



Plan de negocio

Programa Ejecutivo en Industria 4.0 y Negocios Conectados de la Escuela de Organización Industrial

17/VI/2020 —

Proyecto presentado por:

Joaquín Fernández

Daniel Romanos

Daniel Escalera

Tutora: Laura Izquierdo

Índice de contenidos

Índice de contenidos	1
Resumen	4
1. Introducción	5
1.1. Los residuos urbanos	5
1.1.1. Recogida de residuos urbanos	6
1.2. Descripción del proceso gestión de residuos	9
1.2.1. Separación en origen	10
1.2.2. Almacenamiento en el ámbito de la recogida	11
1.2.3. Recogida	13
1.2.4. Tratamiento o reciclado	16
1.2.5. Vertido	17
2. Objeto del proyecto	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Justificación	18
2.3. Objetivos	19
2.4. Alcance y perímetro	20
3. Diagnóstico de situación actual	21
3.1. Análisis del entorno: PESTEL	21
3.1.1. Político	21
3.1.2. Económico	22
3.1.3. Social	24
3.1.4. Tecnológico	25
3.1.5. Ambiental	26
3.1.6. Legal	26
3.2. Mercado	28
3.2.1. Tendencias	28
3.2.1. Competencia	29
3.2.3. Benchmark	29
3.2.4. Encuestas a cliente	30
3.3. Análisis DAFO	31

4. Solución tecnológica	32
4.1. Definición	32
4.1.1. Necesidades de negocio	32
4.1.2. Entorno Cloud objetivo	33
4.2. Diseño de la solución	34
4.2.1. Arquitectura	34
Arquitectura de alto nivel	36
Arquitectura de alto nivel en Google Cloud Platform	38
4.3. Caso de uso aplicado	40
4.4. Mejoras del producto	41
4.4.1. Objetivos de negocio	41
4.4.2. Dinámicas de mercado	41
4.4.3. Arquitectura de negocio	42
5. Modelo de negocio: Business Model Canvas	45
5.1. Propuesta de valor	45
5.2. Segmento de clientes	46
5.3. Canales de comunicación y distribución	46
5.4. Relación con el cliente	46
5.5. Ingresos/Reducción de Costes	47
5.6. Recursos clave	47
5.7. Actividades clave	47
5.8. Estructura de Costes	47
5.9. Partners clave	48
6. Plan de acción	49
6.1. Plan de marketing	49
6.1.1. Marketing interno	49
6.1.2. Marketing externo	49
6.2. Plan de recursos humanos	50
6.2.1. Organigrama de residoo	50
6.2.2. Descripción de puestos	50
6.2.3. Política de recursos humanos	51
6.3. Plan financiero	51
6.3.1. Información de partida	51
6.3.2. Cálculo de inversiones en activos	56
6.3.3. Fondos necesarios	57
6.3.4. Gastos	57
6.3.5. Ahorros previstos	59
6.3.6. Resultados	60



6.4. Calendario de acciones	61
7. Conclusión	62
Anexos	63
Anexo I. Anexo de legislación	63
Anexo II. Design Thinking	64
Anexo III. Pseudocódigo de la aplicación web	73
Bibliografía	75

Resumen

La gestión de residuos municipales es uno de los ámbitos clave de la política ambiental municipal, y también aquel al que los Ayuntamientos dedican más recursos. Por este motivo, hay que emplear todo un abanico de herramientas, desde la inversión pública hasta las normativas locales, pasando por la comunicación y la tecnología, para alcanzar cada vez mejores resultados en prevención y en recogida selectiva. A nivel local, el principal instrumento económico disponible es la tasa de residuos.

En este sentido, este documento describe los principios básicos de la gestión de residuos municipales, los pasos seguidos para la implantación de diferentes medidas legislativas y normativas, y el impacto que se espera que tengan tanto sobre los flujos de residuos como sobre el propio funcionamiento del servicio de recogida. A la vista de todos estos condicionantes, se propone una solución que aprovecha las nuevas tecnologías asociadas a la Industria 4.0, mediante un caso de uso aplicado a nivel municipal.

En el capítulo 1 se describe la gestión de residuos, detallando los pasos que componen el proceso completo.

En el capítulo 2 se tratan los antecedentes que sirven como punto de partida al proyecto, así como sus objetivos y su alcance.

En el siguiente capítulo se analizan los condicionantes políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales que determinan el entorno.

En el capítulo 4 se presenta un modelo de nuevo modelo de negocio, describiendo desde su propuesta de valor hasta sus actividades clave.

En el capítulo 5 se describe la solución tecnológica por medio de la cual se pretende dar respuesta a la problemática ocasionada por la ineficiencia del sistema actual de recogida.

En el capítulo 6 se detallan los planes de acción necesarios para la puesta en marcha del nuevo modelo de negocio descrito en el capítulo 4.

Por último, se exponen las conclusiones a las que este ejercicio teórico ha permitido llegar.

1. Introducción

Los residuos han sido considerados tradicionalmente como un desecho, una fracción con diferentes orígenes de la que había que deshacerse. Esta conceptualización del residuo ha supuesto que, hasta fecha reciente, se haya hecho una gestión poco sostenible del mismo. Así, en la propia Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, los residuos se definen como cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga intención o la obligación de desechar.

Dentro de esta amplia definición se integran diferentes tipos de desechos en función del origen de cada uno de ellos, entre los que se encuentran los residuos domésticos, comerciales e industriales. Los residuos domésticos son los generados en los hogares, aunque también se incluyen dentro de este tipo aquellos residuos que, por sus características, sean asimilables a los urbanos.

Siendo lo anterior cierto, este concepto ha ido cambiando a lo largo del tiempo, de hecho la Ley 22/2011 ya recoge el concepto de “fin de la condición de residuo”, de modo que se comienza a considerar al residuo como algo más que un simple desecho. Esta Ley de Residuos y Suelos Contaminados es actualmente vigente a nivel estatal.

A pesar de ser considerado como algo que debe ser desechado, en la actualidad es una de las principales prioridades en materia de medio ambiente. Un vertido o una gestión incorrecta supone un elevado impacto medioambiental, por ello se ha generado una gran cantidad de normativa, abundante legislación sectorial e instrumentos de planificación aplicable a los residuos a nivel europeo, nacional y autonómico. Esta normativa contempla todo el proceso desde que el residuo se genera y se recoge hasta su gestión y su valorización o vertido.

1.1. Los residuos urbanos

Los residuos sólidos urbanos son aquellos residuos generados en los entornos urbanos y que contemplan los residuos domésticos y comerciales e industriales asimilables a urbanos. Estos residuos se caracterizan por su variabilidad material al estar compuestos por más de 15 materiales diferentes. Esto supone el tratamiento de un flujo con gran cantidad de materiales diferentes que deben ser segregados para poder ser valorizados correctamente.

La plantas de tratamiento de residuos disponen de equipos de clasificación de residuos que permiten obtener flujos materiales con la máxima calidad, con el objetivo de optimizar los procesos de reciclado y valorización posteriores. El rendimiento de estas instalaciones no es óptimo debido a la cantidad de materiales presentes en el flujo. La recogida



separada de residuos permite generar flujos con menor variabilidad de materiales, lo que a su vez mejora las ratios de recuperación en las plantas de tratamiento.

La Ley 22/2011 traspone la Directiva 2008/98/CE que contempla la recogida separada de 5 fracciones de los residuos urbanos: envases, vidrio, papel y cartón, mezcla y biorresiduos. Esta última fracción es de reciente implantación en España, con vistas a dar cumplimiento a los objetivos del Horizonte 2020 fijados por la directiva.

La gestión de residuos y el impacto derivado de una incorrecta gestión de éstos es una de las principales prioridades de la UE (Unión Europea) y de los países miembros, y es por ello que se ha generado una gran cantidad de legislación sectorial e instrumentos de planificación a todos los niveles.

En particular, la gestión de residuos urbanos reviste gran importancia ya que las decisiones en la gestión de este tipo de residuos, que depende de las entidades locales, afectan directamente a los ciudadanos y, por lo tanto, condicionan los modelos de gestión que se implantan en todo el país.

Alrededor de la gestión de los residuos urbanos se ha desarrollado un potente sector económico que es una considerable fuente de empleo y de uso de tecnología.

Este sector ha sufrido una acusada evolución en los últimos años derivada de la necesidad de optimizar la gestión de residuos en todas sus etapas: separación en origen, almacenamiento, recogida y tratamiento.

Existen muchos modelos de gestión de residuos urbanos, atendiendo a algunas particularidades como pueden ser el número de habitantes, la superficie del municipio, la viabilidad económica, el tipo de municipio o contexto geográfico, entre otras. Por lo tanto, cada modelo responde a determinadas demandas y ha alcanzado determinadas cotas, siendo posible la coexistencia de varios modelos.

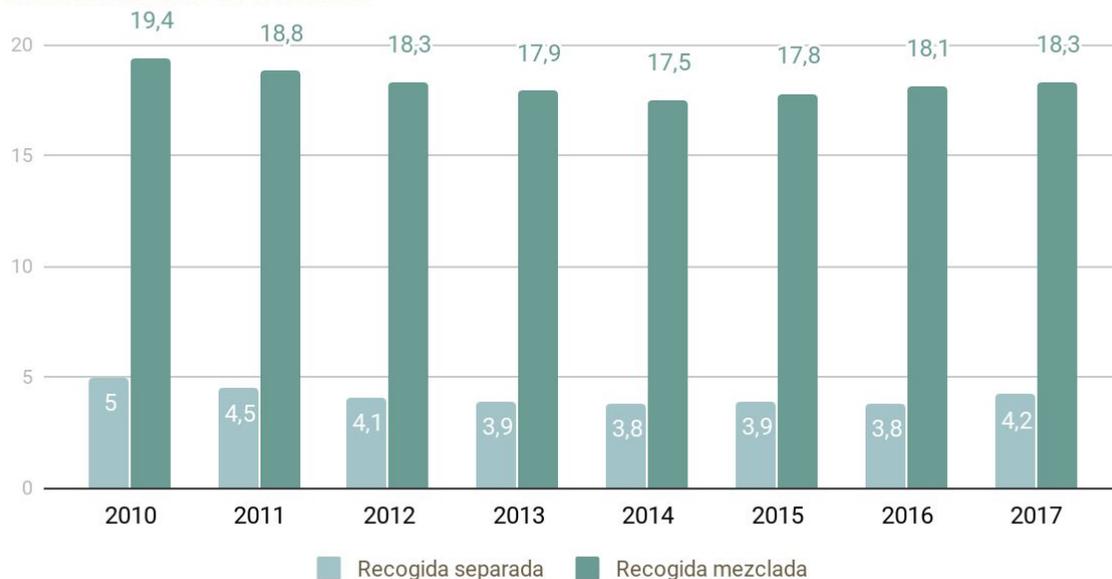
1.1.1. Recogida de residuos urbanos

Como se recogía en un párrafo anterior, la gestión de residuos, debido a su impacto ambiental, es una de las prioridades tanto de la UE como de los países miembros, y gran parte de los esfuerzos se focaliza precisamente en reducir la producción de residuos. En este apartado se introducen algunas cifras que muestran las cantidades de residuos producidas, con objeto de dimensionar la situación actual en España.

Según datos del INE (los datos más recientes de los que se dispone corresponden al año 2017 en un estudio del Instituto publicado en 2020), las empresas gestoras de residuos urbanos recogieron 22,5 millones de toneladas en 2017, un 2,9% más que en el año anterior. De éstos, 18,3 millones correspondieron a residuos mezclados y 4,2 millones a residuos de recogida separada.

Recogida de residuos urbanos. Fuente: INE

Unidad: millones de toneladas



La recogida de residuos per cápita se cifró en 483,9 kilos por persona y año para el 2017, un 2,7% más que en 2016.

Recogida de residuos urbanos per cápita. Fuente: INE

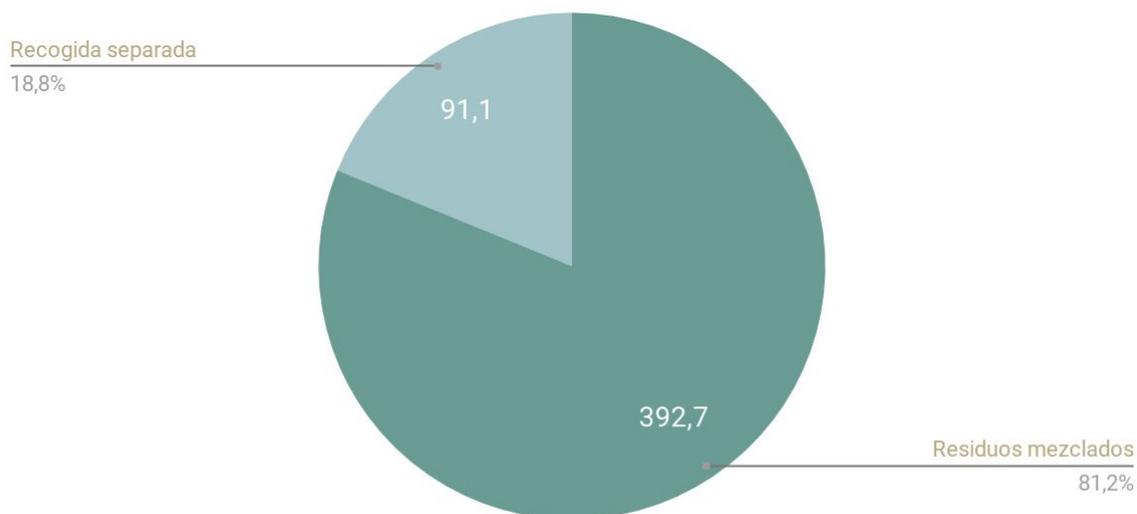
Unidad: kilogramos por habitante



De dichos residuos per cápita, 392,7 kilos por persona y año corresponden a residuos mezclados y 91,1 kilos a recogida separada.

Recogida de residuos urbanos por tipo de residuo. Año 2017. Fuente : INE

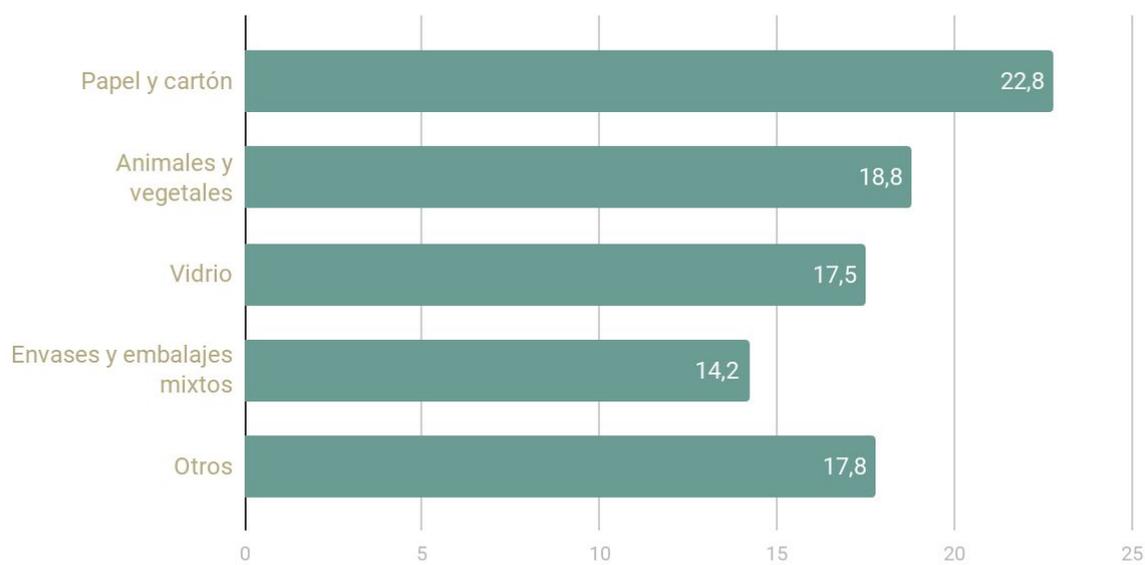
Unidad: kilogramos por habitante



Tomando los datos de los residuos de recogida separada, 'Papel y cartón' alcanzó los 22,8 kilogramos por persona y año, 'Animales y vegetales' 18,8 kilogramos y 'Vidrio' 17,5 kilogramos por persona y año.

