarios			2

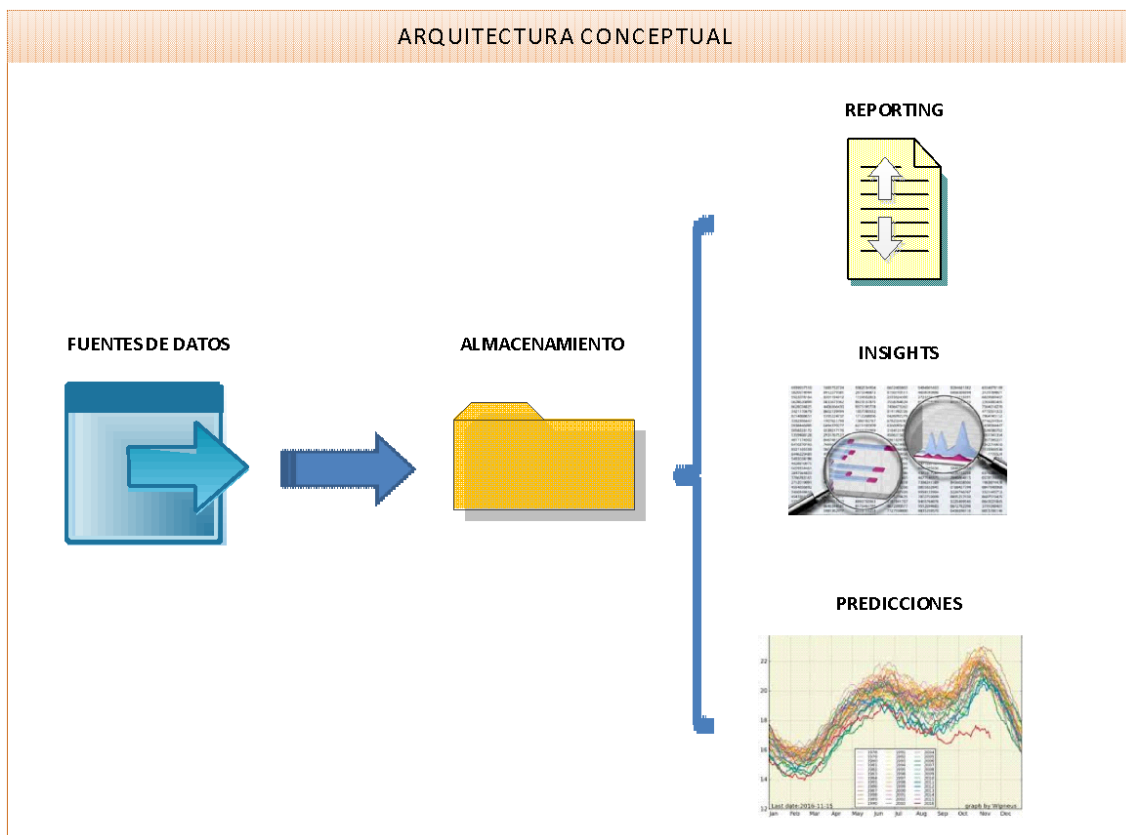
	Deterioro de equipos por desgaste				2
	Fallo de telecomunicaciones			4	
	Falta de mantenimiento de equipos	Programación del personal en función del mantenimiento programado			2
	Riesgo por falta de energía			4	
	Falta de mantenimiento preventivo	Mantenimiento programado preventivo		3	
	Pérdida de información	Copias de seguridad		4	
	Error de diseño inicial	Mejora continua			1
Financiero					
	Dependencia de administración local			4	
	Pérdidas por fallo operativo	Formación de los empleados		3	
RRHH					
	Rotación de personal especializado	Establecer condiciones laborales acorde a los perfiles		4	
	Entrenamiento personal a nueva tecnología	Focalizar recursos en la formación		4	
Otros					
	Educación de usuarios	Planes de acción intensivos			2
	Seguridad de sistemas informáticos			4	

6. Solución Técnica

6.1. Gestión predictiva de la demanda.

TUSSAM gestiona actualmente el tránsito de autobuses por la ciudad de Sevilla de acuerdo a rutas y paradas predefinidas, pero los horarios son controlados por operadores humanos que trabajan en el SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación). Los operadores controlan los horarios de salida en base a las condiciones tales como tráfico y condiciones climáticas, pero siempre de manera reactiva. Con la solución Smart-T se tendrá una gestión predictiva basada en la analítica de datos. Esos datos provendrán de distintas fuentes, tanto internas como externas a TUSSAM, con el fin de aplicar técnicas de aprendizaje automático para segmentar las líneas de autobús y posteriormente realizar una predicción de la demanda diaria en cada una de ellas. A ello habrá que sumarle un problema de optimización con el que se buscará cumplir con ciertas restricciones a la hora de tratar de cubrir esa predicción de demanda, restricciones tales como maximización del uso de los autobuses eléctricos y GNL o las horas al volante de los conductores.

La gestión predictiva se hará de acuerdo a la arquitectura conceptual que se presenta a continuación:



Las fuentes de datos aportarán, por un lado, información para identificar los patrones en la demanda de los usuarios y, por otro lado, información clave que condicione esa

demanda o que afecte a la forma en la que TUSSAM debe hacer frente a ella. Des estos puntos de vista las fuentes de datos podrían clasificarse en:

- Patrones de la demanda: Ticketing histórico de TUSSAM.
- Condicionantes de la demanda: climatología y calendario.
- Condicionantes en el servicio: tasa llenado autobuses, personas esperando en paradas, situación del tráfico, autobuses disponibles, conductores disponibles.

Todos los datos generados serán centralizados mediante distintas técnicas de integración en un repositorio común. De ese repositorio se rescatarán periódicamente los datos para su análisis y modelado en la búsqueda de unos algoritmos que permitan prever la demanda. Esos algoritmos facilitarán los datos de demanda de forma predicativa en base las variables predictores antes enunciadas.

Por otra parte, los datos almacenados también serán de utilidad para realizar análisis del negocio, para dar seguimiento a los principales indicadores de rendimiento que evidencien la efectividad de las acciones que se toman y permitan anticipar medidas correctoras en caso de grandes desviaciones respecto a lo esperado.

6.2. Fuentes de datos.

Los datos que serán necesarios procesar para alimentar al modelo pueden clasificarse atendiendo a si son datos que provienen de TUSSAM o si son datos que hay que capturar desde otras fuentes:

- Fuentes internas
 - Ticketing
 - Usuarios en paradas.
 - Tasa de llenado de autobuses.
 - Autobuses disponibles.
 - Conductores disponibles.
 - Frecuencias de autobuses.
- Fuentes externas
 - Climatología (previsión de lluvia)
 - Estado del tráfico (fluidez del tráfico)
 - Eventos (obras, carreras, manifestaciones...)
 - Calendario (días laborables, días festivos)

Todas las fuentes anteriores se considerarán, con mayor o menor fuerza, variables predictores de la demanda. La variable objetivo será la previsión de la demanda, es decir, cuantos usuarios se prevén en cada parada esperando tomar cada línea en cada momento del día.

De todas las fuentes de datos hay algunas de las que se dispone de histórico y otras cuyo histórico se generará a medida que el proyecto se desarrolle porque dependen del montaje de cierta instrumentación. Este es el caso de los usuarios en parada y las tasas de llenado de los autobuses.

6.3. Tipo de Modelado

Machine Learning es una disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial que crea sistemas que aprenden automáticamente. Aprender en este contexto quiere decir identificar patrones complejos en millones de datos. En este caso, ese aprendizaje permitirá gestionar de manera predictiva el servicio de TUSSAM para cubrir la demanda prevista de acuerdo a unas restricciones.

Para este proyecto en que se dispone de un histórico de variables suficientes para generar unos modelos preliminares vamos a modelar en base a técnicas de machine learning supervisado. Dentro del machine learning supervisado, nos decantamos por los modelos de regresión frente a los de clasificación porque nuestro modelo busca predecir unos valores continuos (usuarios por línea y parada).

6.4. Elección del Algoritmo.

Analizando el estado del arte en la predicción de demandas en el transporte público hay que indicar que hay estudios que hacen referencia a los algoritmos que predicen la demanda en series temporales en el ámbito del transporte público. ([1], [2] y [3])

Dentro de los modelos de regresión del machine learning supervisado regresivos nos decantamos por los modelos ARIMA (Modelo Auto-regresivo Integrado de Media Móvil), porque abordaremos el problema de regresión con entradas ordenadas por tiempo, es decir, como un problema de pronóstico de series temporales. Una serie de tiempo es una forma estructurada de presentar los datos, en donde un registro de fecha/hora lleva asociado un valor. Es decir, es una secuencia de observaciones sobre intervalos de tiempo regulares.

6.4.1. Modelo ARIMA

ARIMA hace referencia a un modelo auto-regresivo integrado de promedio móvil, que utiliza las variaciones y regresiones existentes entre los datos para determinar los patrones intrínsecos en la serie y, a partir de ellos, puede generar un pronóstico de los mismos. Es un modelo univariado, donde los eventos futuros se proyectan únicamente en función de los datos históricos y no por variables independientes. Intenta explicar las correlaciones que existen entre los distintos puntos dentro de la propia serie.

Consta de las siguientes componentes (que, de hecho, le dan su nombre):

- Auto-regresiva (AR): asume que el valor de la serie en un determinado instante se corresponde con la combinación lineal de la función en instantes anteriores

(hasta un número máximo determinado de ellos, llamado “p”), a lo que se adiciona un componente de error aleatorio. Es decir, la información presente de un evento está relacionada con los valores pasados.

- Integración (I): se aplicarán sucesivas diferenciaciones en los casos en que las series muestren evidencia de no-estacionalidad.
- Promedio Móvil (MA, del inglés moving average): asume que el valor observado en un instante se corresponde con un término de error aleatorio a lo que le adiciona una combinación lineal de errores aleatorios previos (hasta un número máximo de ellos, llamado “q”).

6.5. Fases del modelado

En el modelado habrá dos fases bien diferenciadas:

- Fase inicial: en primera instancia no se dispone más que del ticketing de TUSSAM, el cual podrá usarse como dato inicial para la regresión ARIMA, junto con el histórico de climatología. Con ello se generarán los modelos iniciales que permitan comenzar con la gestión predictiva pero supervisada muy de cerca por los operadores del SAE de TUSSAM.
- Fase de mejora: pasado un año desde la instalación de los sensores de medición de la tasa de llenado de los autobuses y los wifis tracker para detección de los usuarios, se podrá mejorar la fiabilidad de los modelos incorporando estas variables predictores a la estimación de la demanda. Tras esta fase de mejora los algoritmos no necesitarán una supervisión de las acciones por parte de los operadores del SAE.

[1] B.M. Williams y L.A. Hoel (2003). *Modeling and Forecasting Vehicular Traffic Flow as a Seasonal ARIMA Process: Theoretical Basis and Empirical Results*. Journal of Transportation Engineering, 129, 664{72.

[2] J.L. Toole, S. Colak, B. Sturt, L.P. Alexander, A. Evsuko_ y M.C. Gonz_alez (2015). The path most traveled: Travel demand estimation using big data resources. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 58, Part B, 162{77.