Recogida separada de residuos urbanos. Fuente: INE

Unidad: kilogramos por habitante



La siguiente tabla muestra la cantidad de residuos urbanos recogidos en 2017 clasificados por tipo, con una primera clasificación por 'Residuos mezclados' y 'Residuos de recogida separada', siendo estos últimos últimos diferenciados a su vez en 'Papel y cartón', 'Animales y vegetales', 'Vidrio', 'Envases y embalajes mixtos' y 'Otros'.

Recogida de residuos urbanos por tipo de residuo. Año 2017			
Unidad: miles de toneladas			
	Cantidad	% sobre el total	% variación anual
Total	22.515,2	100,0	2,9
Residuos mezclados	18.272,0	81,2	1,2
Residuos de recogida separada	4.243,2	18,8	10,9
Papel y cartón	1.061,4	25,0	3,9
Animales y vegetales	876,8	20,7	4,9
Vidrio	815,9	19,2	2,3
Envases y embalajes mixtos	660,9	15,6	8,0
Otros	828,2	19,5	48,0

Del análisis de estas cifras se desprende que respecto al año 2016, los residuos de 'Papel y cartón' recogidos de forma separada aumentaron un 3,9%, los de 'Animales y vegetales' un 4,9% y los de 'Vidrio' un 2,3%. Por su parte, los residuos clasificados como 'Otros' se incrementaron un 48,0%, debido especialmente al incremento de residuos de 'Madera' y de 'Construcción y demolición'.

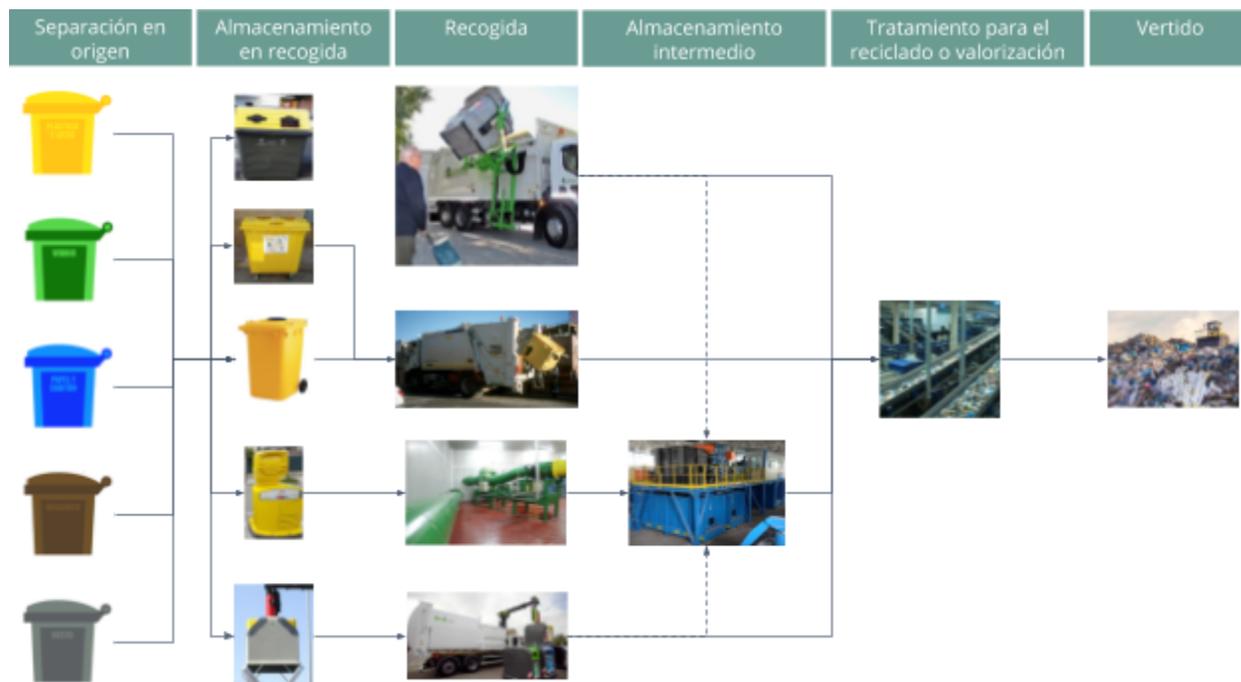
1.2. Descripción del proceso gestión de residuos

La mayoría de los municipios dispone ya de sistemas que permiten depositar de forma separada algunas fracciones de los residuos urbanos, especialmente para los residuos de envases de vidrio, los residuos de papel/cartón y los residuos de los envases ligeros. Sin embargo, se detecta una escasa implantación de la recogida separada de otros flujos, especialmente de los biorresiduos, ropa usada, etc.

Los modelos de recogida de residuos urbanos existentes en la actualidad en España son diversos. En el presente apartado se muestran, para cada etapa de gestión identificada, diferentes alternativas que presentan características distintas entre sí y que, en función de cada caso, pueden adaptarse más a un tipo u otro de municipio. En este sentido, si bien

podiera haber unos modelos generalizados, existen otros complementarios que pueden atender mejor determinadas particularidades, por lo que se entiende que no hay un modelo único y que pueden coexistir varios por ser aplicables a cada situación.

Las etapas de los modelos de gestión de residuos pueden secuenciarse como muestra la siguiente figura.



1.2.1. Separación en origen

La separación en origen de los residuos domiciliarios es la práctica que ejerce cada ciudadano en sus hogares mediante la utilización de diferentes recipientes para albergar cada una de las fracciones. Según el CONAMA (Congreso Nacional de Medio Ambiente) (2014) hay 5 modelos de separación en origen en función del tipo de fracciones que se disponen para la recogida:

Modelo	Número de fracciones	Tipo de residuos				
A	4	Papel y cartón	Vidrio	Envases ligeros	Fracción resto	
B	4	Papel y cartón	Vidrio	Plásticos, metales y cartón para bebidas	Fracción resto	
C	4	Papel y cartón	Vidrio	Fracción seca (restos inorgánicos)	Fracción húmeda (restos orgánicos)	
D	5	Papel y cartón	Vidrio	Envases ligeros	Biorresiduos (FO y FV)	Fracción resto
E	5	Papel y cartón	Vidrio	Plásticos, metales y cartón para bebidas	Biorresiduos (FO y FV)	Fracción resto

El modelo A es el más utilizado, pero no permite cumplir los objetivos establecidos por las directivas europeas; no obstante, se están dando pasos para la implantación de la quinta fracción, la materia orgánica, y hacia la adopción del modelo D.

1.2.2. Almacenamiento en el ámbito de la recogida

El almacenamiento en el ámbito de la recogida hace referencia a los contenedores presentes en los espacios públicos o privados y que permiten la acumulación temporal de los residuos hasta su recogida. El tipo de contenerización depende de las características del entorno donde se realiza la acumulación. A continuación, se presentan los tipos de almacenamiento (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020):

- I. **Puerta a puerta:** los ciudadanos depositan los residuos delante de la puerta en unos días y horarios concretos. Este almacenamiento es poco utilizado ya que el residuo queda expuesto a las condiciones climáticas.
- II. **Contenedor superficial de baja capacidad:** son utilizados para la contenerización individual en urbanizaciones, espacios comunitarios o para entornos con vías de espacios limitados o reducidos (vías peatonales, aceras, etc.). Estos contenedores están fabricados con polietileno y tienen una capacidad de 120, 240 y 360 litros.

Contenedor 120 litros



Contenedor 240 litros



Contenedor 360 litros



- III. **Contenedor superficial de media capacidad:** estos contenedores están fabricados con polietileno y se emplazan en aquellas vías donde hay espacio suficiente para ubicar contenedores en la carretera. Son contenedores de 800, 1.000 y 1.700 litros.

Contenedor 700 litros



Contenedor 1.000 litros



Contenedor 1.700 litros



- IV. **Contenedores superficiales de alta capacidad:** estos contenedores también están fabricados polietileno y tienen una capacidad de 2.400 a 3.200 litros. Se ubican en las vías públicas y necesitan un espacio de mayor tamaño debido al tipo de recogida que requieren.

Contenedor 2.400 litros



Contenedor 3.200 litros



- V. **Contenedor soterrado:** se trata de contenedores metálicos soterrados que requieren obra civil. Tienen una capacidad de 3.000 a 5.000 litros. Se instalan en zonas peatonales o con aceras de gran tamaño que permitan ocupar el espacio.

Contenedor soterrado



1.2.3. Recogida

La etapa de la recogida es la actividad propia de la recolección de los residuos de su almacenamiento.

La recogida está por ello muy vinculada a la contenerización ya que el tipo de contenedor depende del entorno donde se genera la acumulación de residuos y su accesibilidad. Existen diferentes tipos de recogida, como se exponen a continuación:

- I. **Carga trasera:** camiones provistos de un brazo robótico en la parte trasera del vehículo que permiten la recogida de aquellos contenedores superficiales de baja y media capacidad; este tipo de recogida requiere el trabajo manual de un operario que movilice los contenedores hasta la parte trasera del camión.

Recogida con carga trasera



- II. **Carga lateral:** camiones provistos de un brazo robótico ubicado en su parte lateral. Están automatizados y el conductor puede realizar la carga del contenedor sin necesidad de bajar del vehículo. Esta recogida se realiza para los contenedores superficiales de alta capacidad.

Recogida carga lateral



- III. **Carga con pluma:** camiones que disponen de una pluma que permite levantar los contenedores soterrados hasta la parte superior del vehículo, donde se realiza la descarga del material por la base del contenedor. El sistema es automático y no requiere de ningún trabajo manual. Cuando el camión se aproxima al contenedor se movilizan los buzones hacia un lado, salen los contenedores hacia arriba y el conductor utiliza el gancho de la pluma para el elevar el contenedor.

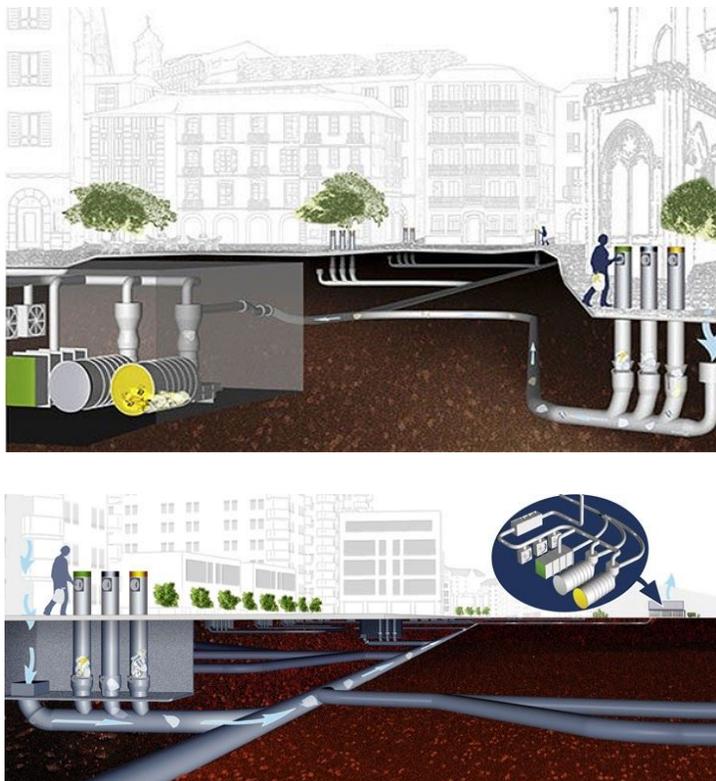
Recogida carga con pluma



- IV. **Sistema neumático:** este sistema requiere de un buzón de vertido de residuos similar al de los contenedores soterrados, pero la acumulación no se produce en el punto de vertido sino que, mediante una serie de canalizaciones, los residuos se transportan hasta una estación de transferencia donde son acumulados en contenedores de gran tonelaje.

El almacenamiento intermedio es utilizado en el sistema neumático o en aquellas recogidas que requieran largas distancias hasta el punto de tratamiento o vertido. Estos almacenamientos intermedios suelen llevar asociados unos sistemas de densificación que permiten prensar los residuos con el objetivo de optimizar el transporte.

Sistema neumático



1.2.4. Tratamiento o reciclado

La etapa de tratamiento o reciclado permite la separación por materiales de las fracciones de residuos para posteriormente limpiarlos y transformarlos en productos de valor.

Dependiendo de la naturaleza de los residuos éstos pueden ser enviados a distintos tipos de instalaciones:

- I. **Plantas de reciclaje y/o compostaje:** las plantas de reciclaje recuperan materiales como papel, cartón, vidrio, plástico o metales para enviarlos a los gestores con el objetivo de que los reciclen y los transformen en materia prima para la generación de nuevos productos. Las plantas de compostaje someten a la materia orgánica a un proceso de degradación que permite transformarlos en *compost*, usado como abono orgánico en la agricultura.
- II. **Plantas incineradoras:** las incineradoras combustionan los residuos y aprovechan la energía generada para la producción de electricidad, produciendo un calor residual que puede ser transportado a alguna industria o para ofrecer calefacción



central. Si el aprovechamiento de la energía generada es superior a 0,65 se consideran instalaciones de valorización energética.

1.2.5. Vertido

El vertido o la eliminación es la última fase y la menos deseada ya que supone el envío de los residuos a un vertedero controlado, donde los residuos sólidos no aprovechables se depositan en capas intentando reducir al máximo los inconvenientes para la seguridad y salud pública; no obstante, se generan grandes montañas de residuos.

2. Objeto del proyecto

2.1. Antecedentes

En el año 2014 salió a concurso público la limpieza y recogida de residuos del municipio de Alcobendas. Tras varios años de litigio, se adjudicó la concesión a la empresa Acciona en el año 2018. Este *impasse* permitió a Ferrovial Servicios ahondar en las necesidades del Ayuntamiento y, tras no serle concedida la licitación, se crearon una serie de iniciativas internas que permitieran afrontar futuras licitaciones en condiciones de ventaja competitiva.

Una de estas iniciativas se centró en la recogida inteligente de los residuos de las urbanizaciones. Una casuística tan concreta presenta una serie de retos que aportarían un conocimiento y una visión ausente en otros planteamientos.

2.2. Justificación

La generación de gran cantidad de residuos en los países europeos, causados por la sociedad de consumo y el modelo económico existente, es un problema que debe ser afrontado con urgencia. La UE promueve la reducción de la generación de residuos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, depositando la responsabilidad sobre el productor del residuo.

Tomando como referencia las indicaciones de la UE, los países miembros desarrollan políticas para reducir la producción de residuos, identificando la producción individual, lo que permite el cobro por generación.

En España, las autoridades competentes, por su parte, promueven en los concursos públicos la implantación de nuevas tecnologías que permitan aportar un volumen de información que posibilite avanzar y aumentar el conocimiento en todo lo relativo a la recogida y gestión de residuos.

Por otro lado, la recogida de residuos sólidos urbanos es una actividad poco innovadora y sujeta, generalmente, a contratos o licitaciones que definen los períodos de recogida de residuos. Las empresas concesionarias, en cumplimiento del contrato, están obligadas a recoger los contenedores de forma periódica y demostrar su recogida independientemente del volumen de llenado del contenedor.

Además, la falta de un tratamiento de suficiente calidad de los datos de recogida y gestión de residuos dificulta el diagnóstico que podría conducir a una optimización de los procesos de planificación y gestión de residuos. Esta falta de fiabilidad en los datos que se recogen en materia de gestión de residuos puede generar, en determinados momentos, una

desconfianza en la opinión pública que es contraproducente para lograr su colaboración, como la separación en origen, entre otros aspectos.

Ferrovial Servicios es una empresa de gran tamaño que, sin embargo, debe ser capaz de ser ágil y progresar rápidamente en una era en la que adaptarse a los cambios es fundamental y en la que estos cambios se producen en cortos lapsos de tiempo. Esto se traduce en la capacidad de generar nuevos modelos de negocio, y por tanto de crecimiento, que ayuden a diferenciarse de la competencia y a ser una compañía que cree tendencia, asegurando asimismo el modelo de explotación actual.

En base a este planteamiento, surge una iniciativa de intraemprendimiento dentro de Ferrovial Servicios: **residoo**. De acuerdo con el modelo *lean start-up* de desarrollo de negocio rápido y responsivo, **residoo** pretende aprovechar la agilidad que proporciona esta metodología (de la que carecen empresas de más larga trayectoria, con modelos de negocio y diferentes procesos de negocio largamente establecidos y excesivamente procedimentados) para así optimizar el proceso de recogida de residuos urbanos y generar información de valor mediante el empleo de la tecnología asociada a la denominada Industria 4.0. De este modo se establecerá la fundación para construir desde la base un concepto de empresa enfocado a la vez en la exploración de nuevos modelos de negocio mientras se mantiene un modelo ya afianzado que se centra en la explotación.

2.3. Objetivos

El objetivo principal del proyecto es la creación de un sistema que dé respuesta al problema de la ineficiencia en la recogida de residuos urbanos en zonas donde hay contenedores individuales para cada usuario y, por otra parte, la obtención de un cálculo exacto de la producción de residuos por usuario:

I. Optimización de la recogida:

- a. Reducir los costes operativos asociados a la actividad de recogida de residuos (definir una solución tecnológica que permita conocer el momento más adecuado para la recogida de los contenedores).
- b. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero disminuyendo los kilómetros recorridos por los vehículos de recogida.

II. Facilitar el cobro de impuestos por generación de residuos:

- a. Desarrollar un sistema que permita conocer la generación individualizada de residuos.
- b. Facilitar la información a la autoridad competente de forma fiable y sencilla.

2.4. Alcance y perímetro

El presente documento refleja un estudio teórico sobre un sistema de recogida inteligente de los residuos en las urbanizaciones de El Soto, El Encinar de los Reyes y La Moraleja, en el municipio de Alcobendas (Madrid). El proyecto está acotado a la recogida de contenedores en superficie de baja capacidad, de uso individual. El diseño del sistema contempla las fracciones de envases y resto; los biorresiduos se sustraen del alcance debido a que la degradación biológica del material genera una casuística muy particular y un riesgo biológico no considerado en el proyecto.

3. Diagnóstico de situación actual

3.1. Análisis del entorno: PESTEL

3.1.1. Político

A lo largo de los últimos años las sociedades y los gobiernos de los países desarrollados han llegado al convencimiento de que el modelo de crecimiento existente en la actualidad no es sostenible medioambientalmente a largo plazo. Diferentes iniciativas a escala internacional, como el protocolo de Kyoto en 1997, comenzaron a abrirse paso, fijando unos objetivos para obligar a los países a regular y controlar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Desde la UE se ha promovido a su vez una serie de iniciativas que tiene en el desarrollo económico sostenible uno de sus objetivos principales. Así, el artículo 3 del Tratado de la Unión Europea se compromete a alcanzar un “nivel elevado de protección y mejora de la calidad del medio ambiente”. Hace uso, también, de diversas herramientas normativas para alcanzar objetivos de protección del medio ambiente. El Protocolo de París (Comisión Europea, 2015) para combatir el cambio climático o el Acuerdo entre la UE y Suiza sobre el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (RCDE) de gases de efecto invernadero son algunos ejemplos.

Gran parte de las políticas promovidas desde la UE están orientadas a la reducción de los residuos desde el inicio del ciclo de vida de los productos, fomentando el ecodiseño y la introducción de materias primas secundarias en las cadenas de suministro. Ambos conceptos se encuentran dentro del nuevo Plan de Acción de Economía Circular (Comisión Europea, 2020).

De forma específica, se encuentra la Directiva 2008/98/CE sobre residuos que establece un marco jurídico para el tratamiento de los residuos dentro de las fronteras de la Unión. Su objetivo es proteger el medio ambiente y la salud humana enfatizando la importancia de utilizar unas técnicas adecuadas de gestión, recuperación y reciclado de residuos para reducir la presión sobre los recursos y mejorar su uso.

La Directiva 2008/98/CE publicada en el año 2008 introduce una serie de conceptos que orientan a los países miembros hacia políticas de gestión de residuos que requieran un control mucho más exhaustivo. Así, la responsabilidad ampliada del productor y la recogida individualizada son ideas que en la redacción de la nueva Directiva 2018/851 adquieren mayor fuerza, donde el párrafo 15 establece que: “(...) los Estados miembros deben recurrir a instrumentos económicos y otras medidas a fin de proporcionar incentivos para la aplicación de la jerarquía de residuos, como los instrumentos económicos y otras medidas indicados en el anexo IV bis que incluye, entre otros, tasas de



vertedero y de incineración, sistemas de pago por generación de residuos («pay-as-you-throw»), regímenes de responsabilidad ampliada del productor (...)

En definitiva, todas estas políticas están orientadas a un desarrollo económico sostenible y afectan directamente a todas las actividades industriales, en especial a la gestión y recogida de residuos. Al tratarse de actividades cuya materia prima, los residuos, son un elemento que, de no ser gestionado correctamente, puede causar un elevado impacto ambiental. Además, la recogida de residuos y su gestión son actividades transversales a cualquier otra actividad industrial por lo que las soluciones y las políticas deben afectar a todos los niveles del modelo económico y social de un estado.

A escala estatal, se publica periódicamente el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) que “pretende ser el instrumento para orientar la política de residuos en España, impulsando las medidas necesarias para mejorar las deficiencias detectadas y promoviendo las actuaciones que proporcionan un mejor resultado ambiental y que aseguren la consecución de los objetivos legales. El objetivo final, al igual que lo es el de la política comunitaria de residuos, es convertir a España en una sociedad eficiente en el uso de los recursos, que avance hacia una economía circular. En definitiva, se trata de sustituir una economía lineal basada en producir, consumir y tirar, por una economía circular en la que se reincorporen al proceso productivo una y otra vez los materiales que contienen los residuos para la producción de nuevos productos o materias primas” (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

3.1.2. Económico

Las políticas promovidas por la UE obligan a los estados miembros a un mayor desarrollo de las actividades vinculadas al sector de los servicios urbanos y, por extensión, al sector de los residuos para dar respuesta a las medidas y a los objetivos marcados, lo que favorece su crecimiento y justifican las cifras de negocio del sector. A continuación, se presentan algunos datos procedentes del Observatorio Sectorial DBK (2020).

El sector de los servicios urbanos engloba una serie de actividades económicas que generaron en 2017 una facturación de 7.270 millones de euros, de los cuales 5.470 millones de euros fueron generados en España, correspondiendo, de éstos, 3.435 millones a las actividades específicas del sector de residuos. Esta facturación en España representa un incremento del negocio de un 2,1% respecto al año 2016.

La actividad más significativa dentro del sector de los residuos es la de recogida y transporte de residuos con una facturación de 1.955 millones de euros, lo que supone el 56,91% del total. El tratamiento y gestión de residuos significa el 43,09% de la facturación total en España con un valor de 1.480 millones euros.

El crecimiento medio del sector de los servicios urbanos respecto al año 2016 fue del 2,1%, la actividad tratamiento y la gestión de residuos tuvo un incremento de facturación del

4,6% en el año 2017 respecto al año anterior. La recogida y transporte de residuos generó una facturación de un 1,3% por encima de la generada en el año 2016.

Mercado (millones de euros)	1.480
% variación 2017/2016	+4,6
Distribución del mercado por titularidad del capital de la empresa gestora (% sobre total)	
Titularidad privada	80
Titularidad pública	20
Concentración (cuota de mercado conjunta en valor)	
Cinco primeras empresas (%)	67,7
Diez primeras empresas (%)	79,4
Previsión de evolución del mercado en valor	
% variación 2018/2017	+3,0
% variación 2019/2018	+3,6

Debe destacarse el incremento de la competencia internacional en el sector. En 2017 la actividad en el exterior de las empresas españolas de servicios urbanos representó el 25% del volumen total con unos 1.800 millones de euros.

La mayor parte de las entidades públicas (ayuntamientos, mancomunidades, etc.) anuncian mediante concursos públicos las diferentes actividades relacionadas con los servicios urbanos. El análisis de la distribución del mercado muestra que el 80% del capital del sector de los servicios urbanos se encuentran en las empresas privadas, frente al 20% que pertenece a la empresa pública.

Teniendo en consideración la cuota de mercado conjunta, se observa que el 67,7% del valor de mercado se encuentra en manos de las cinco primeras empresas, en términos de facturación, y el 79,4% de las diez primeras empresas. Los grandes operadores aplican políticas de adquisición de empresas ya establecidas, lo que les permite ampliar su dimensión y capacidad de diversificación de actividades y zona geográficas. Además, pueden permitirse hacer ofertas muy competitivas por lo que acaparan un gran número de concesiones.

Las previsiones del sector de los servicios urbanos son positivas y vaticinan una evolución favorable. El propio Observatorio Sectorial DBK (2020) apunta lo siguiente: "A corto y medio plazo las previsiones apuntan a la prolongación de la tendencia de crecimiento, en un

contexto de aumento del volumen de residuos y de endurecimiento de los objetivos de reciclado y recuperación. De esta forma, se espera que la facturación sectorial crezca a un ritmo del 3-4% anual en el bienio 2018-2019, alcanzando los 1.580 millones de euros al final del citado período” .

Número de empresas/grupos			120
Facturación (millones de euros)			7270
España	Recogida y transporte de residuos	1955	5470
	Tratamiento y eliminación de residuos	1480	
	Limpieza viaria	1290	
	Otros servicios	745	
Extranjero			1800
Concentración (cuota de mercado conjunta en valor)			
Cinco primeras empresas (%)			68,9
Diez primeras empresas (%)			75,4

3.1.3. Social

La sociedad juega un importante papel en el sector de los residuos y en el cumplimiento de los objetivos definidos por la UE. Cualquiera de las iniciativas promovidas mediante figuras políticas o legislativas por los diferentes estados miembros requieren involucrar a los ciudadanos y generar un cambio cultural y mental que coadyuve a que las medidas tengan éxito.

La gestión de residuos urbanos, por ejemplo, requiere una separación en origen y es el ciudadano quien debe realizarla. En esta participación individual del ciudadano influyen varios aspectos que deben ser valorados para poder alcanzar una separación correcta. El éxito de esta medida se fundamenta en la motivación del ciudadano, de la concienciación con el medio ambiente y del cambio cultural en una sociedad de consumo.

La capacidad de incidir sobre la conciencia medioambiental y la cultura ciudadana se basa en campañas educativas, de comunicación y de sensibilización que permiten acceder al ciudadano a los resultados de un modelo económico como el existente. Estas campañas son promovidas por diferentes administraciones, entidades privadas, sistemas de responsabilidad ampliada del productor, ONG, etc.

Por otro lado, la motivación de los ciudadanos puede alcanzarse mediante políticas o medidas más directas como el cobro por generación o la responsabilidad ampliada del productor, en el caso de las empresas.

De forma indirecta, la participación ciudadana y las políticas de concienciación y educación afectan al modelo de consumo, donde los ciudadanos se interesan por el impacto ambiental de los productos que consumen, escogiendo aquellos con menor impacto medioambiental. Esto afecta a las políticas internas y a los modelos productivos de las empresas privadas al tener que adaptarse a las nuevas exigencias del consumidor.

Históricamente, los residuos han sido considerados un desecho por todos los estratos de la sociedad, incluso a nivel político ha sido siempre considerado un problema del que había que deshacerse. Esto queda reflejado no sólo en la actitud de los usuarios y las empresas, sino también en las acciones de las entidades públicas que licitaban contratos con duraciones de entre 20 y 25 años.

Aunque es cierto que este comportamiento ha ido cambiando en los últimos años a todos los niveles: los ciudadanos han tomado conciencia, las empresas buscan la obtención de certificaciones “verdes”, y los ayuntamientos están reduciendo la duración de los contratos y aumentando los requerimientos. Muestra de ello son los datos obtenidos en un estudio realizado por Apolda para Ecoembes, titulado *Estudio de Hábitos de Reciclaje de los Españoles* (Apolda, citado en Ecoembes, 2019): 8 de cada 10 españoles afirman reciclar, habiéndose generado un incremento en la ratio de reciclado en los últimos 3 años.

3.1.4. Tecnológico

La idiosincrasia inherente al sector de residuos y a las principales empresas que llevan a cabo las actividades asociadas no ha permitido una implantación acelerada y generalizada de tecnologías; por ejemplo, aún existen instalaciones donde la clasificación de materiales se realiza de forma manual. No obstante, es perceptible un cambio en las entidades vinculadas al sector que comienzan a mostrar interés por las tecnologías vinculadas a la Industria 4.0, de modo que puedan optimizar sus procesos.

A lo largo de las últimas dos décadas, las empresas, tanto de tratamiento y gestión como de recogida y transporte de residuos, han iniciado la implantación de tecnologías que permitan la automatización de procesos. Es el caso, por ejemplo, de la instalación de separadores ópticos que permiten la clasificación de materiales sin intervención humana o el uso de brazos robóticos que permiten el vertido de los contenedores sobre la caja del camión durante la recogida. Del mismo modo, los vehículos utilizados para la recogida de residuos han ido integrando diferentes tecnologías que aportan información sobre el propio vehículo; la limitación se presenta, no obstante, en el cotejo de información y la vinculación de todos los datos relativos al vehículo, los contenedores y los residuos recogidos. La interrelación entre estos datos aportará gran cantidad de información sobre los sistemas de recogida.



El futuro del sector lo representan las empresas, tanto privadas como públicas, que han comenzado a desarrollar planes de prospección de tecnologías y su aplicación dentro de los procesos productivos.

3.1.5. Ambiental

Todas las actividades industriales generan, en mayor o menor grado, un impacto medioambiental, lo que debe ser tenido en cuenta con objeto de reducir la repercusión de ciertas actividades sobre el medio ambiente. El sector de los residuos es especialmente sensible por el gran número de aspectos ambientales que deben ser valorados.

La variedad de tipos de residuos existente se traduce para el medio ambiente en impactos directos: los residuos orgánicos suponen un riesgo biológico y su descomposición anaerobia provoca la emisión de gases de efecto invernadero; los plásticos tienen períodos de semidesintegración muy largos por lo que el vertido incontrolado consecuencias de larga duración.

En el caso de la recogida de residuos, ésta se realiza con vehículos de gran tonelaje propulsados por combustibles fósiles, lo que supone la emisión de gases contaminantes y gases de efecto invernadero a la atmósfera. Una optimización en el proceso de recogida de residuos permitiría reducir la emisión de gases derivados de la combustión. De este modo, se reduciría la huella de carbono de la actividad así como los riesgos ambientales y para la salud asociados a otros gases contaminantes (NOx, SOx, etc.).

La correcta gestión y tratamiento de los residuos y la optimización de los sistemas de recogida permitirían reducir el impacto medioambiental de las actividades asociadas al sector de los residuos.

3.1.6. Legal

La normativa relativa a la gestión de residuos es muy extensa y con un gran número de fuentes de derecho a diferentes escalas, que en numerosos ocasiones entran en conflicto entre sí.

Desde la UE se emiten diferentes directivas, normas y recomendaciones, siendo en algunos casos de aplicación directa en los países miembros y requiriendo en otros una transposición por parte de cada estado miembro. En el año 2018 se aprobó la Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de Mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos; esta directiva es de obligado cumplimiento por los estados miembros y debe ser transpuesta antes del 5 Julio 2020 mediante Decreto Ley.

Además de esta directiva, que genera un marco sobre el que se debe desarrollar el resto de elementos normativos, en la UE se genera normativa específica por origen del residuo o relativa a las diferentes actividades. Así, existen 20 Decisiones de la Comisión, 39 Directivas

Europeas y 35 Reglamentos de aplicación para la gestión, tratamiento, recogida y transporte de residuos.