[3] J. Odeck y A. Alkadi (2001). Evaluating efficiency in the Norwegian bus industry using data envelopment analysis.

6.6. Casos de Uso

Nuestro principal caso de uso es ofrecer un informe prescriptivo donde indiquemos el número de autobuses diarios necesarios en cada una de las líneas existentes, y como debe

fluctuar el número de autobuses por cada línea, teniendo en cuenta la franja horaria donde nos encontramos.

Inicialmente, el modelo ofrecerá una distribución de la flota para cada día, pero esta distribución podrá cambiar teniendo en cuenta diferentes factores:

- Ocupación del autobús.
- Estado del tráfico.
- Número de usuarios en parada.
- Previsión meteorológica.

Los acontecimientos anteriores, serán los que harán que durante una jornada exista la necesidad de re-calcular los cuadrantes de salida de autobuses por ruta.

6.7. Definición de la Solución Técnica

6.7.1. Catálogo de datos fuentes (estructurados y no estructurados)

Actualmente la TUSSAM cuenta con un sistema integrado de gestión SAP ERP 6.0 empresarial, que abarca las diferentes áreas de la empresa.

Para el modelado de nuestra aplicación necesitaremos tener acceso a los datos de la base de datos Oracle que usa SAP.

Datos estructurados

6.7.2. Mantenimiento de autobuses

Los mantenimientos programados de los autobuses, entran dentro de la operativa de gestión de la flota. Durante el tiempo que los autobuses están en mantenimiento, estos están fuera de servicio. Las acciones de mantenimiento en la actualidad se programan, por lo tanto, nuestro sistema debe disponer de dicha información para poder hacer una previsión de los autobuses que estarán disponibles.

6.7.3. Datos de incidencias de autobuses

Estos datos serán importantes para poder hacer una previsión ante posibles averías repetitivas que puedan darse dentro de la flota.

6.7.4. Datos de accidentes de cada uno de los autobuses

Es importante tener localizado el histórico de accidentes para poder tener en cuenta posibles correlaciones entre los accidentes y posibles averías.

6.7.5. Datos conductores de autobuses

En este caso necesitamos la disponibilidad horaria, el histórico de los cuadrantes de trabajo, compatibilidades, etc...

6.7.6. Datos de las líneas de autobuses

Datos de las paradas existentes por líneas, debemos de tener acceso a toda la información con la finalidad de poder construirnos un grafo con toda la red de líneas existentes.

6.7.7. Datos de ventas

Datos de las ventas diarias que se realizan por cada autobús, así como los datos del uso de los títulos.

Actualmente hay dos sistemas de pago en el transporte urbano, o bien mediante el uso del bono bus, que al entrar debe ser validado o mediante el pago de un billete simple.

Para nuestro sistema necesitamos los dos datos, con el fin de poder tener un historial de uso de autobuses.

6.7.8. Datos GPS

Datos de GPS del autobús que serán enviados en tiempo real.

6.7.9. Datos de incidencias de tráfico

Actualmente el [portal estadístico de la DGT](#), publica los datos referentes a incidencias de tráfico y accidentes con víctimas.

La finalidad de tener esta información, es tener un dato estadístico mediante el cual podamos prever la posibilidad de incidencias en el tráfico que puedan afectar a las rutas de los autobuses.

6.7.10. Calendario local

Desde el sistema de gestión se cargará el calendario local con todas las fiestas locales de la provincia.

6.7.11. Datos de contadores de usuarios en autobuses

Serán los datos recogidos por los sensores de los autobuses que nos permitirán saber la capacidad disponible de cada autobús, cuántos usuarios suben y cuántos usuarios bajan por parada.

6.7.12. Datos wifi tracker

Estos serán los datos que extraemos de las paradas, y nos permite saber el volumen de gente que hay por cada parada esperando el bus.

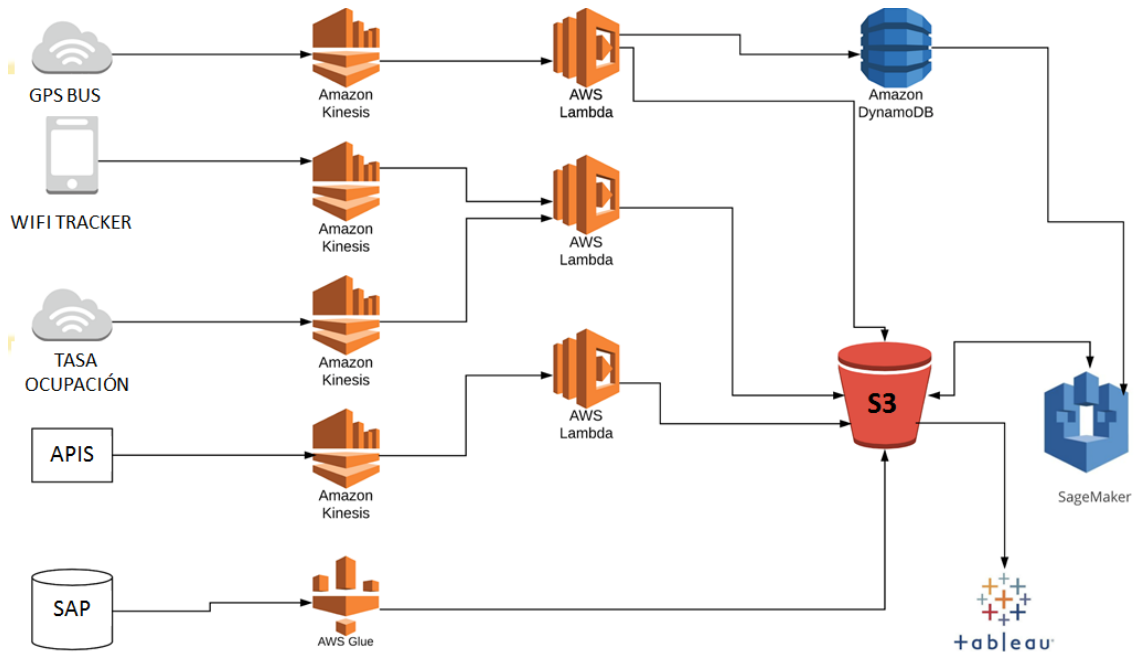
6.7.13. Registros de meteorología

En el caso de los datos meteorológicos, tendremos acceso a los mismos mediante el uso gratuito de la [API- REST de aemet](#). Para uso gratuito tendremos que introducir la referencia al Copyright.

Arquitectura conceptual de procesos.

6.8. Solución Técnica

Para llevar a cabo nuestra solución, planteamos la siguiente arquitectura.



6.9. Estrategia para la implementación del sistema

Entre las diferentes opciones que tenemos para implementar nuestra solución, optamos por usar tecnología server-less.

Existen diferentes proveedores de servicios server-less para poder llevar a cabo nuestra solución técnica, entre los principales proveedores tenemos Google, IBM, Amazon y Microsoft.

Tras evaluar los diferentes proveedores, hemos optado por trabajar con los servicios de AWS Amazon.

Amazon nos ofrece seguridad y un precio bastante ajustado al servicio prestado.

6.10. ¿Por qué Server-less?

Tal y como indica su nombre Server-less significa computación sin servidor, es un modelo de ejecución en el cual el proveedor del servicio es el responsable de ejecutar el fragmento de código.

Esto nos supone una serie de ventajas en cuanto al mantenimiento del servidor, ya que nos abstrae de la infraestructura sobre la que se ejecuta nuestro código.

Los proveedores nos cobran por el tiempo de ejecución de nuestro código, cuanto más rápido se ejecute nuestro código, menor es el coste de ejecución.

La tecnología server-less está orientado a una arquitectura de micro-servicios, donde la idea no es un usar un monolito, sino dividirlo todo en funciones cada vez más pequeñas.

Tal y como planteamos nuestra solución, podemos adaptar nuestra arquitectura perfectamente al uso de servicios server-less. Actualmente en nuestra propuesta no tenemos la necesidad de ejecutar nuestra aplicación como un monolito, tendremos diferentes servicios que se encargaran de la ingesta y transformación de los datos y posteriormente de la consolidación dentro del sistema, estas funciones pueden ser fácilmente separadas en una arquitectura de micro-servicios.

6.11. AWS Amazon proveedor de servicios.

Hemos seleccionado Amazon Web Services como proveedor de servicios por varias razones.

Actualmente el servicio streaming de amazon AWS Lambda nos permite ejecutar código escrito en php, JavaScript, Java, Python, C# y Go. Es el servicio que incorpora mayor número de lenguajes de programación y su precio es igual o mejor al de otros proveedores.

Teniendo en cuenta el almacenamiento, encontramos que Amazon es el proveedor que tiene mayor catálogo de almacenamiento y entre otros dispone de una base de datos No SQL de baja latencia como es DynamoDB, esta base de datos se ajusta bastante a nuestras necesidades.

6.12. Descripción de los servicios AWS



AWS Kinesis

Kinesis es el servicio streaming que nos ofrece Amazon para poder consumir datos en tiempo real y administrar colas de eventos. Usaremos este servicio para consumir todos los datos que necesitamos incorporar en tiempo real a nuestro sistema.



AWS Lambda

Lambda es el servicio que nos da capacidad para procesar la información de forma distribuida, ofreciendo buenos tiempos de respuesta. Admite como lenguaje de programación Python, es importante tenerlo en cuenta ya que es el lenguaje seleccionado para el desarrollo del script encargado en la gestión de la información.



Con el servicio Glue de Amazon, implementaremos las ETL para capturar la información de nuestro sistema de gestión y volcarla en el Data Lake.



Es el servicio de Amazon que nos ofrece los modelos para aplicar a nuestros datos.



S3 es el espacio donde alojaremos nuestro Data Lake.



Para almacenar la posición de los autobuses en cada momento, usemos DYNAMODB. Es una base de datos No SQL clave/valor.

6.13. Estrategias para la extracción de datos

Tenemos que distinguir entre los datos que se consumiremos mediante la sincronización de tablas que tienen por origen la base de datos de nuestro ERP, los datos que consumiremos en tiempo real y los datos que consumiremos mediante una API REST.

Para extraer los datos necesarios desde la base de datos de SAP, usaremos una ETL para procesar la información y almacenarla en nuestro DATA LAKE.

Consumiremos en streaming los datos GPS de los autobuses, los datos de los WIFI TRACKER que tendremos disponibles en cada parada y los datos de la disponibilidad de autobuses mediante el uso de los contadores instalados en los autobuses.

Los datos de meteorología serán leídos mediante la API REST disponible de aemet, es gratuita siempre y cuando se haga referencia al Copyright.

<https://opendata.aemet.es/dist/index.html>

http://www.aemet.es/es/nota_legal

También consumiremos por API REST los datos de la situación del tráfico. En este caso usaremos el api de google MAPS que nos ofrece información en tiempo real del tráfico.

6.14. Indicadores y estrategias para enriquecer datos

6.14.1. Tiempo de espera en parada

Este dato lo obtenemos gracias a los Wifi Tracker. Será uno de los parámetros importantes a tener en cuenta dentro de nuestro modelo.

Como lo extraemos.