A nivel estatal, el Real Decreto Ley 22/2011 es la figura normativa que transpone la directiva 2008/98/CE. Su objeto es "regular la gestión de los residuos impulsando medidas que prevengan su generación y mitiguen los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a su generación y gestión, mejorando la eficiencia en el uso de los recursos". Este Real Decreto 22/2011 se encuentra en vigencia hasta la entrada en vigor del nuevo Real Decreto que transpone la Directiva (UE) 2018/851 anteriormente citada. En el mes de Junio del 2020 se publicó el Anteproyecto de Ley de Residuos donde se refleja todo lo establecido en la nueva Directiva del 2018.

Por otro lado y en base a lo establecido en el Real Decreto Ley 22/2011, el Artículo 12 especifica las competencias de las diferentes entidades:

I. Comunidades autónomas:

- a. "La elaboración de los programas autonómicos de prevención de residuos y de los planes autonómicos de gestión de residuos".
- b. "La autorización, vigilancia, inspección y sanción de las actividades de producción y gestión de residuos".
- c. "El registro de la información en materia de producción y gestión de residuos en su ámbito competencial".
- d. "El otorgamiento de la autorización del traslado de residuos desde o hacia países de la UE, (...) así como las de los traslados en el interior del territorio del Estado y la inspección y, en su caso, sanción derivada de los citados regímenes de traslados".
- e. "El ejercicio de la potestad de vigilancia e inspección, y la potestad sancionadora en el ámbito de sus competencias".
- f. "Cualquier otra competencia en materia de residuos no incluida en los apartados 1, 2, 3 y 5 de este artículo".

II. Entidades Locales, o a las Diputaciones Forales cuando proceda:

- a) "Como servicio obligatorio, la recogida, el transporte y el tratamiento de los residuos domésticos generados en los hogares, comercios y servicios en la forma en que establezcan sus respectivas ordenanzas en el marco jurídico de lo establecido en esta Ley, de las que en su caso dicten las Comunidades Autónomas y de la normativa sectorial en materia de responsabilidad ampliada del productor (...)".
- b) "El ejercicio de la potestad de vigilancia e inspección, y la potestad sancionadora en el ámbito de sus competencias".
- c) "Las Entidades Locales podrán:

- 
- i) Elaborar programas de prevención y de gestión de los residuos de su competencia.
 - ii) Gestionar los residuos comerciales no peligrosos y los residuos domésticos generados en las industrias en los términos que establezcan sus respectivas ordenanzas (...).
 - iii) A través de sus ordenanzas, obligar al productor o a otro poseedor de residuos peligrosos domésticos o de residuos cuyas características dificultan su gestión a que adopten medidas para eliminar o reducir dichas características o a que los depositen en la forma y lugar adecuados.
 - iv) Realizar sus actividades de gestión de residuos (...)

En base a lo establecido en la Ley 7/1985 reguladora de las bases de régimen local, reformado por la Ley 27/2013, de 27 de Diciembre, la recogida de residuos y su tratamiento son competencia de las entidades locales.

Toda la información mostrada refleja la complejidad legislativa y administrativa que regula cualquier actividad relacionada con el sector de los residuos. Esta complejidad no sólo genera incoherencias normativas, sino una fuerte demora en los procedimientos, así como lentitud en todos los avances que se deseen llevar a cabo.

3.2. Mercado

3.2.1. Tendencias

Como se ha señalado anteriormente acerca del sector de los residuos, a pesar de tratarse de un sector conservador, con el paso de los años se ha modificado la conceptualización del residuo, no siendo percibido éste ya como un mero desecho, sino que comienza a ser considerado como un recurso, una mezcla de materiales que gestionados correctamente pueden convertirse en materias primas. El sector evoluciona siguiendo dos líneas principales:

- I. **Separación en origen de los residuos:** tradicionalmente, los ciudadanos han separado 4 fracciones en sus hogares, pero recientemente se ha introducido el quinto contenedor, de biorresiduos o fracción orgánica. Desde la UE continúan las iniciativas para la implantación de nuevas fracciones de recogida separada como textil y residuos peligrosos. Estas iniciativas conllevan la creación de nuevos modelos de recogida que se adapten, por ejemplo, al volumen de generación y al aumento o disminución de la periodicidad de la recogida de las nuevas fracciones.
- II. **Reducción del impacto medioambiental y optimización de los procesos:** tanto las empresas como las administraciones públicas son conscientes de que la optimización de los recursos reduce el impacto medioambiental de todas las actividades. Por ello, se están desarrollando varios proyectos público-privados cuyo

objetivo es la mejora de los sistemas, la obtención de información y la optimización de los procesos.

- III. **Implicación ciudadana:** la implicación ciudadana es fundamental para poder reducir la generación de residuos y mejorar las ratios de recuperación de materiales.

3.2.1. Competencia

Tal y como se aprecia en el análisis del entorno económico, las cinco primeras empresas con mayor cuota de mercado acaparan casi el 70% del volumen de negocio del sector: Cespa (Ferroviaal Servicios), Valoriza (Sacyr), Urbaser (ACS), FCC y Acciona. Unidas a estas cinco grandes empresas las cinco siguientes, juntas abarcan el 80% de la cuota de mercado. No obstante, atendiendo al código CNAE de recogida de residuos no peligrosos (3811), en España hay 969 empresas que pueden realizar esta actividad, dato que muestra la enorme competitividad existente en el sector.

3.2.3. Benchmark

En fecha reciente han aparecido compañías cuyos desarrollos tecnológicos hacen vislumbrar la implantación de recogida inteligente basada en la automatización de sistemas. Esta automatización se centra en la sensorización de contenedores por lo que son los propios fabricantes de sensores los que han desarrollado plataformas relativamente sencillas que facilitan la optimización de los procesos en la recogida de residuos. Estas plataformas se limitan a ofrecer la consulta y uso de aquellos datos aportados por los sensores, normalmente sensores de ultrasonidos.

Además de los fabricantes de sensores, algunas empresas han desarrollado plataformas más complejas que ofrecen, no sólo una optimización de las rutas de recogida, sino también la posibilidad de planificar rutas en base a los recursos disponibles. Estas plataformas basan la obtención de datos en sensores que permiten automatizar el sistema. Sin embargo, los sensores presentan una serie de problemas que limitan su aplicación. Los sensores ofrecen gran fiabilidad en los contenedores de vidrio, ya que el residuo genera una masa homogénea siendo el nivel de llenado fiable. En cambio, en un contenedor de baja capacidad, de la fracción resto o para residuos como el papel o el cartón, la fiabilidad de los sensores se reduce y produce señales de falsos llenados.

Por otro lado, los sensores deben disponer de conectividad que permita la transmisión de los datos que detecta. Esto se realiza mediante el uso de una comunicación directa entre el sensor y la base de datos o mediante la creación de una infraestructura de comunicación que permita agregar la señal de varios sensores en un único emisor de datos. La comunicación directa entre los sensores y la base de datos requiere un dispositivo con una batería de gran capacidad y con un ciclo de vida relativamente corto; la creación de una infraestructura semejante exige una inversión inicial elevada y conlleva gastos recurrentes también elevados.

La información disponible muestra que las plataformas existentes están en fase de prueba piloto y no hay evidencias de ninguna implantación a escala municipal dando cobertura todos los sistemas de recogida. A continuación, se presentan algunos ejemplos de estas plataformas:

- I. **Bee2Waste:** es un software que permite la utilización de la información transmitida por los diferentes sensores para optimizar las rutas en base a la disponibilidad de los camiones, contenedores que se deban recoger y el volumen de llenado de los contenedores. En base a la información disponible, estos sensores han sido instalados en los contenedores soterrados; el gran volumen de estos contenedores evita la generación falsos llenados a causa del efecto cúpula, ya que que al verter el residuo se dispersa el material.
- II. **Quamtra:** es una sistema que sensoriza los contenedores y ofrece una plataforma para la optimización de rutas, así como la recepción de información sobre el nivel de llenado, movimientos del contenedor, temperatura, etc. Es una sistema que ofrece monitorización de un gran número de contenedores. De acuerdo con la documentación disponible, estos sensores no pueden ser instalados en contenedores superficiales de baja capacidad. Los contenedores disponen de sensores de llenado que permiten conocer el volumen de llenado de los contenedores y la evolución en el tiempo, lo que permite optimizar las recogidas.

3.2.4. Encuestas a cliente

En base a los procesos definidos por la metodología *Design Thinking*, se realizaron una serie de entrevistas a profesionales del sector con el objetivo de que aportaran un conocimiento detallado de la actividad de recogida de residuos (a continuación se reflejan las dos más representativas y que se pueden consultar íntegras en el Anexo II):

- I. Jesus Perez (Ecoparque de Toledo, Gerente).
- II. Javier Peña (Ayuntamiento de Alcobendas, Analista de Innovación).

3.3. Análisis DAFO

	Perjudicial para conseguir el objetivo	Útil para conseguir el objetivo
Análisis Interno atributos de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de MVP y Piloto. - No pasar de la fase de propuesta de proyecto. - Ausencia de un conocimiento adecuado de los costes reales de los distintos modelos de gestión de residuos municipales. - Ausencia de datos diagnósticos para evaluar gestión de residuos. - Dificultad para aplicar la solución fuera del perímetro. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agilidad inherente al tamaño de la empresa y a la puesta en práctica de la metodología <i>lean start-up</i> frente a empresas más rígidas. - Contar con el respaldo de un gran grupo empresarial como Ferrovial. - Larga experiencia del grupo Ferrovial en la colaboración público-privada.
Análisis Externo atributos del entorno	<ul style="list-style-type: none"> - La aparición de una solución análoga <i>ready-to-market</i> por parte de la competencia. - Mercado nicho, pero de gran interés para las 5 grandes empresas concesionarias. - Dificultad para caracterizar algunos flujos de residuos de competencia municipal. - Mal uso por parte del usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar de la contabilidad de la gestión de residuos urbanos. - Hacer los sistemas municipales de gestión de residuos más eficientes y transparentes. - Facilitar el establecimiento de pago de tasas municipales por residuo generado. - Aumentar la cooperación del ciudadano, más allá de la generación y depósito del residuo.

4. Solución tecnológica

4.1. Definición

La solución propuesta comprende el uso de tecnologías ampliamente adoptadas en otros sectores, habiendo sido ya probada su eficacia, fiabilidad y robustez. Lo novedoso de la solución resulta de la combinación de estas tecnologías para dar respuesta a la ineficacia de una de las actividades clave del sector, como es la recogida de residuos urbanos.

La primera de estas tecnologías es la combinación de tarjeta RFID y lector de la misma, mediante la cual se podrá identificar unívocamente cada contenedor y asociarlo con la vivienda correspondiente en el momento de la recogida y el pesaje.

El pesaje introduce la segunda de estas tecnologías, por medio del sistema de pesaje en chasis instalado en los camiones sobre los que se desarrolla la actividad. Los datos captados en esta operación son transmitidos vía red *ad hoc* al dispositivo móvil embarcado en el camión, que a su vez lo transmite a la aplicación vía protocolos comunes a los sensores conectados a Internet.

Por último, la aplicación, con componentes tanto móvil como web, que pondrá a disposición del usuario el sistema de aviso y a disposición de los empleados cuadros de mando para el seguimiento de la operativa.

De este modo se ofrece un sistema de aviso de llenado de contenedores y de pesaje de cada contenedor, garantizando la optimización en la recogida y posibilitando aportar información de valor a los ayuntamientos para adoptar el pago por generación de residuos.

4.1.1. Necesidades de negocio

- I. **Objetivos de negocio:** al tratarse de un proyecto piloto centrado en el caso de uso de urbanizaciones residenciales, **residoo** nace al margen de la infraestructura tecnológica existente en Ferrovial Servicios (centro de procesamiento de datos o uso previo de Clouds públicos o privados), aunque manteniendo un vínculo con la gobernanza en políticas de seguridad de la información para asegurar una futura interoperabilidad.

El objetivo estratégico de **residoo** es construir una arquitectura empresarial que no esté alineada de manera exclusiva con la arquitectura tecnológica, sino también con la arquitectura de negocio. Este objetivo persigue suplantar la visión de gestión mecanicista por una más orgánica y que impulsa al negocio en función de su capacidad para convertir los datos en conocimiento e información.

II. **Requisitos de negocio:**

- a. Reducción de los costes de inversión y proporcionales, desarrollando y ejecutando aplicaciones sin servidor para agilizar las tareas relacionadas con el código, el desarrollo, el despliegue y la gestión, con servicios de procesamiento, almacenamiento, análisis de datos y aprendizaje automático, sin tener que preocuparse por la configuración, el aprovisionamiento, el balanceo de carga, la fragmentación, el escalado y la gestión de la infraestructura. Asimismo, no depender exclusivamente de un único proveedor gracias al uso de estándares abiertos y herramientas de desarrollo basadas en tecnología de software libre.

I. **Objetivos de rendimiento:**

- a. Mayor escalabilidad, escogiendo herramientas sin servidor que escalen automáticamente según el tráfico. De este modo, se puede dejar de pagar por el exceso de aprovisionamiento de recursos.
- b. Mayor disponibilidad y confiabilidad, buscando la implementación de automatización desde el código para desarrollar y hacer despliegues con funciones de supervisión integradas. Se deberá integrar la seguridad en el proceso de despliegue de software e identificar cualquier vulnerabilidad en cuanto el código corra algún riesgo. Mediante la configuración de comprobaciones automáticas en tiempo real de la política de despliegues se puede obtener un control más preciso, desplegando únicamente elementos fiables y creando diseños resilientes gracias a la detección temprana de problemas y a la recuperación rápida de éstos.

La posibilidad de mover cargas de trabajo sin servidor a otros entornos (despliegues en distintos proveedores con flujos de procesamiento ampliables de integración y entrega continuas), es otro factor importante.

- I. **Entorno objetivo:** Dados los requisitos de negocio y técnicos descritos anteriormente el entorno objetivo es la computación Cloud.

4.1.2. Entorno Cloud objetivo

- I. **Modelo de implementación:** Cloud público, donde el proveedor es responsable de la creación y el mantenimiento continuo del Cloud y de los recursos de TI.
- II. **Proveedor:** Google Cloud Platform (GCP).
- III. **Modelo de Servicio:** el modelo PaaS (Platform-as-a-Service) representa un entorno predefinido listo para usar que comprende recursos de TI ya implementados y configurados. Al trabajar con una plataforma lista para usar, **residoo** se libra de la carga administrativa de instalar, operar y mantener los recursos de infraestructura TI, proporcionados a través de otros modelos como IaaS (Infrastructure-as-a-Service). Por el contrario, a la compañía se le otorga un menor

nivel de control sobre los recursos subyacentes que alojan y aprovisionan la plataforma.