Los dispositivos móviles emiten señales wifi de forma esporádica. Existe una tecnología que es capaz de captar estas señales y ubicar el dispositivo que la emite. En esta señal se envía la MAC del dispositivo, es decir un número que identifica cada dispositivo de forma unívoca, esta manera no solo tendremos un número aproximado de las personas que están en la parada, sino que también tendremos la posibilidad de saber las rutas y comportamientos de algunos usuarios.

Por ejemplo, podríamos saber que el teléfono que tiene la Mac XXX-XXX-XXX sube en la parada número 1 de Plaza de Armas y baja en la parada 6. Por lo tanto, con el mapeo de esta información tendremos más input para poder hacer previsión de ocupación en los autobuses.

Ejemplo de la información capturada por el sistema.

```
Out [131]:
```

ID	timestamp	probe_mac	nickname	signal_strength	cluster
1169349	2017-05-15 13:34:40		Stata	-68	0
1169348	2017-05-15 13:34:40		Stata	-72	0
1170125	2017-05-15 13:35:41		Stata	-73	0
1170126	2017-05-15 13:35:42		Stata	-73	0
1170666	2017-05-15 13:36:27		Stata	-78	0
1170667	2017-05-15 13:36:27		Stata	-74	0
1173085	2017-05-15 13:40:11		Lobby 10	-90	0
1264536	2017-05-15 16:00:23		Stata	-75	0
1264537	2017-05-15 16:00:23		Stata	-76	0
1599402	2017-05-16 12:35:32		Whitaker Building	-92	2
1599774	2017-05-16 12:36:13		Whitaker Building	-77	2
1599775	2017-05-16 12:36:13		Whitaker Building	-80	2

Cómo calculamos el tiempo de espera en parada.

Tal y como aparece en el esquema de la solución técnica, consumiremos el dato en tiempo real. Cada segundo se mandará al servidor mediante el uso de AWS Kinesis el número de dispositivos encontrados.

Los datos que guardaremos serán la MAC del dispositivo teniendo en cuenta los parámetros de fecha y hora.

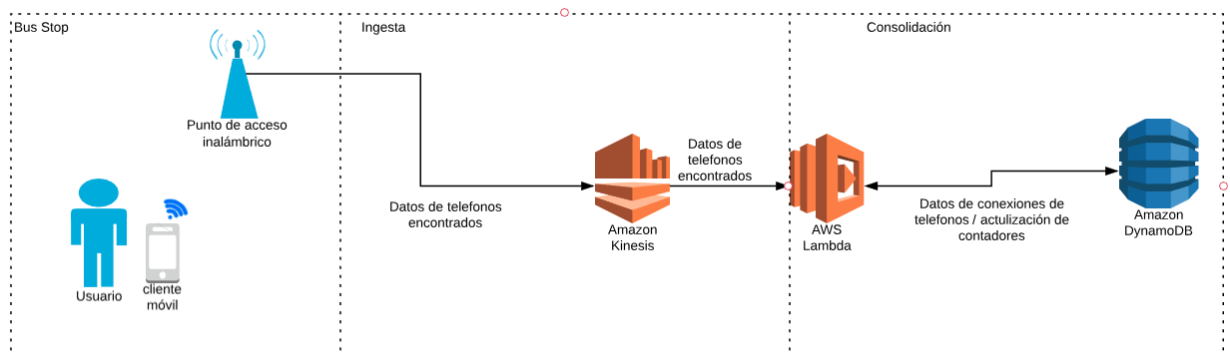
En el momento en el que aparezca por primera vez registrado el dispositivo se pondrá en marcha un contador. En los sucesivos envíos por segundo de información deberá de aparecer el dispositivo hasta el momento que no aparezca nuevamente, lo que indicará que ya no se encuentra y que subió al bus.

Teniendo en cuenta el registro fecha hora en el que no aparece nuevamente el dispositivo registrado, tenemos el momento en el cual el usuario sube al autobús, ese momento debe coincidir con la parada de un autobús, este evento nos permitirá ubicar a un usuario en una línea y registrar la subida al bus.

6.14.2. Número de pasajeros en parada

Tal y como hemos expuesto en el anterior punto tendremos un registro de las usuarias que están en parada cada segundo, estos datos se almacenan en un histórico para procesarlos posteriormente, y con un análisis sencillo de cada set de datos enviado seremos capaces de contar el número de dispositivos encontrados por cada minuto, con este dato actualizamos el contador en parada.

Estos contadores de parada están almacenados en DynamoDB, usando como clave el identificador unívoco de la parada, y almacenando como valor el total de usuarios presentes.



¿Es importante el histórico de los datos emitidos por el Wifi Tracker?

Este dato es importante. Con esta información tendremos la capacidad de describir los caminos que realizan nuestro usuario. Con esta información tendremos un dato importante la previsión de usuarios que suben y bajan en determinadas paradas.

¿Qué es la dirección MAC?

En las [redes de computadoras](#), la **dirección MAC** (siglas en inglés de Media Access Control) es un identificador de 48 bits (6 bloques de dos caracteres hexadecimales (4 bits)) que corresponde de forma única a una tarjeta o dispositivo de red. Se la conoce también como dirección física, y es única para cada dispositivo.

(definición de Wikipedia)

Si tenemos en cuenta que esta dirección es única por cada dispositivo, podemos extraer información para nuestro sistema para hacer previsiones de uso.

Indicadores que nos pueden aportar valor:

- Detectar los usos recurrentes de usuarios.
- Detectar usuarios que solo usan el autobús cuando hay buen tiempo.

Estos datos nos ayudarán a tener una previsión de uso más ajustada a la realidad, y posteriormente estos datos se podrán usar para fines de marketing, segmentación de clientes, o incluso como estudio de mercado para abrir nuevas líneas.

Mejoras en la precisión del conteo de pasajeros en parada

Actualmente el sistema de wifi tracker solo funciona con teléfonos que tengan activa la señal wifi, esto implica que nuestro conteo tiene poca precisión, pero suficiente para una fase inicial. Si se quisiera mejorar la precisión del conteo y con ello la del algoritmo existen alternativas basadas en Deep learning para el reconocimiento facial, con el cual podemos contar pasajeros en parada con mayor precisión. A título informativo mostramos una noticia reciente donde ya se aplica un sistema similar: [DonostiaBus \(Dbus\)](#).

6.14.3. Porcentaje de ocupación del autobús

Para calcular el porcentaje de ocupación del bus tendremos que tener calculados varios parámetros.

Necesitamos tener acceso a la capacidad de cada uno de los vehículos. Esta información es extraída mediante una ETL desde el ERP y la tendremos almacenada en nuestro sistema. Para poder obtenerla de una forma rápida, la almacenaremos en la base de datos No SQL DynamoDB. Definiendo como clave primaria la matrícula del vehículo, guardaremos como información la capacidad de pasajeros.

Mediante streaming consumimos el dato de los usuarios que suben y bajan de nuestro autobús, esta información se envía mediante un evento disparado por un agente de AWS Kinesis.

Para calcular la disponibilidad, consultaremos la información del último registro guardado, teniendo en cuenta que cuando comience diariamente la ruta el autobús se creará un registro T0, con los datos de subidas y bajadas a 0, cuando el autobús realice la primera parada, los usuarios que bajaran serán 0 y subirá X, con lo cual teniendo en cuenta la capacidad inicial que es total, la fórmula es sencilla, Capacidad actual = total - subidas + bajadas, para obtener el porcentaje, % capacidad actual = ((total - subidas + bajadas) * 100) / Capacidad del autobús.

Este registro se guardará en el T2.

6.14.4. Tiempo entre parada y parada del bus

Para el cálculo de los tiempos necesitamos leer la posición GPS de cada autobús. Para conseguirlo necesitamos leer la información del GPS del autobús cada segundo esta información será enviada por Wifi, será consumida por AWS Kinesis y la procesaremos con un servicio Lambda. Guardaremos el historial de navegación del autobús y lo guardaremos en la base de datos DynamoDB, usando como clave la matrícula. En la base de datos también tendremos almacenada la localización de las paradas, es fácil calcular si coinciden las posiciones, si el autobús se encuentra o no en la parada.

6.14.5. Situación actual del tráfico

Los datos del tráfico los tomaremos mediante llamadas a la API REST de la dgt mediante la cual podemos saber el estado en tiempo real.

La situación del tráfico es otro de los indicadores importantes que debemos de contemplar, sobre todo teniendo en cuenta situación del tráfico y día en el cual se produce la lectura de esta información, con la finalidad de poder ver cómo afecta esto a la operativa de los autobuses.

6.14.6. Datos meteorológicos.

Mediante el uso de la API REST de aemet consultaremos los datos meteorológicos, con estos datos podremos determinar cómo afectan los diferentes fenómenos meteorológicos a la operativa de los autobuses.

Estos datos deben estar cruzados con los días de la semana, festivos etc... con la finalidad de poder obtener la mayor información.

6.15. Definición de los tipos de datos

6.15.1. Dato de autobuses

Tabla general de autobuses

DENO	TIPO	DESC
id_bus	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria del bus, dato
id_bus_erp	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria del bus en el sistema ERP
matrícula	alfanumérico de 8 dígitos	Matrícula del autobús
combustible	numérico	Tendremos asignado un número a cada tipo de combustible

capacidad	numérico	Número de plazas disponibles de autobús
tipología	numérico	Se le asignará un número a cada tipo de autobús
consumo medio	numérico	Consumo medio de combustible
emision	numérico	Tipo de emisión
Fecha ultimo mto.	fecha	Fecha del último mantenimiento
Fecha matriculación	fecha	Fecha de matriculación

Mantenimiento de autobuses

DENO	TIPO	DESC
matrícula	alfanumérico de 8 dígitos	Matrícula del bus
Fecha mto.	fecha	Fecha de mantenimiento
duración	numérico	Duración en minutos de la revisión
Fecha fin mto.	fecha	Fecha fin de mantenimiento
desc	texto	Descripción del mantenimiento realizado por el técnico de taller.

Catálogos de mantenimiento por autobús

DENO	TIPO	DESC
Modelo bus	numérico	Número que indica el tipo de modelo de bus.
Ciclo KM	numérico	Número de kilómetros hasta el próximo mantenimiento.

Mantenimientos programados para el autobús

DENO	TIPO	DESC
matrícula	alfanumérico 8 dígitos	Matrícula el bus
Fecha mto	fecha	Fecha del próximo mantenimiento
Causa baja ?	boolean	Causa baja será true o false
Fecha inicio	fecha	Fecha de inicio del mantenimiento
Fecha fin	fecha	Fecha fin de mantenimiento

6.15.2. Información de personal

Datos conductores de autobuses

DENO	TIPO	DESC
id_conductor	alfanumérico 6 dígitos	Clave primaria
nombre	cadena	Nombre del conductor
apellidos	cadena	Apellidos del conductor
DNI	alfanumérico 9 dígitos	DNI del conductor sin guion
Tipo jornada	numérico	Número que identificará el tipo de jornada, mañana, tarde o turnos
Horas semanales	numérico	Número de horas semanales de trabajo
Fecha inicio	fecha	Fecha de inicio
disponibilidad	numérico	Valor que indicará los días que trabaja el operario. Para este cálculo se usará una tabla auxiliar.

6.15.3. Información líneas y paradas

Datos de las líneas de autobuses

DENO	TIPO	DESC
id_linea	alfanumérico 6 dígitos	Clave primaria

denominacion	cadena	Nombre de la línea
Numero km	numérico	Número de km por una vuelta de la línea

Asignación de buses a líneas

DENO	TIPO	DESC
id	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria
id_bus	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria del bus.
id_linea	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria de la línea
Fecha inicio	fecha	Fecha de inicio de la relación bus línea
Fecha fin	fecha	Fecha fin de la relación bus línea
Hora inicio	hora	Hora de inicio
Hora fin	hora	Hora de fin

Paradas por líneas

DENO	TIPO	DESC
id_parada	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria de parada
id_linea	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria de línea
Fecha inicio	fecha	Fecha inicio de la relación
Fecha fin	fecha	Fecha fin de la relación
Estado actual	boolean	Indica si esta activa o no

Paradas

DENO	TIPO	DESC
id_parada	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria de parada
localización	geográfica	Localización geográfica de la parada

deno	cadena	Denominación de la parada
------	--------	---------------------------

Datos del GPS del autobús

DENO	TIPO	DESC
Matrícula bus	alfanumérico de 8 dígitos	Matrícula del bus
localizacion	geográfica	Localización geográfica del bus
fecha	timestamp	Fecha y hora de la lectura

Datos de Wifi tracker paradas

DENO	TIPO	DESC
id_wifi_tracker	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria
localizacion	geográfica	Localización de la parada
parada	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria de parada
mac	cadena	Mac de dispositivo
fecha	timestamp	Fecha y hora de la lectura

Datos contadores parciales

DENO	TIPO	DESC
id_parada	alfanumérico de 6 dígitos	Clave de parada
Total usuarios	numérico	Número total de usuarios
último update	timestamp	Fecha y hora del último update.

Datos de Contadores de autobús

** necesitamos asociación máquina, bus, línea para cada día

DENO	TIPO	DESC
id_maquina	alfanumérico de 6 dígitos	Clave primaria de la máquina.
id_maquina_bus_linea	alfanumérico de 6 dígitos	Clave de la tabla bus-línea
fecha	timestamp	Fecha y hora de la lectura
suben	numérico	Número de los usuarios de bus que suben
bajan	numérico	Número de los usuarios de bus que bajan

Datos parciales de contadores

DENO	TIPO	DESC
matrícula	alfanumérico de 8 dígitos	matrícula de bus
id_linea	alfanumérico de 6 dígitos	Clave de línea
ocupación	numérico	Número de ocupantes actuales
fecha	timestamp	Fecha y hora

6.15.4. Cuadro de mando integral

Nuestro cuadro de mandos integral es bastante sencillo, nuestro sistema elaborará cuadrantes de trabajo tanto de los autobuses destinados a cada una de las líneas como del personal asociado a la conducción de cada uno de los autobuses, así como los relevos del personal y los posibles cambios de vehículos.

El sistema ofrecerá la distribución diaria y por horas de los autobuses y personal. Estos datos serán consumidos por los encargados de las líneas para poder llevar a cabo la operativa.

Posibles variables a mostrar en:

Informes BI

- a) Valores medios
 - Tasa llenada de autobús

Frec = 1 min
Tipo = gráfico de línea
Target = %

- Tiempo de espera en parada
- Número de autobuses en cochera (disponible)
- Número de autobuses en cada línea

b) Ranking.

- Paradas con más tiempo de espera
- Autobuses con menor tasa de ocupación
- Autobuses con mayor tasa de ocupación

c) Alertas

- Autobuses con previsión de ocupación al 100% durante 2 paradas consecutivas
- Autobús fuera de servicio en línea
- Si el algoritmo está por debajo de una precisión del 60% durante más de 1 hora.

c) Precisión algoritmos

- Usuarios previstos vs usuarios reales
- Autobuses por línea previstos vs autobuses por línea reales
- Tasa media de llenado buscada vs tasa media de llenado real

7. Smart-T for TUSSAM: Integración en la estructura de TUSSAM

TUSSAM ha establecido un plan de objetivos a conseguir durante los años 2018 al 2020, en el cual define las actuaciones a realizar según Áreas, Departamentos y Direcciones, para alcanzar los mismos. Algunos de estos objetivos están totalmente alineados con los beneficios que nuestro proyecto aporta:

- Adecuación de los medios materiales a las necesidades de planificación del servicio.
- Reducción del número de averías en ruta
- Disminución de emisiones contaminantes
- Mejorar la información destinada a los clientes afectados.
- Mejorar la calidad del servicio prestado.
- Optimizar la oferta en determinadas líneas.
- Mejorar el aprovechamiento de la capacidad de los vehículos.

Este proyecto, se concibe como una mejora de negocio para una empresa que actualmente opera en el sector del transporte urbano, por tanto, debe de integrarse en la presente organización. Así hemos determinado de forma general, el impacto que tendría la implantación en función de los distintos departamentos que a día de hoy tiene TUSSAM:

7.1.1. Departamento de ventas

El departamento de ventas, responsable de aumentar el número de usuarios, mediante el aumento de ventas de títulos de viaje. Será sobre este departamento sobre el que recaerá el mayor impacto de la implantación de este proyecto debido a que uno de los pilares del proyecto en forma de objetivo es precisamente el aumento. Para la consecución de los objetivos de aumento de usuarios y aumento de la calidad del servicio, el cual creara un impacto positivo en el primero, se usarán los KPI 1, 5 y 6

7.1.2. Departamento de operaciones

El impacto sobre el departamento de operaciones será el más acusado, en el sentido de que, se pretende cambiar la operativa por completo, y desarrollar una operación dinámica, en función de los eventos de entrada, que serán tales como demanda, meteorología, eventos, tráfico...

Esto puede acarrear problemas con respecto al personal de la empresa, los cambios de metodología siempre conllevan una problemática asociada, es por tanto que sobre este departamento debe de focalizarse los recursos y las acciones, dado que es un punto de impacto crítico.

7.1.3. Departamento de Mantenimiento

El poder planificar de forma precisa el uso de la flota, también permitirá programar el mantenimiento periódico, por tanto, el proyecto ejercerá un impacto positivo sobre este departamento, disminuyendo (eliminando en el mejor de los casos) las fluctuaciones de las actuaciones de taller, limpieza, repostaje, actualizaciones de software, instalaciones...

7.1.4. Departamento de Marketing

El consumo de recursos para llevar a cabo campaña publicitaria de la web, la app y en general del nuevo funcionamiento de TUSSAM, recaerá directamente sobre el departamento de marketing, haciendo quizás necesario la ampliación del mismo, ante la necesidad de crear un soporte para el usuario.

7.1.4.1. Plan de marketing

El objetivo principal del plan de marketing será establecer unos objetivos comerciales en la misma línea de los objetivos globales del proyecto que se está llevando a cabo, y

a su vez, especificar la forma de alcanzar dichos objetivos a través de una estrategia tanto online como offline.

Para ello, conoceremos a través del análisis el mercado realizado a principios del proyecto en el que nos vamos a mover, la clientela a la que irá dirigida nuestro proyecto, así como la competencia a la que nos enfrentaremos a lo largo de nuestra actividad comercial.

7.1.4.2. Estrategia

Una vez hemos establecido los objetivos del proyecto, debemos conocer qué acciones debemos llevar a cabo para alcanzar los mismos, igualmente conocido como las estrategias a seguir.

En este apartado del plan de marketing definiremos los siguientes elementos:

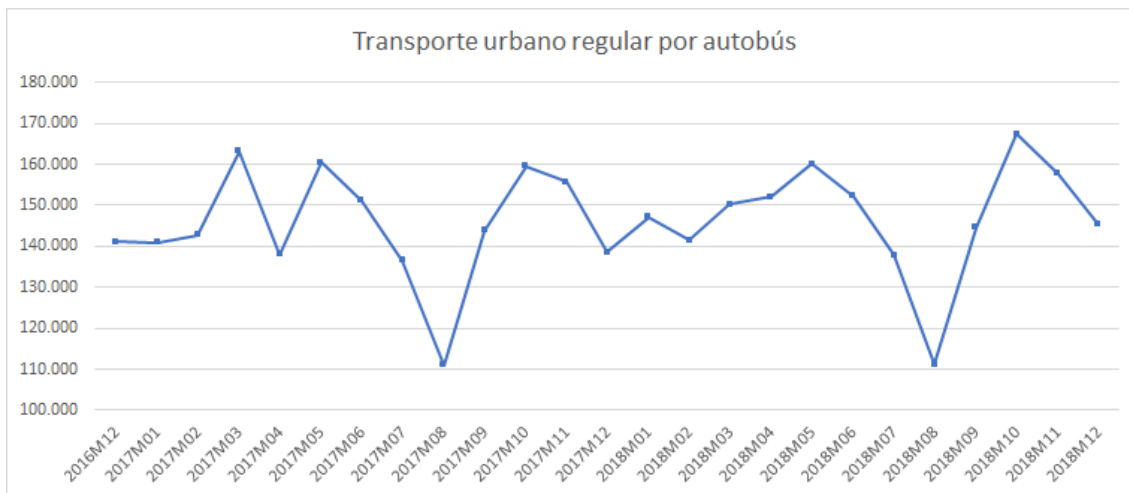
7.1.4.3. Segmentación de clientes

Fijaremos unos criterios de segmentación de los usuarios de los servicios de TUSSAM, ya que debemos definir los diferentes tipos de buyer persona a los que nos dirigimos.

No diferenciaremos por género, ya que no es un factor decisivo a la hora de realizar nuestras acciones, por lo que nos centraremos en las personas según el rango de edad en el que se encuentren. Asimismo, descartaremos los menores de 16 años debido a que el impacto de nuestras acciones hacia ellos sería muy inferior que en los otros segmentos de clientes, tanto actuales como potenciales.

- de 16 a 29. Los empadronados en Sevilla, que estén estudiando, sean autónomos o trabajen por cuenta ajena contrato mínimo de 6 meses, podrán optar a una tarifa especial con la Tarjeta Joven.
- de 30 a 44
- de 45 a 64
- 65 en adelante

Otra segmentación que realizaremos será según la época del año, ya que como se puede apreciar en la siguiente gráfica, el transporte urbano se ve muy afectado tanto por el clima como por las fechas más señaladas de la ciudad, como puede ser la semana santa, la feria, o incluso en pleno agosto que es cuando se ve un menor tráfico del servicio debido a las altas temperaturas y época vacacional.



Estadística de Transporte de Viajeros, Transporte urbano regular por autobús, Viajeros transportados, INE 2018.