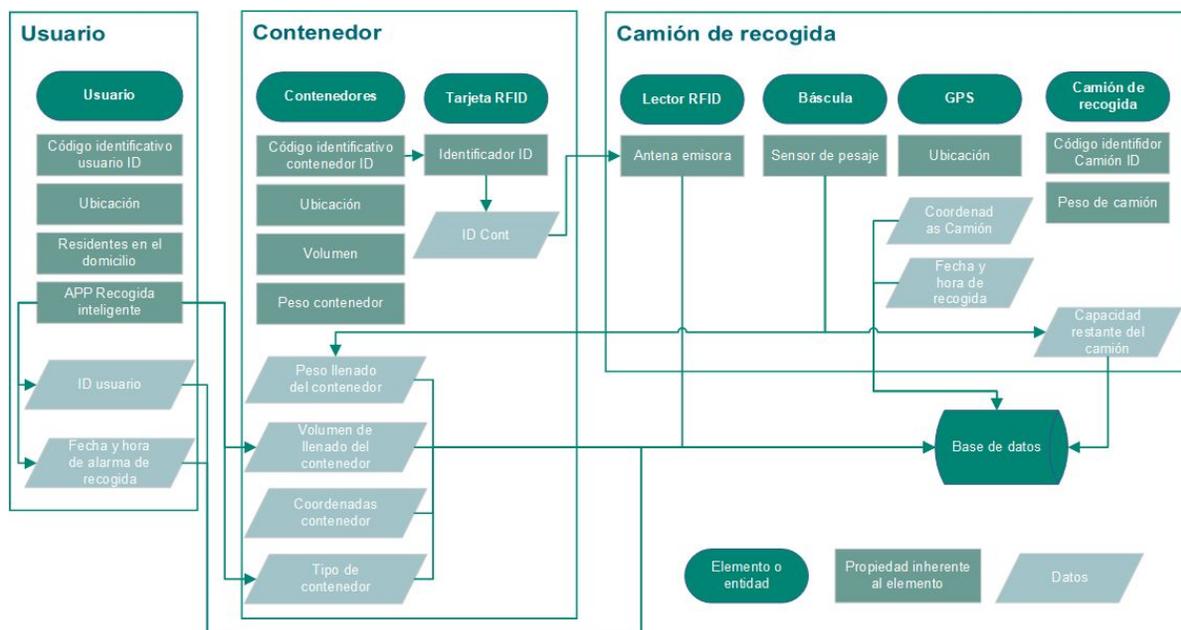
4.2. Diseño de la solución

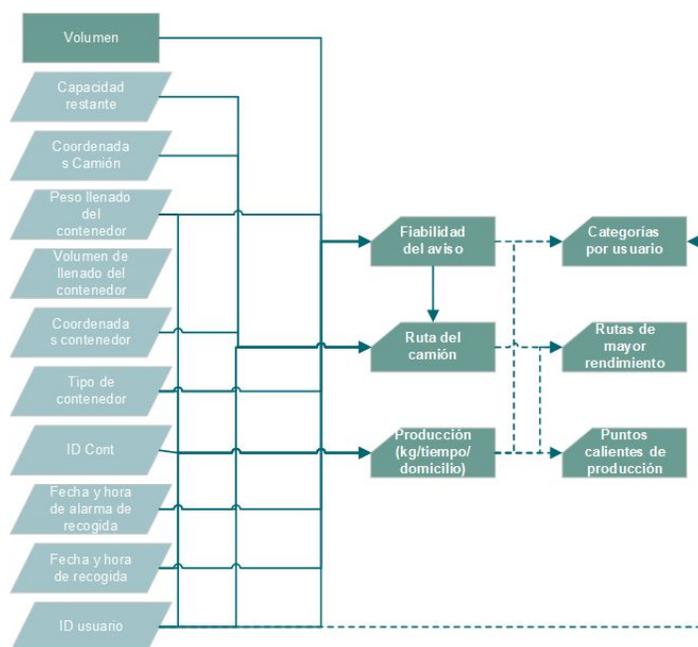
Por las necesidades de negocio expuestas anteriormente, se ha optado por desarrollar un servicio web basado en el estándar SOAP (*Simple Object Access Protocol*). El estándar SOAP define el formato que han de tener los documentos XML empleados en el intercambio de información entre el servicio web y las aplicaciones cliente, de gran utilidad para el tipo de datos y su formato en las comunicaciones que comprende el caso de uso (con presencia de tarjetas RFID, sensores y dispositivos emisores GPS).

Para la creación del servicio web se ha optado por un desarrollo nativo en Cloud con Java, por la modularidad que ofrece este lenguaje de programación (por ejemplo, la tecnología Java Enterprise Edition o JEE, para una integración futura con aplicaciones empresariales multicapa), así como por su fácil portabilidad y soporte de múltiples plataformas (por ejemplo, la tecnología Java Micro Edition o JME, orientada a las aplicaciones que se ejecutan en dispositivos móviles).

4.2.1. Arquitectura

La arquitectura de la solución viene determinada en gran medida, además de por las consideraciones mencionadas anteriormente, por el tipo de datos a tratar, que se derivan del siguiente diagrama de flujo de información entre los tres elementos o entidades principales del sistema, a saber, el usuario, el contenedor y el camión de recogida:





Hay una serie de datos cuyo valor es inherente a cada elemento o entidad, sin variar a lo largo del tiempo, y otros cuyo valor resulta de los cálculos realizados por la aplicación. A continuación se muestra la fuente de cada uno de los datos y su tipo, entre otros:

Dato	Carácter	Origen	Tipo
ID usuario (PK)	Fijo	BBDD	Estructurado
Ubicación vivienda	Fijo	BBDD	Estructurado
Nº personas en la vivienda	Variable	BBDD	Estructurado
Aplicación usada	Variable	Dispositivo E/S	Estructurado
Fecha/Hora alarma recogida	Variable	Dispositivo E/S	Estructurado
ID contenedor (PK)	Fijo	BBDD	Estructurado
Tipo contenedor	Fijo	BBDD	Estructurado
Ubicación contenedor	Fijo	BBDD	Estructurado
Volumen contenedor	Fijo	BBDD	Estructurado
Peso contenedor	Fijo	BBDD	Estructurado
Volumen llenado contenedor	Variable	Sensor	Semiestructurado

Peso llenado contenedor	Variable	Sensor	Semiestructurado
ID camión (PK)	Fijo	BBDD	Estructurado
Peso camión	Fijo	BBDD	Estructurado
Ubicación camión	Variable	GPS	Semiestructurado
Peso restante camión	Variable	Sensor	Semiestructurado
Fecha/Hora recogida	Variable	Sensor	Semiestructurado

Mediante un proceso de Extracción-Transformación-Carga (*Extract-Transform-Load* o ETL), los datos semiestructurados se integran en las tablas relacionales, dando a su vez lugar a las siguientes tablas relacionales ampliadas de datos:

ID usuario (PK)	Ubicación vivienda	Nº personas en la vivienda	Aplicación usada	Fecha/Hora alarma recogida

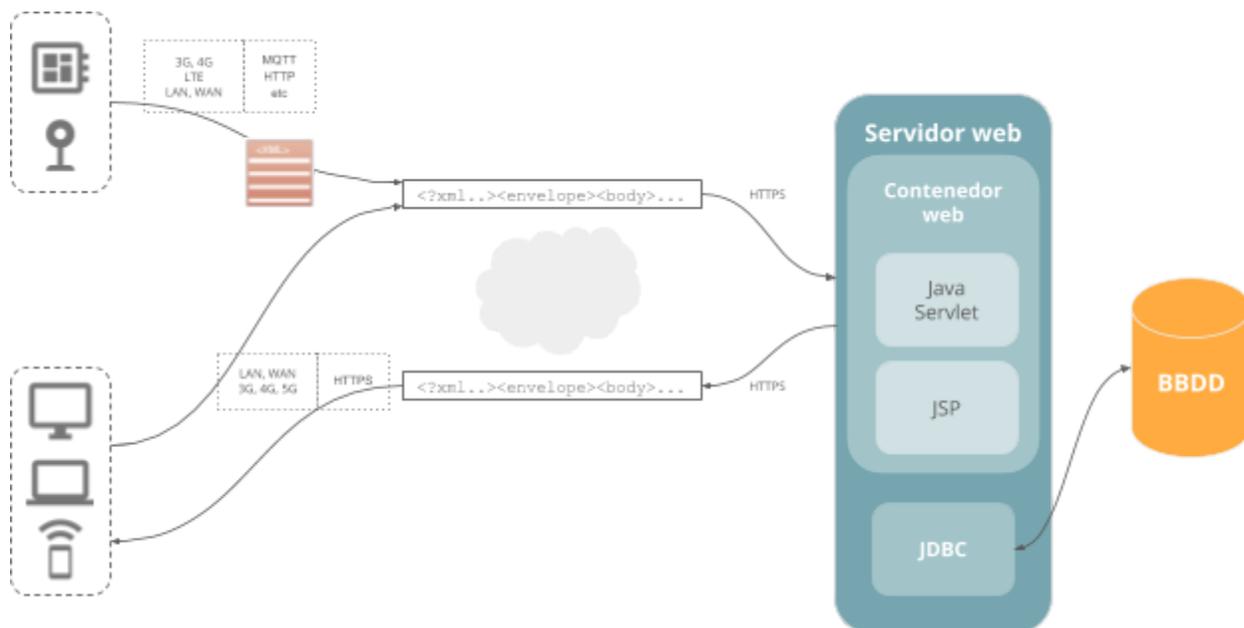
ID contenedor (PK)	Tipo contenedor	Ubicación contenedor	Volumen contenedor	Volumen llenado contenedor	Peso contenedor	Peso llenado contenedor

ID camión (PK)	Peso camión	Ubicación camión	Peso restante camión	Fecha/Hora recogida

Arquitectura de alto nivel

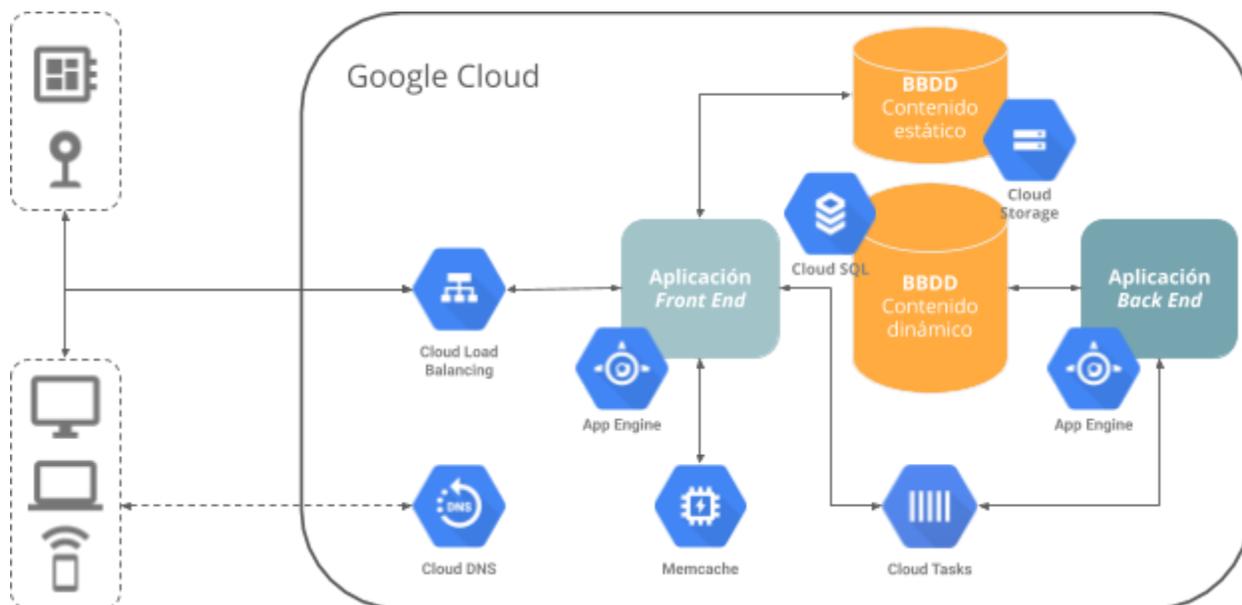
En base a lo expuesto anteriormente, la arquitectura de alto nivel propuesta presenta los siguientes componentes básicos:

- I. Dispositivos estándar que comunican con el servicio web mediante HTTPS.
- II. Dispositivos no estándar que comunican con el servicio web mediante protocolos propios de IoT (siendo MQTT y HTTP los más comunes en la actualidad).
- III. Servidor web, comprendiendo tanto el entorno Front End como el entorno Back End.
- IV. Almacenamiento de la aplicación y base de datos.



Considerando los servicios disponibles en el entorno GCP, la arquitectura de alto nivel presenta los siguientes componentes básicos:

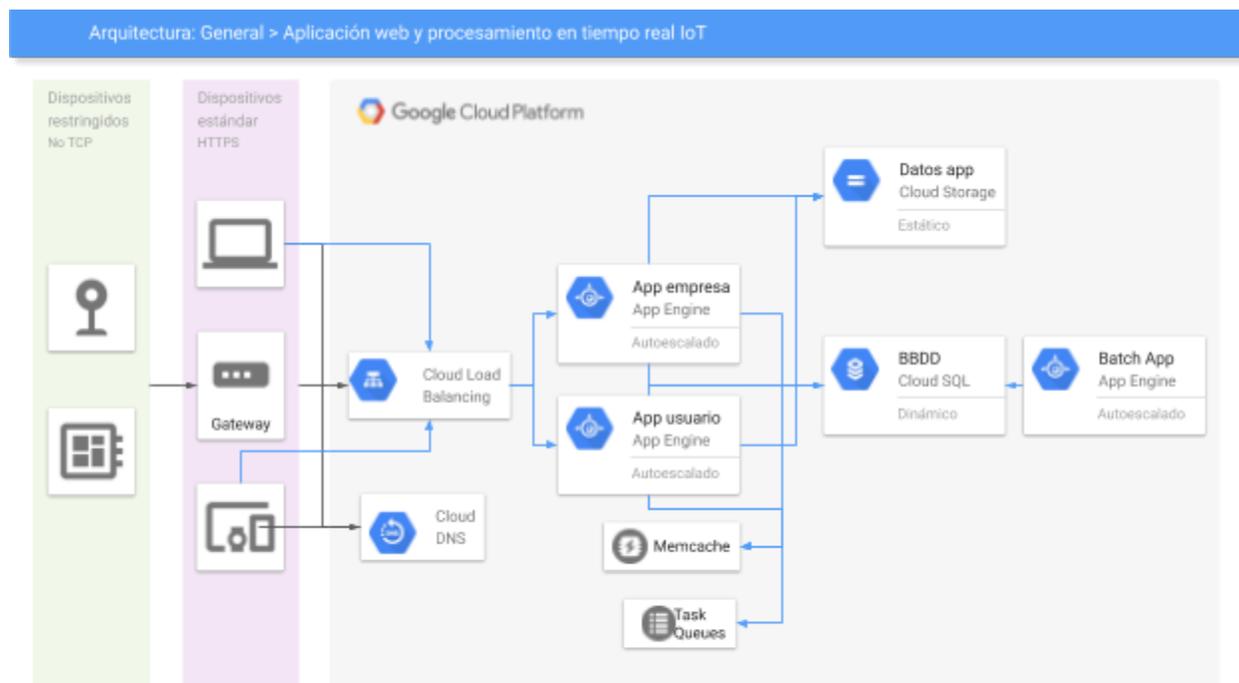
- I. **Cloud Load Balancing:** balanceo de carga nativo de GCP.
- II. **Cloud DNS:** servidor DNS nativo de GCP.
- III. **App Engine Front End:** entorno Front End de la aplicación web nativo de GCP.
- IV. **Memcache:** caché de datos en memoria nativo de GCP.
- V. **Cloud Tasks:** ejecución y entrega de tareas distribuidas nativo de GCP
- VI. **Cloud Storage:** almacenamiento de archivos en línea RESTful para almacenar y acceder a datos, nativo de GCP:
- VII. **App Engine Back End:** entorno Back End de la aplicación web nativo de GCP.
- VIII. **Cloud SQL:** base de datos relacional nativa de GCP.



Arquitectura de alto nivel en Google Cloud Platform

En base a la arquitectura de alto nivel descrita en el apartado anterior, considerando los servicios necesarios para desplegar el servicio, serían necesarias las siguientes instancias:

- I. Cloud Load Balancing.
- II. Cloud DNS.
- III. App Engine Front End para la empresa.
- IV. App Engine Front End para el usuario.
- V. Memcache.
- VI. Task Queues.
- VII. Cloud Storage.
- VIII. Batch App o Back End de la aplicación.
- IX. Cloud SQL.