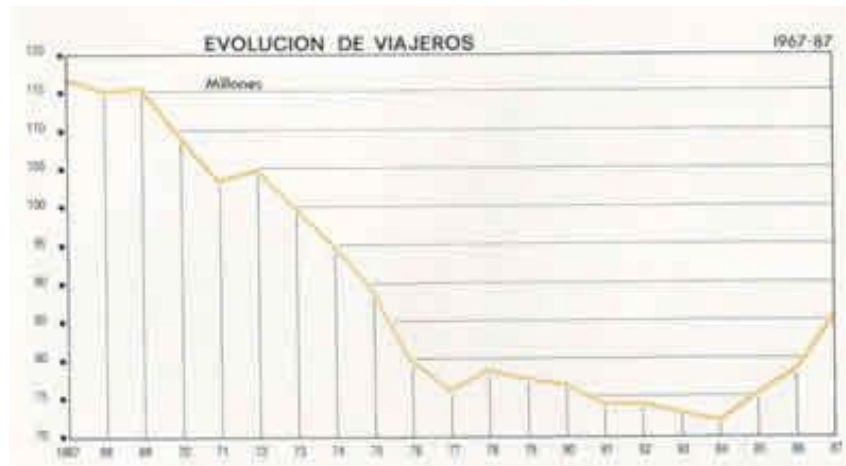
Por último, segmentaremos según las necesidades de los clientes, ya que no es el mismo usuario aquel que lo utiliza como único medio de transporte diariamente o de manera muy recurrente, que aquel que únicamente hace uso del mismo en situaciones de extrema necesidad, como puede ser días muy lluviosos o momentos muy puntuales que no tuviera otra alternativa. Según la frecuencia de uso, podremos realizar posteriormente unas acciones específicas para premiar a aquellos que más frecuentan nuestros servicios, así como otras que incentiven a los usuarios más esporádicos a incrementar sus viajes con TUSSAM.

7.1.4.4. Marketing Mix:



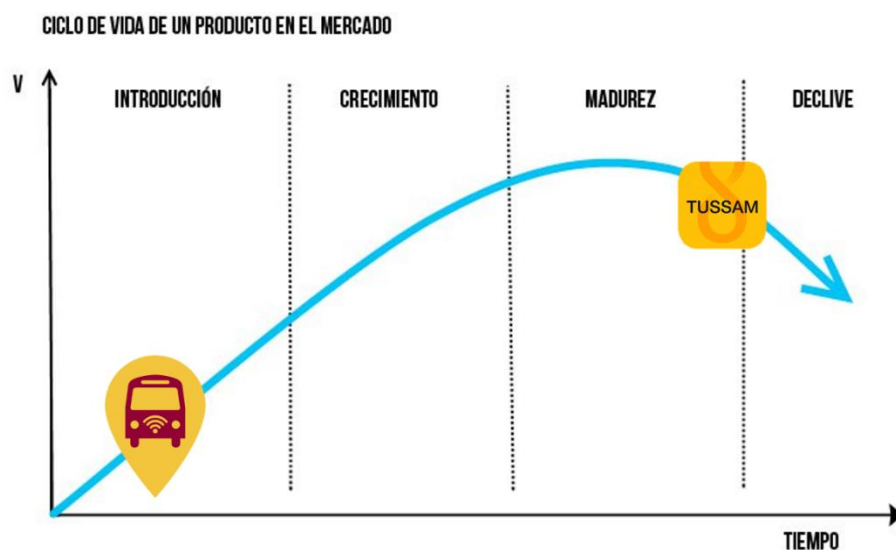
Relación de las Cuatro P

- **Producto:** En nuestro caso, el producto se trata realmente del servicio prestado por TUSSAM, el cual tiene como principal objetivo satisfacer la necesidad de transporte de sus usuarios de un punto a otro de la ciudad. El ciclo de vida de este servicio se encuentra en el periodo de Madurez, ya que lleva implantado desde el año 1967, por lo que indica que está próximo a llegar a la última etapa de declive del servicio.



Evolución de viajeros desde 1967 a 1987. Historia de TUSSAM. (www.TUSSAM.es/index.php?id=93)

Para evitar esto último lo haremos a través de la incorporación de nuestro proyecto al sistema de negocios de TUSSAM, para mejorar su metodología y que el producto sea percibido, tanto por los clientes actuales como por los potenciales, con matices innovadores y actualizados según sus necesidades.



Elaboración propia.

De esta manera, se volvería a la etapa de introducción, la cual será rápida, y a corto plazo ya nos encontraremos en la etapa de crecimiento, en la que se percibirán aumento de ventas de los tickets y, por consecuencia, aumento de la facturación.

- **Precio:** Respecto al precio, no se plantea una modificación de las tarifas actuales, ya que la principal fuente de ingresos ofertada en este proyecto sería

la disminución de costes, así como la implementación del proyecto en otras empresas.

Por otro lado, el aumento de ventas de billetes sería otra de las fuentes de ingreso

- **Distribución:** La distribución de nuestro producto se realizará tanto por canales internos como externos, inicialmente en ámbito local.
 - Canales internos: a través de dashboards mediante los cuales se pueden consultar los informes diarios según los datos recabados gracias a la solución técnica que se implementará a través de nuestro proyecto, los cuales se diferenciarán entre los que van dirigidos al Comité de Dirección, con una visualización más concisa y destacando los KPIs y su evolución, y los que irán para los perfiles más técnicos, con un desglose de los datos más detallado.
 - Canales externos: principalmente se distribuirá a través de la aplicación móvil de TUSSAM, la cual se actualizará con las nuevas funcionalidades que ofreceremos con nuestro proyecto, para que nuestro cliente utilice el nuevo sistema. Asimismo, la publicidad de nuestros servicios también se llevará a cabo a través de dicha plataforma.
 - Comunicación: Para dar a conocer más nuestros servicios, así como las novedades de los mismos, debemos utilizar la comunicación online como principal aliado, sin descartar que puntualmente utilicemos otros medios como vía de comunicación. La decisión de comunicar por un medio u otro dependerá en mayor medida del segmento de clientes a los que nos queramos dirigir con cada comunicación que realicemos, asegurándonos una mayor efectividad de las mismas.
 - Dado que TUSSAM es una empresa de servicio público, gracias al ayuntamiento, podremos realizar anuncios en su web sin limitaciones ni económicas ni por frecuencia, siempre sin saturar a los usuarios de dicha plataforma. Seguidamente, contrataremos un espacio en los periódicos, tanto digitales como físicos, más leídos para incorporar anuncios con nuestras principales novedades.

7.1.4.5. Estrategia de contenido

Dentro de la estrategia de contenido diferenciaremos entre la estrategia online y la estrategia offline.

Estrategia de contenido offline. Se estudia a través de CRM, Colaboraciones y Formación de Empleados.

- **CRM.** Se pretende incentivar, a través de sorteos y comunicaciones atractivas, a la descarga de la App y el registro a la misma con los datos de los usuarios.
- **Colaboraciones.** Diversos acuerdos con AEMET, Google y el Ayuntamiento de Sevilla de cara al conocimiento de las obras que afectan al estado del tráfico.
- **Formación de Empleados.** Se llevarán a cabo diversos programas de formación para los empleados.

Estrategia de contenido online. Se aborda desde 4 aspectos: Mobile Marketing, CRM, Customer Experience y VideoCampaña.

- Mobile Marketing

En primer lugar, destacamos la **geolocalización**, que permite ofrecer contenido a los clientes a tiempo real en función de la zona en la que se encuentren.

Por otro lado, emplearemos el **Código QR** para todo aquel que llegue a la parada y quiera descargarse la App o bien conocer en qué estado se encuentra el autobús que está esperando.

Diseño Responsive, técnica de diseño que permite adaptar el contenido del sitio web al entorno del usuario. Web App.

Finalmente se hará uso de **Campañas Display**, anuncios en forma de Banners que se pueden encontrar en las distintas plataformas digitales y el objetivo es conseguir leads.

- CRM

Programa de captación, estrategia para captar los datos de aquellos clientes potenciales o actuales, enriqueciendo así la base de datos de nuestro CRM y permitiéndonos así segmentar los usuarios según su valor de cliente.

Se realizará un **Programa de fidelización**, estrategia que lleva a cabo la empresa para premiar el comportamiento de los clientes, de forma que el usuario se sienta unido a la empresa.

- Customer Experience

Se desarrollará esta **Funcionalidad** para que los clientes puedan comprar a través de sus Smartphone.

- VideoCampaña

A través de diversas redes como **YouTube, Instagram, Facebook o Twitter** para dar a conocer las novedades de la marca a todos los seguidores.

7.1.5. Impacto en otros departamentos

Se tomará el soporte del departamento de compras para llevar a cabo toda la adquisición de material y equipos necesarios para la implantación y el desarrollo del proyecto

De forma transversal, es indudable que el departamento de recursos humanos se verá afectado en la medida de que, al introducir nuevos requerimientos en la empresa, casi con total seguridad, será necesaria la ampliación de plantilla. A parte del reclutamiento del personal debidamente cualificado para llevar a cabo la implantación y mantenimiento, es posible que debido al impacto en otros departamentos la carga de trabajo haga necesario la incorporación de personal de soporte.

Así mismo, se entiende que, al modificar la forma de trabajo, sería este departamento el que se encargaría de organizar toda la formación necesaria para todo el personal de TUSSAM.

8. Evaluación de KPI's

En base al desarrollo que hemos realizado del DAFO, procederemos a establecer los objetivos SMART (specific, measurable, attainable, realist, timely).

- Específicos: Cuanto más específico y concreto sea el objetivo que establezcamos, más fácil será para las personas que trabajan en este proyecto el comprender cuál es su objetivo y saber perfectamente qué acción se debe realizar para llegar a cada objetivo.
- Medible: Cuando los objetivos son medibles es más sencillo poner una meta cuantificable y ésta, a su vez, desglosarla según el espacio temporal que se estime necesario para su logro.
- Alcanzable: Teniendo en cuenta los factores, tanto internos como externos, se deben establecer objetivos que sean posibles de alcanzar, teniendo en consideración que éstos pueden ser modificados en caso de que alguno de los factores anteriormente mencionados cambie.
- Realista: Para fijar un objetivo hay que ser ambicioso y, sobre todo, realista. Siempre hay que saber dónde nos encontramos en el mercado y con qué recursos nos encontramos antes de establecer los objetivos.
- Temporal: Se debe establecer una línea temporal para cada objetivo, ya que será de ayuda a la hora de establecer las distintas fases que nos permitan alcanzar la meta propuesta.

Dado que se monitorizará la ocupación en tiempo real de cada uno de los vehículos, se establecen los siguientes niveles de ocupación como óptimo de cara a la definición de KPIs:

- 3% de la flota con un 100% de ocupación
- 78% de la flota con un 75% de ocupación
- 15% de la flota con un 50 % de ocupación
- 3% de la flota con un 30% de ocupación
- 1% de la flota con un 15% de ocupación

En el control de procesos existe una máxima que dice que “lo que no se puede medir no se puede controlar; lo que no se puede controlar no se puede gestionar; lo que no se puede gestionar no se puede mejorar.” Así pues, para medir las mejoras que nuestro proyecto aportará a la gestión del servicio de autobuses urbanos vamos a establecer unos indicadores de rendimiento o KPIs (siglas en inglés para 'Key Performance Indicator'). Estos KPIs serán métricas, siempre alineadas con los objetivos de TUSSAM, que nos ayudarán a identificar el rendimiento de las acciones tomadas en base a nuestra solución tecnológica.

Medir es importante para que se entienda lo que está pasando en la gestión, qué cambios se deben hacer y cuáles fueron los impactos de los cambios que ya se han realizado. Los KPIs en base a los cuales vamos a medir la eficiencia en la gestión del servicio de transportes urbanos tras la implantación de nuestra solución serán de distinto tipo: enfocados a reducción de costes, enfocados a mejorar la satisfacción del usuario y enfocados a maximizar la facturación.

8.1.1. Maximización de ingresos económicos

El propósito marcado en este objetivo consiste en reducir el tiempo de espera de los usuarios en parada aumentando el número de usuarios transportados.

Identificador KPI	KPI_001
Objetivo afectado	Maximización de ingresos económicos
Descripción KPI	Número de usuarios transportados
Justificación KPI	Incremento del número de usuarios
Cálculo	$= (\text{usuarios actuales} - \text{usuarios mismo periodo del año anterior}) \times 100 / \text{usuarios mismo periodo del año anterior}$
Unidades	%
Resultado planificado	>2 %
Responsable	Jefe de Operaciones
Frecuencia medición	Semanal

Para el cálculo se pretende comparar el número de usuarios que tendríamos en el momento con respecto a los que habría en ese mismo instante el año anterior, intentando obtener un resultado mayor al 2%.

En este caso, uno de los objetivos para lograr dicha maximización será la tasa de utilización de la flota de autobuses, incrementando el uso de los activos.

Identificador KPI	KPI_002
Objetivo afectado	Maximización de ingresos económicos
Descripción KPI	Tasa de utilización de la flota de autobuses
Justificación KPI	Aumentar la utilización de los activos.
Cálculo	$= (\text{números autobuses cochera} / \text{número autobuses flota}) \times 100$
Unidades	%
Resultado planificado	> 80%
Responsable	Jefe de Operaciones / Jefe de Mantenimiento
Frecuencia medición	1 h

Se calcula a través del porcentaje que resulta de dividir el número de autobuses en la cochera entre el número de autobuses de flota, deseando un valor superior al 80%.

8.1.2. Reducción de costes.

Para este primer objetivo nos centraremos en la tasa de ocupación media por autobús, con el fin de aumentar el número de pasajeros transportados en cada recorrido.

Identificador KPI	KPI_003
Objetivo afectado	Reducción de costes
Descripción KPI	Tasa de ocupación media por autobús.
Justificación KPI	Aumentar el número de pasajeros transportados en cada recorrido.
Cálculo	$= (\text{Aforo instantáneo} / \text{Aforo máximo}) \times 100$
Unidades	%
Resultado planificado	> 70%
Responsable	Jefe de Operaciones
Frecuencia medición	3 min

Se planifica un resultado mayor al 70%, calculando el porcentaje como el aforo instantáneo entre el aforo máximo, tomando mediciones cada 3 minutos.

8.1.3. Aumento de la satisfacción de los usuarios

La satisfacción de los clientes frente al servicio ofrecido por la empresa de transporte TUSSAM se plantea como uno de los objetivos a mejorar dentro de nuestro proyecto.

Este objetivo será abordado desde diversos retos. El primero de ellos consiste en mejorar el nivel de puntualidad del servicio, eliminando así la incertidumbre creada en ellos.

Identificador KPI	KPI_004
Objetivo afectado	Aumento satisfacción usuarios
Descripción KPI	Nivel de puntualidad del servicio
Justificación KPI	Eliminar incertidumbre sobre el servicio
Cálculo	$= 100 - (\text{hora real de llegada} / \text{hora planificada de llegada})$
Unidades	%
Resultado planificado	>7/10 puntos (Resultado de encuesta de satisfacción)
Responsable	Jefe de Operaciones
Frecuencia medición	3 min

Dentro de la satisfacción por la puntualidad, se desea reducir a menos de un 20% el número de reclamaciones destinadas a la puntualidad ofrecida, realizando un cálculo mensual de dicha cantidad.

Identificador KPI	KPI_005
Objetivo afectado	Aumento satisfacción usuarios
Descripción KPI	Nivel de satisfacción con la puntualidad
Justificación KPI	Disminuir las reclamaciones por falta de puntualidad
Cálculo	= (núm. reclamaciones por impuntualidad / núm. reclamaciones totales) x 100
Unidades	%
Resultado planificado	<20%
Responsable	Jefe de Calidad
Frecuencia medición	Mensual

Por último, se pretende aumentar la satisfacción de los usuarios reduciendo su tiempo de espera en la parada, estimando un tiempo de espera no superior a los 8 minutos.

Identificador KPI	KPI_006
Objetivo afectado	Aumento satisfacción usuarios
Descripción KPI	Tiempo de espera en parada
Justificación KPI	Reducir el tiempo de espera de los usuarios en parada
Cálculo	= tiempo transcurrido desde que el usuario llega a la parada hasta que sube al autobús
Unidades	minutos
Resultado planificado	<8 min
Responsable	Jefe de Operaciones
Frecuencia medición	3 min

8.1.4. Reducción de emisiones

Dentro del objetivo medioambiental se pretende mejorar la calidad del aire a través de la reducción de emisiones específicas. El resultado planificado sería un valor no superior a 20 gramos de CO₂ por pasajero.

Identificador KPI	KPI_007
Objetivo afectado	Reducción de emisiones
Descripción KPI	Emisiones específicas
Justificación KPI	Mejorar la calidad del aire
Cálculo	= g CO ₂ / número usuarios
Unidades	Gramos / pasajeros
Resultado planificado	<20 g / pasajero
Responsable	Jefe de Operaciones
Frecuencia medición	1 h

9. Estudio Económico-financiero

Finalmente, debemos presupuestar las acciones y calcular la rentabilidad de la inversión, el plazo de recuperación de la misma, la tasa interna de retorno y el valor actual neto. Esto nos permitirá identificar si la acción comercial justifica la inversión, si es factible, rentable y sinérgica para la organización.

En definitiva, el Business Case permite plasmar diversos componentes en un documento que integra y comparte visiones sobre la dinámica de toda la organización, resumiendo los procesos fundamentales de una acción comercial.

Es un documento que registra la historia, consolida el trabajo de las distintas áreas y se convierte en un instrumento fundamental en el proceso de toma de decisiones, que se retroalimenta, generando valor para la empresa.

9.1. Ingresos de explotación

La previsión de ingresos por venta de títulos, que se corresponde con los *ingresos de explotación*, se obtiene como resultado de aplicar a los viajeros previstos para los próximos ejercicios la tarifa aprobada por el consejo de administración de la Sociedad (TUSSAM) para el ejercicio 2019, y aprobadas posteriormente en Pleno Municipal del ayuntamiento de Sevilla.

Esta previsión de ingresos se debería corregir por compensación de títulos bonificados bajo cobertura social (Tarjetas 3ª Edad, Solidaria, Joven, Social y Diversidad funcional), así como transferencias extraordinarias procedentes del ayuntamiento que viene a cubrir el déficit de la red en el servicio de TUSSAM. Ambas aportaciones municipales se ponen de relieve en la *Cuenta de Resultados* de TUSSAM en el año 2017 bajo el concepto de *Tranferencias*:

CUENTA RESULTADOS TUSSAM 2017 (M€)	
INGRESO VENTA TÍTULOS	39.282,58
INGRESOS TÍTULOS BONIFIC	12.335,45
OTROS INGRESOS	5.529,31
TRASNF A RDOS	49.226,60
INGRESOS DE EXPLOTACIÓN	106.373,94
GASTOS DE PERSONAL	- 70.040,86
OTROS GASTOS Y AMORT	- 35.784,99
GASTOS DE EXPLOTACIÓN	- 105.825,85
RESULTADO FINANCIERO	548,09
RESULTADO DEL EJERCICIO	-

A efectos de estudio económico para este proyecto de mejora en la gestión de TUSSAM, Smart-T, se consideran fuera de las condiciones de contorno los déficits estructurales de la gestión del servicio, así como los precios de los títulos bonificados, asumiéndose que el incremento en el número de viajeros derivado de la implantación de la Smart-T conllevará aumentos exclusivamente en el número de títulos ordinarios expedidos.

A continuación, se exponen la previsión de viajeros, de precios de billete y, con ello, los ingresos de explotación previstos.

9.1.1. Previsión de viajeros

La previsión de usuarios que usarán el servicio de TUSSAM será determinante dentro del plan económico por ser el factor clave que determinará la evolución de los Ingresos de Explotación. Las cifras de aumento de pasajeros que se contemplan para los próximos 5 años son cifras alcanzables, manifiestamente conservadoras, que se basan fundamentalmente en una mejora en el servicio por una adecuada analítica predictiva de la demanda, pero también se espera captar usuarios de manera colateral por posibles restricciones municipales en el uso del vehículo particular en la búsqueda de un mejor control de la calidad del aire en la ciudad de Sevilla, como ya se hace en otras grandes ciudades de España y de Europa.

El padrón de la ciudad de Sevilla lleva varios años sin crecer, incluso muestra una leve contracción⁵. Por ello, se asumirán unas tasas de crecimiento en el número de usuarios transportados por TUSSAM mayores en los primeros años de vida del proyecto, y se ralentizarán en los últimos años como consecuencia del agotamiento de la oportunidad de captar usuarios descontentos y otros que se vean obligados a prescindir de su medio de transporte particular por cuestiones medioambientales.

Como línea base sobre la que se asumirán los incrementos se tomarán los viajeros declarados por TUSSAM en la Memoria Anual 2017, en concreto 75.900.000, dado que en el Plan de Objetivos 2018-2020 de TUSSAM, publicado con fecha 29 de mayo de 2018, no se recoge ningún objetivo específico de aumento del número de pasajeros.

El crecimiento global en los cinco años de análisis será de un 1%, escenario conservador, con las siguientes tasas interanuales:

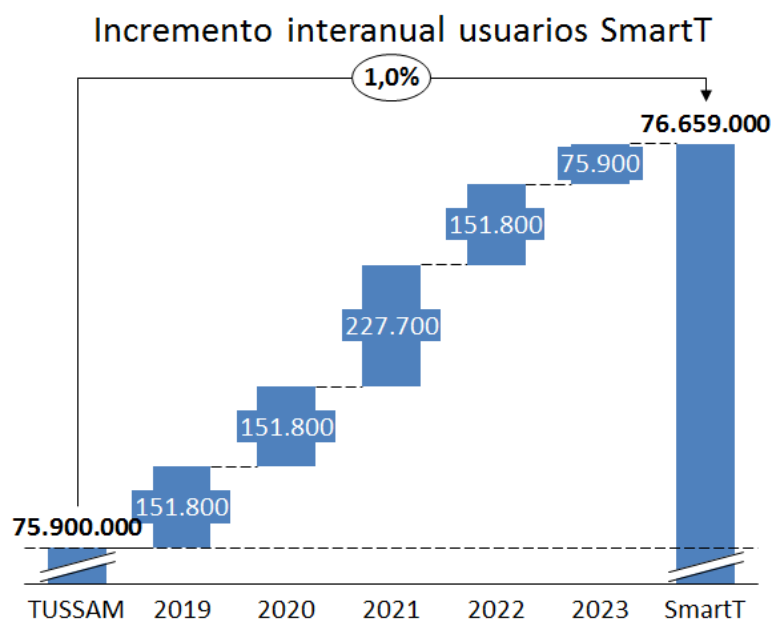
Año	2019	2020	2021	2022	2023
Δ Anual (%)	0,15	0,25	0,30	0,20	0,10
Δ Acumulado (%)	0,20	0,40	0,70	0,90	1,00

⁵https://sevilla.abc.es/sevilla/sevi-poblacion-sevilla-capital-sigue-cayendo-pese-campana-municipal-empadronamiento-201901021405_noticia.html

Aplicando esas tasas de crecimiento a la línea base 2019-2023 que se asumió y justificó anteriormente:

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Σ Usuarios	76.051.800	76.203.600	76.431.300	76.583.100	76.659.000
Δ Usuarios Anual	151.800	151.800	227.700	151.800	75.900
Δ Usuarios Acum.	151.800	303.600	531.300	683.100	759.000

De esta manera, se tiene la previsión de incrementar en 5 años con la solución Smart-Ten torno a 760.000 el número de usuarios que TUSSAM tenía previsto.