Servicio	Tipo	Uso
App Engine standard environment - Front End	Instancia	1.460 horas de instancia
App Engine standard environment - Front End	Instancia	1.460 horas de instancia
App Engine standard environment - Back End	Instancia	1.460 horas de instancia
CP-DB-SQLSERVER-1-3.75	Nº total de instancias	260.714285714
Cloud Storage	Almacenamiento	500 GB
Cloud Storage	Operaciones Clase A	10.000
Cloud Storage	Operaciones Clase B	50.000

Para la implementación de la solución se ha escogido el entorno estándar de App Engine; este entorno se basa en instancias de contenedores que se ejecutan en la infraestructura de Google. Los contenedores se configuran previamente con uno de los varios entornos de ejecución disponibles. En este caso se ha escogido un entorno de ejecución de segunda

generación. Las siguientes necesidades de la aplicación son las que han orientado la elección de este entorno:

- I. Necesita lidiar con escalamiento rápido.
- II. El código fuente está escrito en versiones específicas de los lenguajes de programación compatibles (Java 8, Java 11).
- III. Diseñada para ejecutarse de forma gratuita o a un costo muy bajo: se paga sólo por lo que se necesita y cuándo se necesita (la aplicación puede escalar a 0 instancias cuando no hay tráfico).
- IV. Experimenta picos repentinos y extremos de tráfico que requieren escalamiento inmediato.

4.3. Caso de uso aplicado

En el caso de uso aplicado se han de tener en cuenta las variables de entorno mencionadas en apartados anteriores, así como otras que se mencionan a continuación:

- I. El caso de uso se circunscribe a la continuidad de trama urbana compuesta por las urbanizaciones de La Moraleja, El Soto y el Encinar de los Reyes.
- II. El número de habitantes en esta trama urbana es de 19.152 habitantes (Ayuntamiento de Alcobendas, 2010).
- III. Según información proporcionada por el Ayuntamiento de Alcobendas el número aproximado de habitantes de viviendas con contenedores asignados para su uso exclusivo es de 12.000 habitantes.
- IV. El número de viviendas consideradas es de 1.450.
- V. El número de contenedores considerados es de 2.900 (fracciones de envases y resto).
- VI. El número de camiones considerados para realizar el servicio de recogida es de 5.

Los siguientes indicadores que se emplearán para determinar la viabilidad del caso de uso:

I. **Indicadores de eficacia:**

- a. Porcentaje de población cubierta por el servicio.
- b. Volumen total de residuos para la población cubierta.
- c. Plazo medio de espera para recibir el servicio.
- d. Número de recogidas realizadas/Número de recogidas previstas.
- e. Frecuencia media llenado contenedores con **residuo**.
- f. Número de recogidas medias realizadas años anteriores/Número de recogidas previstas con **residuo**.

- g. Número medio de recogidas realizadas (serie años anteriores/Número medio de recogidas previstas).
- II. **Indicadores de eficiencia:**
- a. Volumen de residuos recogidos/habitante.
 - b. Volumen real de residuos recogidos/volumen previsto.
 - c. Coste de la actividad/Número de usuarios.
 - d. Coste real de la actividad/Coste previsto de la actividad.
 - e. Coste de la actividad/Número de unidades equivalentes producidas.
 - f. Carga media real de los contenedores/Carga media prevista
- III. **Indicador de economía:**
- a. Precio o coste de adquisición del factor de producción "x"/Precio medio del factor de producción "x" en el mercado.
 - b. Coste de personal/Número de personas equivalentes.
 - c. Coste total por tonelada de residuo recogido.

4.4. Mejoras del producto

4.4.1. Objetivos de negocio

El objetivo estratégico de **residoo** es construir una arquitectura empresarial que no esté alineada de manera exclusiva con la arquitectura tecnológica, sino también con la arquitectura de negocio. Este objetivo persigue suplantar la visión de gestión mecanicista por una más orgánica y que impulsa el negocio en función de su capacidad para convertir los datos en conocimiento e información.

La adopción de una estrategia basada en la analítica de (grandes) datos representa la confluencia de varias fuerzas: las dinámicas del mercado, la apreciación de la arquitectura de negocio, la comprensión de que la capacidad empresarial de entregar valor está directamente relacionada con la gestión de procesos empresariales (*Business Process Management* - BPM), la innovación en tecnologías de la información y la comunicación, y, finalmente, Internet de Todo (*Internet of Everything* - IoE).

4.4.2. Dinámicas de mercado

En la actualidad, las empresas están entrelazadas en intrincadas redes de productos y servicios; en otras palabras, forman un sistema de sistemas y están cambiando la perspectiva sobre su identidad y su independencia.

Por ello, es necesario expandir las actividades de *Business Intelligence* de la empresa más allá de la reflexión retrospectiva sobre la información interna extraída de los sistemas de información corporativos propios. Es necesario abrirse a fuentes de datos externas como un medio para detectar las dinámicas del mercado y la posición de la empresa dentro de él. Con las herramientas adecuadas, una empresa puede desarrollar resultados analíticos que ofrezcan previsión; herramientas con capacidades de simulación sofisticadas que ayuden a cerrar la brecha entre el conocimiento y la sabiduría. La transición de la retrospectiva a la previsión puede entenderse a través del siguiente diagrama DKIW (*Data, Information, Knowledge, Wisdom*).



4.4.3. Arquitectura de negocio

La arquitectura empresarial consiste demasiado a menudo en una visión miope de la arquitectura tecnológica. El objetivo es que la arquitectura empresarial presente una visión equilibrada entre las arquitecturas de negocio y tecnológica. El diseño de la arquitectura de negocio ayuda a la empresa a alinear su visión estratégica con su ejecución subyacente, ya sean recursos técnicos o capital humano. Por lo tanto, una arquitectura empresarial debe incluir vínculos desde conceptos abstractos como misión, visión, estrategia y objetivos, con otros más concretos como servicios, estructura organizativa e indicadores clave de rendimiento (*Key Performance Indicators* - KPIs). Estos vínculos son importantes porque brindan orientación sobre cómo alinear el negocio y la tecnología.

La empresa opera como un sistema en capas: la capa superior es la fuente estratégica ocupada por los grupos ejecutivos y asesores de nivel C; la capa intermedia es la capa táctica o gerencial, que busca orientar a la organización en alineación con la estrategia; y la capa inferior es la capa de operaciones, donde una empresa ejecuta sus procesos y ofrece

valor a sus clientes. Estas tres capas a menudo exhiben un alto grado de independencia entre sí, pero las metas y objetivos de cada capa están influenciados y a menudo definidos por la capa superior, en otras palabras, de arriba hacia abajo.

Desde una perspectiva de monitorización, la comunicación fluye en sentido ascendente o descendente a través de la recopilación de métricas. El seguimiento de la actividad empresarial en la capa de operaciones genera indicadores de rendimiento (*Performance Indicators* - PIs) y métricas, tanto para servicios como para procesos. Éstos se agregan para crear KPIs. Estos KPIs se pueden alinear con los factores críticos de éxito (*Critical Success Factors* - CSFs) en la capa estratégica, que a su vez ayudan a medir el progreso hacia el logro de metas y objetivos estratégicos.

La analítica de (grandes) datos tiene vínculos con la arquitectura empresarial en cada una de las capas organizacionales.



Esta analítica aumenta el valor ya que proporciona un contexto adicional a través de la integración de perspectivas externas para ayudar a convertir los datos en información y proporcionar significado para generar conocimiento a partir de la información. En esencia, se convierten datos a través de conceptos y contextos comerciales para generar información.

Así, es posible visualizar las tres capas como responsables de la ejecución de la estrategia, la ejecución del negocio y la ejecución del proceso, respectivamente. Cada una de estas capas se basa en diferentes métricas, presentadas a través de diferentes herramientas de

visualización e informes. Para una organización es posible relacionarse y alinear sus capas organizativas creando un ciclo virtuoso a través de un ciclo de retroalimentación de información derivado de la analítica de (grandes) datos:



En el lado derecho de la figura la capa estratégica impulsa la respuesta a través de la aplicación del juicio al tomar decisiones con respecto a la estrategia corporativa, política, metas y objetivos, que se comunican como restricciones a la capa táctica. La capa táctica a su vez aprovecha este conocimiento para generar prioridades y acciones que se ajusten a las directivas corporativa. Estas acciones ajustan la ejecución del negocio en la capa operativa. Esto, a su vez, debería generar un cambio considerable en la experiencia de las partes interesadas (internas y los clientes externos) a medida que prestan y consumen servicios. Este cambio, o resultado, debe aparecer y ser visible en los datos en forma de PIs modificados que luego se agregan en KPIs. Con el tiempo, las capas estratégicas y de administración inyectan juicios y acciones en el ciclo que servirán para refinar la entrega de servicios.

Por todo ello, **residoo** quiere desarrollarse y consolidarse como una empresa nativa en Cloud, construyendo la base para trabajar con todas las capacidades que ofrece el *Business Intelligence Big Data*.

5. Modelo de negocio: *Business Model Canvas*

Para describir el modelo de negocio se ha hecho uso de la plantilla de gestión estratégica para el desarrollo de nuevos modelos de negocio *Business Model Canvas*:

PARTNERS CLAVE	ACTIVIDADES CLAVE	PROPUESTA DE VALOR	RELACIÓN CON CLIENTES	SEGMENTO DE CLIENTES
Proveedor PaaS Operadores telecomunicaciones Proveedor camiones	Asegurar correcto funcionamiento aplicaciones y PaaS Asegurar correcto funcionamiento sistema pesaje en chasis camion Concienciación y seguimiento del ciudadano en uso app RECURSOS CLAVE PaaS Sistema pesaje en chasis camion Equipo desarrollo aplicaciones Equipo interno explotación y operación sistema	Sistema notificación de llenado de contenedores para optimizar ruta de recogida Conocer la producción de residuos por domicilio	Reducción de costes operación Reducción huella carbono Buena imagen de cara a los ciudadanos Ventaja competitiva en licitaciones Recogida inteligente Cobro tasa residuos según produce CANALES DE COMUNICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN Eventos sectoriales Presentación en licitación pública Publicaciones sectoriales Presentación comercial a ayuntamientos	Cliente interno: empresa recogida residuos urbanos
ESTRUCTURA DE COSTES PaaS Costes salariales personal		INGRESOS/REDUCCIÓN DE COSTES Ahorros en la operación de recogida residuos urbanos		

5.1. Propuesta de valor

La solución ofrece una considerable optimización en el proceso de recogida de residuos en urbanizaciones que cuentan con contenedores asignados a un único propietario, lo que redundará en una reducción de tiempo y costes en el proceso. Esto es posible gracias a un sistema de notificación de llenado de contenedores mediante aplicación móvil que permitirá al usuario avisar del llenado del contenedor. De este modo, la recogida de residuos urbanos se planifica en función de rutas óptimas de llenado, evitando así rutas innecesarias y recogidas de contenedores insuficientemente llenos.

Por otra parte, gracias al sistema de pesado en chasis del camión se podrá notificar la cantidad de residuos depositada por cada ciudadano. Esta información es de gran valor para los ayuntamientos al facilitar la instauración de una tasa de recogida de residuos

individualizada, asociada a la generación de residuos de cada ciudadano, lo que representa una enorme ventaja competitiva para la empresa.

5.2. Segmento de clientes

En la fase inicial del proyecto se trata de un cliente interno: Ferrovial Servicios, la empresa encargada de la recogida de residuos urbanos del Grupo Ferrovial. En un futuro se plantea que esta solución pueda ser comercializada para otras empresas de recogida de residuos urbanos.

5.3. Canales de comunicación y distribución

Al tratarse de una solución desarrollada para un cliente interno, los canales de comunicación serán los habituales de Ferrovial Servicios. Se presentará en ferias, eventos y publicaciones sectoriales como una solución novedosa en el sector.

También habrá una acción comercial directa de presentación a los responsables de la recogida de residuos urbanos de los ayuntamientos, con 2 objetivos:

- I. Darla a conocer como elemento de valor añadido en las futuras licitaciones del servicio.
- II. Su implantación como un proyecto piloto de innovación que complemente al actual servicio de recogida de residuos, independientemente del adjudicatario actual.

5.4. Relación con el cliente

La relación con el cliente interno estará basada, por una parte, en una optimización del proceso de recogida de residuos mediante el uso de esta tecnología, resultando en una reducción de costes para el tipo de recogida al que se circunscribe esta solución. Ésto supone una importante ventaja competitiva en un sector en el que, además de la calidad del servicio, el precio es un factor crucial de cara a una posible adjudicación.

Por otra parte, posibilitará alcanzar una serie de objetivos fundamentales de los ayuntamientos:

- I. Reducción de la huella de carbono como consecuencia del menor consumo de combustible de los camiones derivado de la generación de rutas más óptimas de recogida.
- II. La reducción de la huella de carbono generará una percepción positiva del servicio por parte de los ciudadanos, cada vez más concienciados con la reducción de emisiones de gases.
- III. Tener información de la producción de residuos por ciudadano, facilitando la adopción de pago por generación de residuos.

5.5. Ingresos/Reducción de Costes

La solución se basa fundamentalmente en la reducción de costes de la operación de recogida de residuos. La optimización de la ruta de recogida deriva en la disminución del número de kilómetros totales recorridos por los camiones encargados del servicio, por tanto se espera que haya un menor consumo de combustible y reducción de uso del activo, alargando la vida útil de éste y aumentando los períodos entre cada servicio de mantenimiento del vehículo.

Por otra parte, habrá una reducción en las horas de trabajo necesarias para realizar el servicio, lo que redundará en una disminución de los costes salariales. Actualmente, existe margen suficiente para reducir el número de horas extra realizadas, derivadas de la ineficiencia del proceso y/o para poder dedicar a los operarios a ciertas labores de mantenimiento durante el tiempo que se ha logrado detraer de la recogida.

5.6. Recursos clave

Al ser una empresa nativa en Cloud, la elección de un modelo de servicio PaaS constituye un recurso clave gracias a su infraestructura gestionada.

El equipo propio de desarrollo, mantenimiento y explotación de la aplicación es otro recurso clave.

El peso de cada contenedor recogido se obtiene del sistema de pesaje en chasis instalado en los camiones sobre los que se desarrolla la actividad. De su correcto funcionamiento depende la recogida de parte de los datos, haciendo de éste otro recurso clave.

5.7. Actividades clave

Como solución nativa en Cloud, el correcto funcionamiento del servicio PaaS y de la aplicación supone una de las actividades clave.

El peso de cada contenedor recogido es fundamental para el funcionamiento del sistema. Este dato de peso se recoge gracias al sistema de pesaje en chasis instalado en los camiones. Asegurar el correcto funcionamiento de este sistema en cuanto a disponibilidad y precisión es otra de las actividades clave.

La concienciación del ciudadano en el correcto uso de la aplicación será vital para alcanzar los más altos niveles en la optimización del proceso de recogida.

5.8. Estructura de Costes

Los costes principales son los derivados de los costes salariales del personal asignado a **residoo** (tanto el personal de desarrollo de la aplicación como el personal encargado del



mantenimiento del sistema) y, en menor medida, por el uso del modelo de servicio Cloud PaaS.

5.9. Partners clave

Tres son los partners clave de **residoo**:

- I. El proveedor de la plataforma Cloud que ofrece el servicio PaaS.
- II. El proveedor de camiones de recogida de residuos, ya que incluye de origen el sistema de pesaje en chasis.
- III. Los distintos operadores de telecomunicaciones, que permiten el envío de datos de aviso de llenado y de peso de cada contenedor.

6. Plan de acción

6.1. Plan de marketing

6.1.1. Marketing interno

A nivel interno el proyecto **residoo** tiene asegurado el apoyo visible y tangible de la Dirección de Ferroviales Servicios ya que la consecución de los objetivos generaría una ventaja competitiva basada en la reducción de costes y en la aportación de información de valor al cliente.

La Dirección de la empresa y la Dirección del proyecto trabajarán para que haya un consenso en cuanto a objetivos, equipo de proyecto y recursos asociados.

Se plantean una serie de reuniones de comunicación interna:

- I. Reunión de presentación del proyecto, de sus objetivos y del equipo, para que sirva como inicio de la inspiración y movilización de todos los agentes involucrados.
- II. Reuniones y comunicaciones periódicas donde se destaquen los avances y logros del proyecto durante todo su ciclo de vida.

6.1.2. Marketing externo

Las principales acciones de marketing irán dirigidas a la presentación de la solución a los ayuntamientos, que son el cliente objetivo de Ferroviales Servicios. Para ello habrá una acción comercial directa por parte del Departamento Comercial de la compañía mediante una serie de reuniones con los responsables del servicio de recogida de residuos de los ayuntamientos objetivo, que son aquellos que disponen de licitaciones del servicio más cercanas en el tiempo y cuya casuística se aproxima a la descrita en este proyecto: zonas donde exista la recogida de contenedores asignados a un único usuario.

Paralelamente, la solución será presentada en ferias, eventos y publicaciones sectoriales como una solución novedosa en el sector.

Estas acciones irán encaminadas a la consecución de los dos objetivos estratégicos de **residoo**:

- I. Dar a conocer la solución como elemento de valor añadido en las futuras licitaciones del servicio.
- II. Su implantación en una zona urbana objetivo, como un proyecto piloto de innovación que complemente a su actual servicio de recogida de residuos, independientemente del adjudicatario actual.

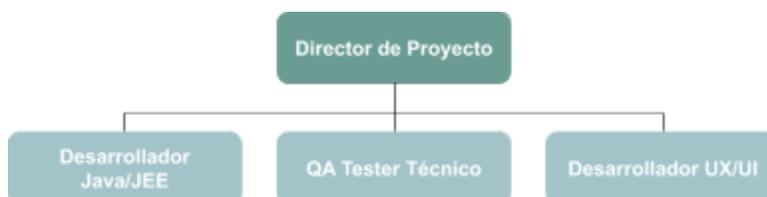
Los argumentos de venta se basarán en la presentación de **residoo** como la manera más efectiva de eficientar el proceso y obtener datos de valor en la recogida de residuos urbanos en zonas donde existan contenedores individuales para cada usuario.

residoo ayudará en la consecución de dos de los objetivos estratégicos de todos los ayuntamientos respecto al servicio de recogida de residuos urbanos:

- I. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero al reducir el número de rutas de recogida necesarias de manera muy sustancial, alrededor del 70%.
- II. Tener un dato fiable de generación individualizada de los residuos, lo que les permitirá cobro de impuestos en función de generación.

6.2. Plan de recursos humanos

6.2.1. Organigrama de **residoo**



6.2.2. Descripción de puestos

- I. **Director de proyecto:** El Director de proyecto pertenecerá a la estructura de Ferrovial Servicios y estará asignado a éstas labores un 20% de su tiempo. Será una persona con probada capacidad para dirección de procesos de innovación, con influencia en la compañía y capacidad de comunicación ya que gestionará un plan de comunicación interno sobre los avances y logros del proyecto.

Reportará directamente a la dirección de la compañía con quien establecerá objetivos, equipo del proyecto y recursos asociados. Durante el desarrollo del proyecto reportará a Dirección sobre avances y consecución de objetivos.

Por otra parte, liderará el equipo y velará por el cumplimiento de los objetivos marcados, siendo responsable del planeamiento y ejecución del proyecto.

Atenderá a las sugerencias y necesidades del equipo y pondrá a su disposición los recursos necesarios.

- II. **Desarrollador Java/JEE:** responsable de la creación de la aplicación web (escalable y de alto rendimiento), contribuir en todas las fases del ciclo de vida de desarrollo

(escribir código eficiente, bien diseñado y que se pueda probar), asegurándose de que los diseños cumplen las especificaciones y preparando y produciendo todos los componentes del software.

- III. **QA Tester Técnico:** como asegurador de la calidad de la aplicación web responsable de la medición de la calidad de los procesos utilizados para crear un producto de calidad, orientado al rendimiento, la optimización y la comprobación de que se cumplen los estándares de calidad.
- IV. **Desarrollador UI/UX:** encargado de definir y diseñar la interfaz (en varios soportes) de comunicación entre la aplicación web y el usuario.

6.2.3. Política de recursos humanos

El equipo de **residoo** se regirá completamente por la política de recursos humanos de Ferrovial Servicios.

Serán seleccionados para participar en el proyecto **residoo** aquellos profesionales dentro de la empresa que cumplan con los requisitos personales y de conocimientos técnicos requeridos para su función.

6.3. Plan financiero

Como se ha expuesto en apartados anteriores, el modelo de negocio se basa en la reducción de costes de la operación de recogida de residuos por una optimización de las rutas de recogida y su número. Por tanto, para la misma cantidad de residuos a recoger se producirá:

- I. Una disminución del número de kilómetros que el camión debe realizar en cada ruta de recogida y un menor número de recogidas anuales. Como consecuencia, se producirá un menor consumo de combustible, una reducción de uso del activo y aumentará de este modo el intervalo de tiempo entre cada acción de mantenimiento.
- II. Una disminución en el número de horas de trabajo necesarias para realizar el servicio.

En resumen, la optimización permitirá reducir un indicador económico clave en el negocio de la recogida de residuos urbanos: el precio de coste por tonelada de residuos recogida.

6.3.1. Información de partida

Como recordatorio de lo expuesto en el punto 5.3 Caso de uso aplicado, las fracciones tenidas en cuenta son únicamente dos: resto y envases, y exclusivamente para las urbanizaciones de La Moraleja, El Soto y el Encinar de los Reyes (en adelante, urbanizaciones estudiadas), en las que existen contenedores de uso individual para cada vivienda. Por tanto, todos los datos posteriores se refieren únicamente a este perímetro.

El objetivo de estos cálculos iniciales es hallar la diferencia entre el período estimado de recogida de los contenedores utilizando **residuo** y el período de recogida de los contenedores en la actualidad, que es de 2 días y está fijado en la licitación del servicio. La diferencia entre estos dos períodos de tiempo es lo que marcará el porcentaje de ahorro que aporta esta solución.

El primer dato que se va a obtener es la producción de residuos (toneladas/año) de los habitantes de las urbanizaciones estudiadas. Para ello se va a hacer una extrapolación al número de habitantes de estas urbanizaciones a partir de los datos de toneladas/año de residuos urbanos generados en toda España.

Según los datos del INE de 2017 y del Ayuntamiento de Alcobendas (extrapolados de la serie 1986-2010 para las urbanizaciones estudiadas):

Demografía Unidad: habitantes	
Población estatal	46.532.869
Población estimada urbanizaciones estudiadas	12.000

Residuos sólidos urbanos generados en España	
Producción anual total Unidad: toneladas	17.457.709,0
Producción anual (resto y envases) Unidad: toneladas	10.474.625
Producción per cápita (resto y envases) Unidad: toneladas/habitante/año	0,23

A partir de estos datos se puede hacer la estimación de la cantidad de residuos producidos en las urbanizaciones estudiadas teniendo en cuenta su número de habitantes:

Producción de residuos urbanos en urbanizaciones estudiadas	
Producción anual (resto y envases) Unidad: toneladas/año	2.701,20
Producción diaria (resto y envases) Unidad: toneladas/día	7,4

El siguiente dato que se calculará es la capacidad media (peso) que puede alojar cada contenedor. Dado que el peso varía dependiendo de la fracción de recogida, se hará una media de las densidades de ambas fracciones. La información de la que se dispone indica que la densidad aproximada de la fracción resto es de 0,25 toneladas/m³ y la densidad de la fracción envases alrededor de 0,12 toneladas/m³. La media de ambas es **0,19** toneladas/m³.

A continuación, se calcula la capacidad de carga de peso real de los contenedores ubicados en las urbanizaciones estudiadas en función de esta densidad media.

Volumen y capacidad de los contenedores en las urbanizaciones estudiadas	
Volumen 120l Unidad: m ³	0,12
Densidad media ambas fracciones Unidad: toneladas/m ³	0,19
Capacidad de carga contenedor 120l Unidad: toneladas	0,022

En el cuadro siguiente se indican los datos generales más relevantes respecto a número de recogidas y activos dedicados, según la última licitación del servicio de recogida de residuos del Ayuntamiento de Alcobendas (2013). También se calcula la media de contenedores recogidos al día en las urbanizaciones estudiadas:

Datos generales sobre el servicio en las urbanizaciones estudiadas	
Nº camiones carga trasera dedicados	5
Ciclo Unidad: días	365
Frecuencia de recogida Unidad: días	2
Nº recogidas anuales	182,5
Nº Contenedores de 120l (resto y envases)	2.900
Media contenedores 120l recogidos/día	1.450

Como se puede observar, por licitación, cada contenedor se debe recoger obligatoriamente cada 2 días, independientemente de si está completamente lleno o no.

Para calcular la periodicidad con la que se deberán recoger los contenedores llenos usando el sistema de recogida inteligente **residoo**, se toma como premisa que se emite el aviso de contenedor lleno cuando está a un 80% de su capacidad. Para ello, primero se calcula la capacidad de carga total en toneladas de todos los contenedores de las urbanizaciones estudiadas:

Cálculos recogida inteligente las urbanizaciones estudiadas	
% llenado mínimo para recogida	80
Capacidad carga contenedor 120l (80%) Unidad: toneladas	0,018
Nº Contenedores de 120l (resto y envases)	2.900
Capacidad carga total todos los de contenedores 120l (80%) Unidad: toneladas en las urbanizaciones estudiadas	51,50

Una vez obtenido este dato y conociendo que la estimación de producción diaria de residuos en las urbanizaciones estudiadas, que se calculó anteriormente, es de 7,4 toneladas/día, se calcula la frecuencia media con la cual se han de recoger los contenedores (estando éstos llenos, mínimo al 80% de capacidad):

Frecuencia media (días) para recoger los contenedores (resto y envases) cuando están llenos en las urbanizaciones estudiadas	
Capacidad de carga total contenedores (120l) Unidad: toneladas en todas las urbanizaciones	51,5
Producción diaria de residuos Unidad: toneladas/día	7,4
Frecuencia media llenado todos los contenedores Unidad: días	6,96

Esto significa que actualmente se recogen todos los contenedores cada 2 días, como máximo, siendo la frecuencia de recogida inteligente de 6,96 días:

Reducción anual del número de recogidas en las urbanizaciones estudiadas	
Ciclo anual Unidad: días	365
período de recogida actual Unidad: días	2
Nº recogidas anuales actualmente	182,5
período de recogida con residuo Unidad: días	6,96
Nº recogidas anuales con residuo	52,45
% ahorro en nº de recogidas	71,26

Teniendo en cuenta los datos del sector, según los cuales, para la recogida de residuos urbanos el coste medio es de 68 € por tonelada, es posible calcular los datos financieros del proyecto y cuantificar los ahorros.

6.3.2. Cálculo de inversiones en activos

Las inversiones iniciales están reflejadas en la tabla de abajo. Las principales partidas son las que tienen que ver con la compra de Etiquetas RFID que habrá en cada contenedor, los lectores RFID instalados en cada camión y los equipos informáticos del equipo de proyecto.

En los dos años en donde el proyecto está en explotación (Año 2 y Año 3 del proyecto) se hace una provisión cada año de un 10% por cambios de etiquetas RFID y una provisión de 15% del coste de inversión inicial para reparaciones y mantenimiento de los lectores RFID.

			Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Total (€)
Inversiones (€)			14.349,00	0,00	1.134,90	1.134,90	16.618,80
Inversiones en activos	Uds.	Coste ud. (€)	Total (€)	Año 1	Año 2	Año 3	Total (€)
Etiquetas RFID + instalación	2.900	0,81	2.349		235	235	2.819
Lectores RFID + instalación	5	1.200	6.000		900	900	7.800
Equipos informáticos	3	1.800	6.000				6.000
Total inversiones (€)			14.349,00	0,00	1.135	1.135	16.618,80

6.3.3. Fondos necesarios

Los fondos necesarios son los relativos a las inversiones en activos mostrados en el apartado anterior. En este caso todo el importe sería financiado internamente.

Fondos					
	Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Fondos necesarios (€)	16.618,80	0,00	1.134,90	1.134,90	18.888,60
Financiación interna (€)	16.618,80	0,00	1.134,90	1.134,90	18.888,60

6.3.4. Gastos

En la primera tabla se reflejan los gastos operativos del negocio. Se ha indicado un coste mensual por cada partida unitaria. Las unidades para los cuatro primeros Gastos operativos equivalen al número de personas asignadas a **residoo**.

Gastos del negocio						
				Año 1	Año 2	Año 3
Gastos anuales				129.231,93	7.577,68	7.577,68
Gastos operativos	Coste ud./mes (€)	Uds.	Mensual (€)	Año 1	Año 2	Año 3
Puestos de trabajo	220,00	3,20	704,00	8.448,00	22,00	22,00
Telefonía, Internet	80,00	3,20	256,00	3.072,00	8,0	8,0
Prorrateo costes internos (laboral, legal, contable)	150,00	3,20	480,00	5.760,00	15,00	15,00
Viajes, dietas y alojamientos	50,00	3,20	160,00	1.920,00	5,00	5,00
PaaS	276,64	1	276,64	3.319,00	3.319,68	3.319,68
Total gastos				22.519,68	3.369,68	3.369,68

Los siguientes costes a tener en cuenta son los salariales. Los del equipo de proyecto durante el primer año que es el año de desarrollo del proyecto y del Ingeniero de Sistemas que dará soporte al proyecto una vez esté en producción los dos años siguientes. En la siguiente tabla se detallan:

Gastos de personal	Salario bruto (€)	% año	% dedicación	Año 1 (€)	Año 2 (€)	Año 3 (€)
Salario Director de proyectos	56.000,00	75	20	8.400,00		
Salario Desarrollador Java/JEE	40.000,00	100	100	40.000,00		
Salario QA Tester Técnico	38.000,00	25	100	9.500,00		
Salario Desarrollador UI/UX	31.000,00	75	100	23.250,00		
Salario Ing. Sistemas	32.000,00	100	10		3.200,00	3.200,00
Nómina bruta				81.150,00	3.200,00	3.200,00
% coste Seg. Social			31,5	25.562,25	1.008,00	1.008,00
Gastos de personal				106.712,25	4.208,00	4.208,00

El cálculo en detalle de costes del PaaS se basa en el Diseño de la solución explicado en el punto 4.2 de este documento y es el siguiente:

Servicio	Tipo	Uso	Coste (€)
App Engine standard environment - Front End	Instancia	1.460 horas de instancia	27,70 €
App Engine standard environment - Front End	Instancia	1.460 horas de instancia	27,70 €
App Engine standard environment - Back End	Instancia	1.460 horas de instancia	53,98 €
CP-DB-SQLSERVER-1-3.75	Nº total de instancias	260.714285714	158,09 €
Cloud Storage	Almacenamiento	500 GB	9,10 €
Cloud Storage	Operaciones Clase A	10.000	0,05 €
Cloud Storage	Operaciones Clase B	50.000	0,02 €
Total mensual			276,64 €

6.3.5. Ahorros previstos

Teniendo en cuenta los datos indicados en el punto 6.3.1 Información de partida, los ahorros previstos durante Año 2 y Año 3 donde el piloto estaría en explotación serán:

Ahorros previstos						
				Año 1 (€)	Año 2 (€)	Año 3 (€)
Ahorros (total)				0,00	130.881,82	130.881,82
Previsión				Previsión de ahorros anuales (€)		
Ahorro	Coste recogida/ton.	% ahorro	Ton./año			
Por tonelada residuos recogido	68,00	71,26	2.701		130.881,82	130.881,82
Total ahorros				0,00	130.881,82	130.881,82
Costes de inversión y operativos				145.850,73	8.712,58	8.712,58
Resultado				-145.850,73	122.881,82	122.881,82

6.3.6. Resultados

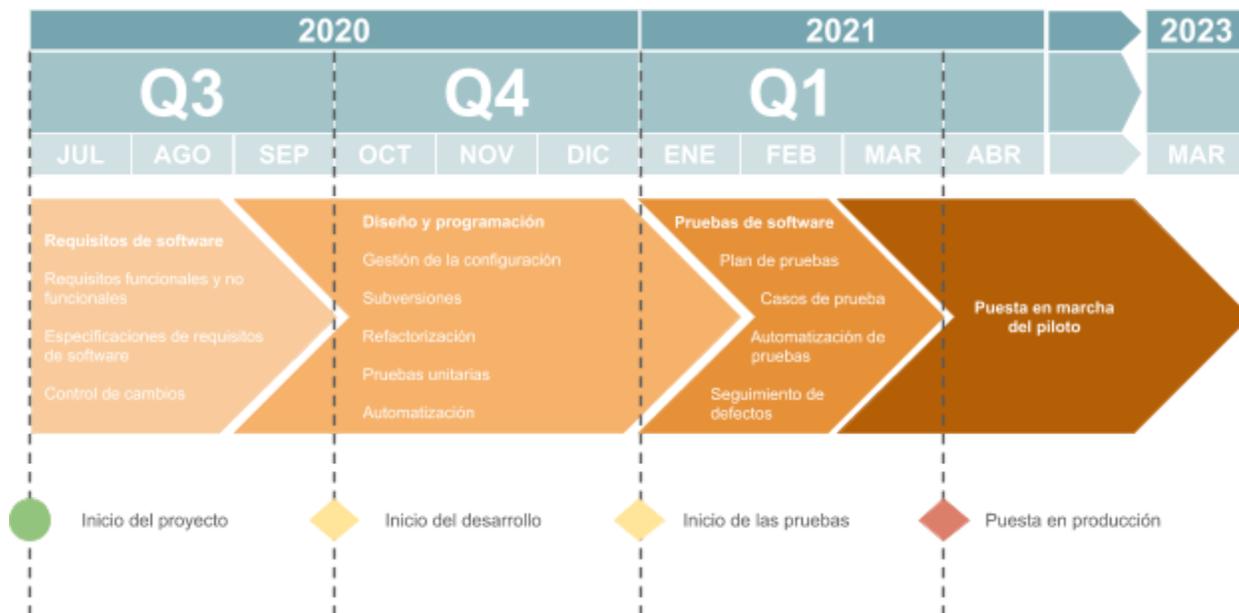
Como resumen, el primer año es el de desarrollo de **residuo** y es donde se concentran la mayoría de Inversiones y gastos. Éstos son recuperados durante los dos primeros años que el proyecto está en producción y al final del Año 3 se consigue un resultado de ahorro neto de 98.487,74 €.