9.1.2. Precio del título ordinario

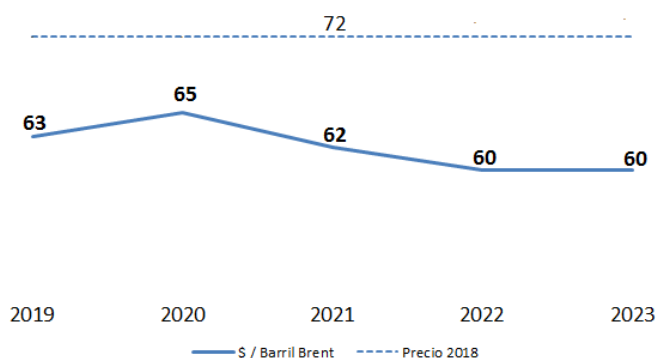
La evaluación del precio de los títulos de transporte es otro factor importante en la determinación de los ingresos de explotación de TUSSAM. En este sentido, se aplicará la tarifa aprobada por el consejo de administración de la Sociedad (TUSSAM) para el ejercicio 2019, y aprobadas posteriormente en Pleno Municipal del ayuntamiento de Sevilla. La tarifa referida es de 1,4 € y será asumida como constante para todo el periodo de proyecciones económicas.

Las encuestas⁶ de TUSSAM indican que un 43% de usuarios encuestados considera que el precio del billete es excesivo, sin embargo no se considera bajada en el precio para los próximos años porque se quiere revertir esta percepción proporcionando un mejor

⁶http://TUSSAM.es/fileadmin/uploads/pdf/Portal_Transparencia/Ano_2017/INFORMACION_DE_LA_ENCUESTA_2017.pdf

servicio, fundamentalmente en base a una mayor puntualidad y una mayor frecuencia de paso.

Por otra parte, tampoco se considera un aumento de tarifas para los próximos años en base a las predicciones para el precio del combustible. El combustible de los autobuses es el mayor insumo y la evolución de su precio será determinante para determinar el precio de los títulos. En este sentido, las previsiones del precio del crudo⁷ son favorables de cara a garantizar una contención en el precio de los billetes:



Las previsiones del precio del Gas Natural (GN) suelen moverse de manera muy similar, ya que el precio del crudo afecta directamente al precio del gas por la indexación que existe en la mayoría de suministros.

9.1.3. Estimación de ingresos de explotación

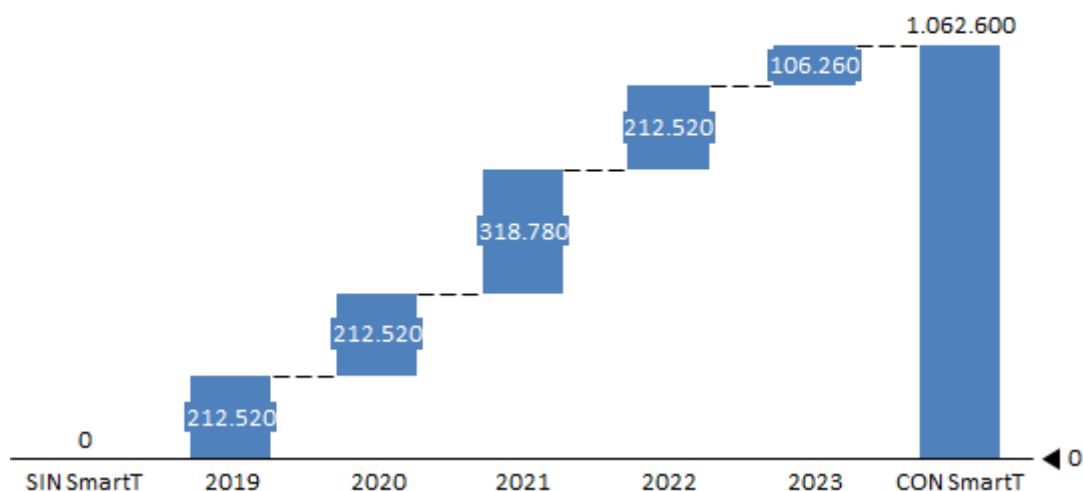
La previsión de ingresos por venta de títulos, que se corresponde con los ingresos de explotación, se obtiene como resultado de aplicar al incremento de viajeros previstos para los próximos ejercicios el precio del billete para cada año. Así resulta:

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Δ Usuarios Acum.	151.800	303.600	531.300	683.100	759.000
Δ Ingresos (€)	212.520	425.040	743.820	956.340	1.062.600

Se espera un total en ingresos adicionales en el periodo analizado de **1.062.600 €**.

⁷ Previsiones analistas del Banco Santander.

Incremento interanual de ingresos SmartT (€)



9.2. Ingresos por venta de Smart-T.

El importe de venta de la licencia Smart-T será de **102.850 €**. En este coste se incluye el coste de licenciamiento, así como el coste de adaptación de la solución Smart-T al negocio de destino y un entrenamiento práctico en la gestión de alarmas e incidencias habituales en su gestión.

UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UD	PRECIO TOTAL	IVA
1	LICENCIA SMARTT	55.000	55.000	21%
1	SERVICIOS INGENIERÍA Y DESARROLLO	30.000	25.000	21%
1	FORMACIÓN INICIAL	5.000	5.000	21%

Total

Base Imponible	85.000	€
IVA-Total	17.850	€
Importe total	102.850	€

Adicionalmente a la adquisición de la licencia será muy probable que el destinatario de la compra firme un contrato anual de soporte de mantenimiento y desarrollo de la aplicación. Este soporte será gestionado de forma remota por TUSSA Me incluirá la actualización de la licencia de Smart-T a la última versión, resolución de incidencias

avanzadas y reentrenamiento de modelos con frecuencia anual. El coste de venta de este contrato anual está valorado en **25.000€**.

9.3. Gastos de Explotación

9.3.1. Gastos de personal

En al año 2017 TUSSAM contaba con una plantilla de 1.476 empleados. Para ese año los gastos de personal ascendieron a 70.040.860€ con lo que se tuvo un gasto promedio en personal fue de 47.453 euros/empleado.

Como ya se ha comentado, la mejora del servicio derivada del uso de la solución Smart-T se basa en un aumento de frecuencias de paso que se conseguirá con una mejor distribución de los autobuses disponibles. Esta mejor distribución, unida al aumento de pasajeros, redundará en un aumentando la tasa de ocupación de todos los autobuses, sin que sea necesario incrementar la flota como se puede ver en *9.5 Inversión en nuevos vehículos*. Por ello, no se estima necesario la contratación de nuevos conductores, como tampoco habrá incremento en costes adicionales en personal de mantenimiento.

El único gasto extraordinario derivado de la implantación de Smart-T, en los relativo a gastos de personal, será el que provenga de la incorporación a la plantilla de TUSSAM de personal técnico para el desarrollo y mantenimiento de la solución, así como asegurar el soporte remoto para las empresas que adquieran la solución Smart-T para la gestión del transporte urbano de otras ciudades.

Para el desarrollo, implantación y mantenimiento de Smart-T en TUSSAM, así como soporte remoto de las licencias que se vendan a otras empresas, será necesario la incorporación de 3 ingenieros que harán funciones de Ingeniero Big Data, Ingeniero de Telecomunicaciones y Científico de datos.

Los salarios iniciales serán de 50.000 euro /año y se revisarán con incrementos anuales del 1,5%⁸ . Aplicando esta tasa acordada en convenio, se tienen unos gastos de personal:

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Gasto (€)	150.000	152.250	154.534	156.852	159.205

⁸ No se conocen las cifras acordadas en el convenio colectivo de TUSSAM.

9.3.2. Gastos en bienes corrientes y servicios

Los gastos en bienes corrientes y servicios de TUSSAM son fundamentalmente el importe los gastos en combustible y mantenimiento de vehículos.

En este caso, como se dijo anteriormente, no se considera un aumento en el número de vehículos en los próximos años, por ello no se tiene en consideración esta partida para la cuenta de resultados del proyecto Smart-T.

9.3.3. Gastos explotación Smart-T

Los conceptos en los que se incurrirá en gastos extraordinarios como consecuencia directa de la explotación de Smart-T serán aquellos derivados del mantenimiento de la funcionalidad de la aplicación, es decir, el coste de la arquitectura SeverLess y la tarifa de datos para envío de las señales de tasa de ocupación por autobús y personas y tiempo de espera de cada una de ellas en cada parada (para una mejor comprensión de los conceptos asociados a Smart-T consultar *3.1 Inversión en Smart-T*). Los gastos anuales estimados para ambos conceptos ascienden a:

- Servidores Cloud (ServerLess): almacenamiento de datos y analítica.1.500€/año
- Tarifa de datos para envío de tasas de ocupación en autobuses y personas en paradas.137.952 €/año

Los servicios contratados dentro de la arquitectura cloud pueden consultarse con detalle en la Solución Técnica.

9.3.4. Amortizaciones

Al no verse incrementada la flota de autobuses no se consideran gastos extraordinarios de amortización en la cuenta de resultados del proyecto.

9.3.5. Gastos financieros

En estos gastos se considerarán el coste de financiar el 100% del importe necesario para la implantación de la solución Smart-T (ver *9.4 Inversión inicial Smart-T for TUSSAM*). Para las previsiones de financiación se asume un interés fijo del 3%, tipo de interés razonable para un préstamo a empresas. El préstamo será devuelto mediante cuotas anuales iguales desde el año 1 hasta el año 5. De esta forma, los gastos financieros en el período de estudio serán:

Importe a financiar 435.200

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Cuantía a devolver (€)	89.651	71.721	53.791	35.860	17.930
Cuantía restante (€)	435.200	348.160	261.120	174.080	87.040
Interés (%)	3	3	3	3	3

9.3.6. Gastos en marketing

Las acciones derivadas del Plan de Marketing, cuyos detalles se pueden consultar en el punto 7. *Smart-T for TUSSAM: Integración en la estructura de TUSSAM*, tendrán unos costes estimados de:

1. MOBILE MARKETING	5.743 €
1.1 Geolocalización	
1.2 Código QR	
1.3 Diseño Responsive	
1.4 Campañas Display	
2. CRM	5.450 €
2.1 Programa Captación	
2.2 Programa Fidelización	
3. CUSTOMER EXPERIENCE	2.600 €
3.1 Smartphone	
4. CAMPAÑA PUBLICITARIA	6.000 €
4.1 Youtube	
4.2 Instagram	
4.3 Facebook	
4.4 Twitter	
TOTAL	19.793 €

9.4. Inversión inicial en Smart-T for TUSSAM

Los conceptos en los que se incurrirá en gastos en el año de implementación de Smart-T, año 2019, son:

- Video contador de ocupantes⁹ para el monitoreo de la tasa de llenado de cada autobús.
- Nuevas canceladoras¹⁰ de billete con servicio de cancelación inalámbrico vía Smartphone.

⁹<https://spanish.alibaba.com/product-detail/4-video-camera-people-counter-for-india-public-bus-60719734669.html>

- Puntos de acceso Wifi en paradas (HotSpot) para captación y envío de señales.
- Wifitracker en paradas¹¹ para determinación del número de pasajeros y tiempos de espera en cada parada.
- PC Cliente en panel de control de TUSAM (SAE)
- para monitorización del estado del sistema y análisis de negocio.
- Arquitectura Serveless para almacenamiento de datos y analítica predictiva.
- Tarifa de datos para envío de señales (tasas de ocupación, usuarios en paradas...).

Teniendo en consideración el precio y las unidades de cada uno de los conceptos anteriores se tiene el coste de inversión inicial (I_0). Adicionalmente, se muestra el gasto en mantenimiento de la aplicación (9.3.3 Gastos explotación Smart-T) (I_n):

Concepto	Ud. / año	Precio (€/ud)	I_0 (€)	I_n (€)
Cámaras tasa ocupación	820	200	164.000	-
Ticketing inalámbrico	410	350	143.500	-
Puntos HotSpot	1.437	50	71.850	-
Wifi Tracker	1.027	50	51.350	
PC Cliente	1	3.000	3.000	-
Servidores Cloud	1	1.500	1.500	1.500
Tarifa datos	17.244	8	-	137.952
			435.200	139.452

9.5. Inversión en nuevos vehículos

No se consideran inversiones para adquirir nuevos vehículos porque el aumento de viajeros y la búsqueda de un mejor servicio, basado en un aumento en las frecuencias de paso, se cubrirán con el número actual de autobuses, haciendo una distribución más racional de los mismos.

Los datos y cálculos que permiten afirmar que no serán necesarios vehículos son:

¹⁰<https://www.efc.com/efc/comunitat-valenciana/sociedad/alicante-prueba-un-nuevo-sistema-para-pagar-con-el-movil-autobus-urbano/50000880-3373445>

¹¹<https://www.airfinder.com/blog/wifi-location-tracking>

Pasajeros Tussam.	75.900.000
Autobuses Flota Tussam.	410
Vueltas completadas.	1.237.117
Vueltas promedio por autobús.	185.122
Aforo máximo promedio por autobús.	95
% Tasa promedio ocupación.	65
% Tasa promedio objetivo.	66
Pasajeros en autobús con tasa 66%	189.188
Incremento anual por autobús	4.066
Incremento anual total	1.667.236
Incremento SmartT	759.000
Margen operativo	908.236

Si la flota de Tussam circulara de promedio con un nivel de ocupación del 66%, cada autobús podría mover al año 4.066 usuarios más. Claramente incrementando el nivel de llenado promedio de los autobuses en solo 1 punto se puede hacer frente al incremento previsto con la implantación de Smart-T y habría un margen operativo amplio que garantizaría que no es necesario adquirir equipos adicionales.

Simplemente a título informativo se muestran los cálculos del aforo promedio de los autobuses de TUSSAM:

- Flota TUSSAM = 410 vehículos
 - o Autobús estándar (12 metros): 296
 - o Autobús estándar (15 metros): 4
 - o Autobús Articulado (18 metros): 98
 - o Minibús (<7 y <12 metros): 8
 - o Microbús (<7 metros): 4
- Aforo bus estándar = 80
- Aforo bus articulado = 146
- Aforo máximo promedio TUSSAM = $(300 \times 80 + 98 \times 146 + 12 \times 40) / 410 = 95$ pasajeros

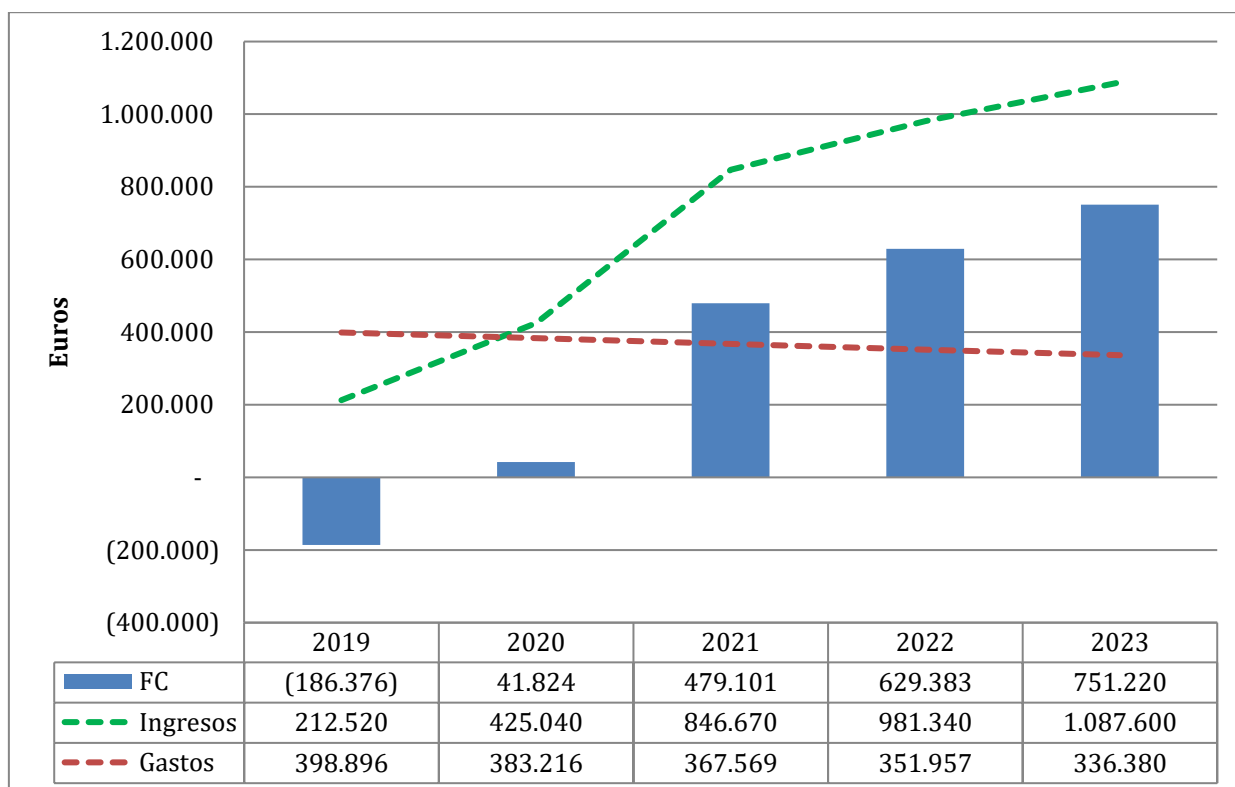
9.6. Cuenta de Resultados

CONCEPTOS	Año 0	Año 1 (2019)	Año 2 (2020)	Año 3 (2021)	Año 4 (2022)	Año 5 (2023)
<i>1- INGRESOS</i>						
Explotación		212.520 €	425.040 €	743.820 €	956.340 €	1.062.600 €
Venta Smart-T		- €	- €	102.850 €	25.000 €	25.000 €
Otros						
Total Ingresos	- €	212.520 €	425.040 €	846.670 €	981.340 €	1.087.600 €
<i>2- GASTOS</i>						
Personal		- 150.000 €	- 152.250 €	- 154.534 €	- 156.852 €	- 159.205 €
Smart-T	- 435.200 €	- 139.452 €	- 139.452 €	- 139.452 €	- 139.452 €	- 139.452 €
Financieros		- 89.651 €	- 71.721 €	- 53.791 €	- 35.860 €	- 17.930 €
Marketing		- 19.793 €	- 19.793 €	- 19.793 €	- 19.793 €	- 19.793 €
Total Gastos	- 435.200 €	398.896 €	383.216 €	367.569 €	351.957 €	336.380 €

9.7. Flujo de caja de la inversión

La evolución del flujo de caja generado por Smart-T será un parámetro muy importante dado que TUSSAM tiene déficit operativo, y un proyecto que no diera un rápido e importante retorno sería difícil de justificar.

El flujo de caja generado por asociado a Smart-T en el periodo de estudio sería:



9.8. Análisis de la inversión

En un proyecto empresarial es muy importante analizar la posible rentabilidad del proyecto. Los parámetros que se usarán a la hora de calcular la viabilidad del proyecto serán el VAN (Valor Actual Neto), el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el Pay-back.

Para el proyecto en cuestión los parámetros antes mencionados indican que es un proyecto atractivo desde el punto de vista de su rentabilidad. Los valores concretos para cada parámetro son:

VAN	€321.209
TIR	35%
Payback	3,2

9.9. Valor Actual Neto (VAN)

Por Valor Actual Neto de una inversión se entiende la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto, deducido el valor de la inversión inicial.

Si un proyecto de inversión tiene un VAN positivo, el proyecto es rentable. Entre dos o más proyectos, el más rentable es el que tenga un VAN más alto. Un VAN nulo significa que la rentabilidad del proyecto es la misma que colocar los fondos en él invertidos en el mercado con un interés equivalente a la tasa de descuento utilizada.

Calculando el VAN de nuestro proyecto de inversión se obtiene un valor de 321.209 € con lo que se puede afirmar que la inversión es rentable.

Para el cálculo del VAN se ha empleado una tasa de descuento igual al 20% para lo que se ha tenido en cuenta que el proyecto se financiará con recurso ajenos y que presenta cierto riesgo en comparación, por ejemplo, con la inversión en nuevos autobuses. Así, la tasa de descuento se asume como el T.A.E (tipo de interés del préstamo más los gastos bancarios) más un diferencial por riesgo:

$$\%Tasa\ descuento = TAE + \text{diferencial riesgo} = 8\% + 12\% = 20\%.$$

9.10. Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.)

Se denomina Tasa Interna de Rentabilidad (T.I.R.) a la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (V.A.N.) de una inversión sea igual a cero. Es decir, es el valor de la tasa de descuento en la que la realización del proyecto es indiferente bajo la perspectiva económica. O, dicho de otra forma, expresa la tasa de descuento que iguala el valor actualizado de los flujos de fondos netos obtenidos de un proyecto con la inversión realizada para su consecución. Si financiáramos la inversión a un coste equivalente a esa tasa el proyecto ni aportaría riqueza ni supondría coste económico alguno.

El cálculo del TIR para el proyecto resulta en un 35%

9.11. Plazo de recuperación

El Payback o "plazo de recuperación" es un criterio estático de valoración de inversiones que permite seleccionar un determinado proyecto sobre la base de cuánto tiempo se tardará en recuperar la inversión inicial mediante los flujos de caja.

El cálculo del Payback para la inversión de este proyecto indica un retorno de la inversión en 3,2 años