Pérdidas y ganancias previstas				
Presupuesto	Año 1 (€)	Año 2 (€)	Año 3 (€)	Total
Total ahorro	0,00	130.881,82	130.881,82	261.763,63
Costes de inversión	16.618,80	1.134,90	1.134,90	261.763,63
Gastos de personal	106.712,25	4.208,00	4.208,00	18.888,60
Gastos corrientes	22.519,68	3.369,38	3.369,38	115.128,25
Resultado	-145.850,73	122.169,24	122.169,24	98.487,74

6.4. Calendario de acciones

Las actividades relacionadas con el desarrollo proyecto consisten en:

- I. **Requisitos de software** (duración estimada de 3 meses):
 - a. Requisitos funcionales y no funcionales.
 - b. Especificaciones de requisitos de software.
 - c. Control de cambios.
- II. **Diseño y programación** (duración estimada de 5 meses):
 - a. Gestión de la configuración.
 - b. Subversiones.
 - c. Refactorización.
 - d. Pruebas unitarias.
 - e. Automatización.
- III. **Pruebas de software** (duración estimada de 3 meses):
 - a. Plan de pruebas.
 - b. Casos de prueba.
 - c. Automatización de pruebas.
 - d. Seguimiento de defectos.
- IV. **Puesta en marcha de un piloto** (duración estimada de 2 años).



7. Conclusión

Como principal resultado del ejercicio, el proyecto presenta una solución basada en diversas tecnologías relacionadas con la Industria 4.0. Se describe la arquitectura tecnológica de la solución, que resulta en un proceso optimizado de recogida de residuos que cumple con las metas de reducción de costes y de hacer posible el conocimiento del residuo producido individualmente.

Debido a la naturaleza teórica del presente ejercicio, no se puede derivar ninguna conclusión respecto a la comparación de los objetivos estratégicos con los resultados de la simulación, ya que esta no se ha llevado a cabo más allá de un planteamiento puramente teórico.

Igualmente, al tratarse de un ejercicio teórico que no ha sido llevado a la práctica aún, no se observan limitaciones ni restricciones en el sentido de una posible futura implementación, más allá de la necesidad de contar con la posibilidad de hacerlo en el marco de una licitación en curso.

Como recogen el apartado 6.3.5. Ahorros previstos y el apartado 6.3.6. Resultados, el ahorro previsto en el segundo y tercer ejercicios arrojan un ahorro de 130.881,82 € cada uno, lo que supone un ahorro neto de 98.487,74 € al final del tercer año, frente a un único ejercicio para el que se prevé un resultado negativo por un total de 145.850,73 €. Dado que el caso teórico está centrado en el ahorro, se puede concluir que en este aspecto el proyecto cumple con el objetivo establecido. Respecto a los otros indicadores, no es posible emitir un juicio dada la naturaleza eminentemente teórica del ejercicio.

Las mejoras que se contemplan tienen que ver con el crecimiento de la aplicación, llevando a ésta de un mero sistema de gestión y optimización de procesos a una herramienta de análisis de datos con carácter transformacional a nivel modelo de negocio. Se describen, someramente, los objetivos en el apartado 4.4 Mejoras del producto, si bien se deja la definición tecnológica de tal solución abierta a futuros estudios.

El caso de uso puede extenderse, a nivel nacional, a todos aquellos municipios que presenten zonas residenciales con características análogas a las descritas en el apartado. 2.4 Alcance y perímetro, así como a cualquier empresa concesionaria de los servicios de recogida de residuos (tanto pública como privada).

Las alianzas necesarias para la puesta en marcha del proyecto son las descritas en el apartado 5.9. Partners clave.

Anexos

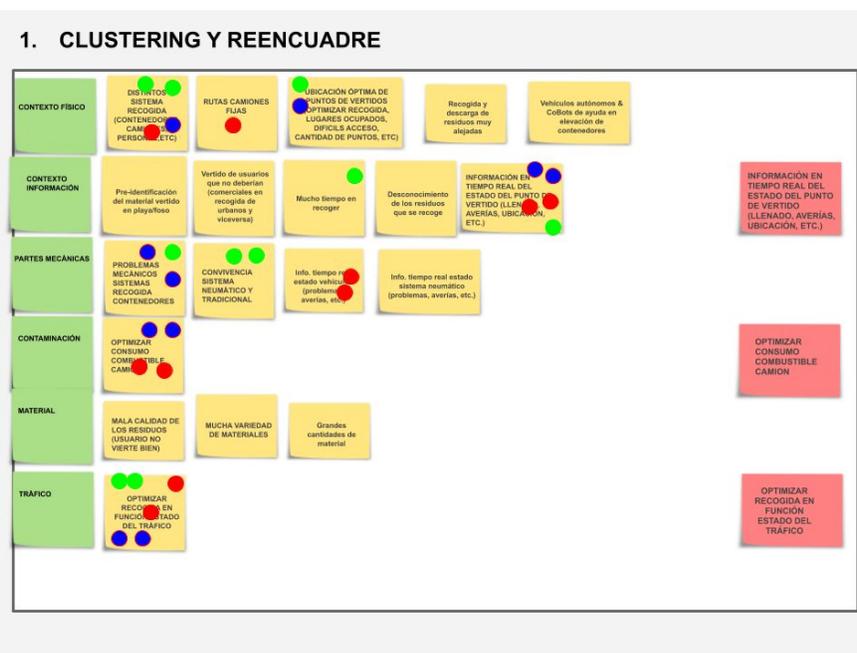
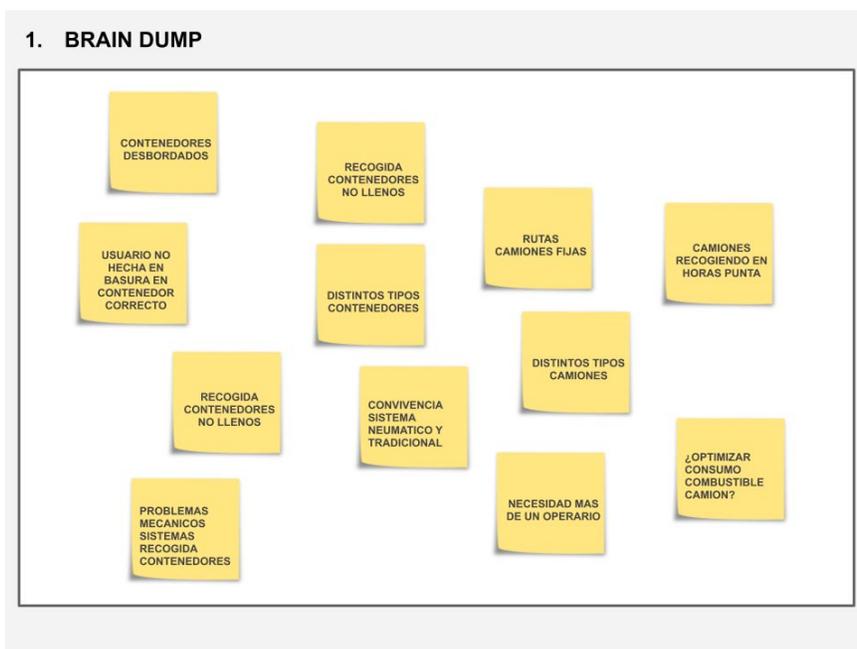
Anexo I. Anexo de legislación

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de Noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas. DO L 312 de 22.11.2008, p. 3/30.
- Versión consolidada del Tratado de la Unión Europea. DO C 83/13 de 30.3.2010, p5.
- Ley 22/2011, de 28 de Julio, de residuos y suelos contaminados. BOE núm. 181, de 29 de Julio de 2011.
- Resolución de 16 de Noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de Noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022. BOE núm. 297, de 12 de Diciembre de 2015.
- Acuerdo entre la UE y la Confederación Suiza relativo a la vinculación de sus regímenes de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. DO L 322/3 de 7.12.2017.
- Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de Mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. DO L 150 de 14.6.2018, p. 109/140.
- Nº Exp. 392/2013. Servicios Públicos Recogida de Residuos y Limpieza Viaria. Ayuntamiento de Alcobendas.

Anexo II. Design Thinking

A continuación se incluye un resumen del proceso de Design Thinking llevado a cabo con las herramientas utilizadas en cada fase y el Output de cada es estas fases:

FASE 1. ALCANCE



SALIDA FASE 1 - RETO REENCUADRADO

1. SALIDA FASE ALCANCE - RETO REENCUADRADO

ALCANCE 1

CÓMO MEJORAR EL SISTEMA DE RECOGIDA DE BASURAS EN UNA CIUDAD

ALCANCE 2

CÓMO APROVECHAR Y CREAR UN NUEVO MODELO DE NEGOCIO A PARTIR DE LOS DATOS DE UN SISTEMA DE RECOGIDA INTELIGENTE

RETO REENCUADRADO

CÓMO REDUCIR COSTE, TIEMPO Y EMISIONES MONITORIZANDO EL SISTEMA DE RECOGIDA DE RESIDUOS

FASE 2. INVESTIGACIÓN 360°

En esta fase se utilizaron dos herramientas. Las entrevistas personales y la Investigación de mercado y competencia. A continuación se incluye la salida de esta fase,

SALIDA FASE 2 - DATOS DESESTRUCTURADOS/DATOS EN BRUTO

Entrevista

[FASE 2. ENTREVISTA JAVIER PEÑA](#)

[FASE 2. ENTREVISTA JESÚS PÉREZ](#)

Investigación de mercado y competencia

En esta fase se hizo una investigación por internet del sector y de la posible competencia y se recopiló una serie de información usada posteriormente. A continuación se incluyen como muestra los links con la información analizada:

RECOGIDA DE RESIDUOS

[Analítica de datos en la recogida de residuos para la ciudad de Granada • ESMARTCITY](#)

[Granada impulsa la recogida inteligente de residuos con sensores en los contenedores](#)

[La recogida y gestión inteligente de los residuos urbanos](#)

[Gestión inteligente de rutas de recogida de residuos](#)

[Mejoras de la inteligencia artificial en la recogida de residuos](#)

TRATAMIENTO RESIDUOS

[Separación de residuos: un robot inteligente está aprendiendo](#)

[Max-AI: Inteligencia artificial aplicada a la gestión de residuos](#)

[PICVISA introduce la visión artificial en la industria del reciclaje](#)



SENSORES Y SISTEMA DE PESAJE MÓVILES

[PESAJE - CÉLULAS DE CARGA](#)

[SISTEMA PESAJE EN PALA CARGADORA](#)

[Sistemas de pesaje en vehículos recolectores de residuos](#)

<http://www.cleantecsoftware.com/modulos-plataforma-grsu/localizacion-y-monitorizacion-gps-en-tiempo-real-grsu/identificacion-del-contenedor-grsu>

<https://moba-automation.es/aplicaciones/recogida-domiciliaria-y-limpieza-viaria/pesaje-embarcado/>

[Sensor para gestión de residuos U-Dump M2M](#)

[Sensorización en la gestión de residuos de las ciudades](#)

[Sensor de Residuos](#)

[IoT para una gestión inteligente de los contenedores de residuos](#)

[Quamtra | Recogida Inteligente de Residuos Urbanos](#)

[Bee2Waste – Solución de Gestión de Recolección de Residuos Urbanos](#)

[Sensores de gestión para contenedores de residuos](#)

FASE 3. SÍNTESIS

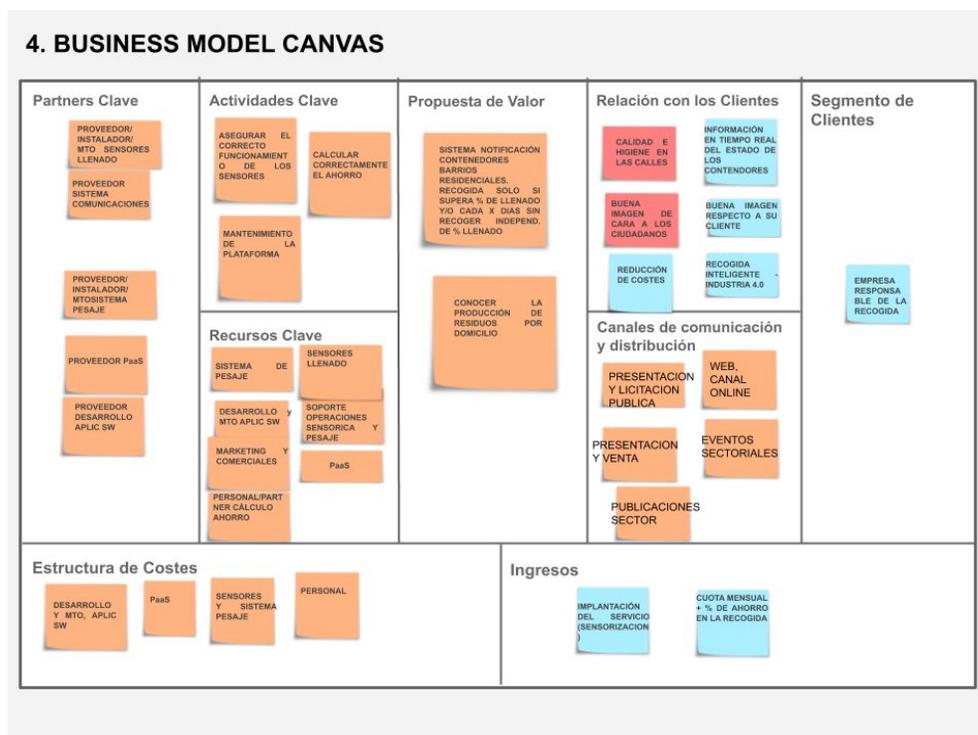
3. WALL OF DATA - ENTREVISTA JAVIER PEÑA (AYTO. ALCOBENDAS)



3. WALL OF DATA - ENTREVISTA JESUS PEREZ (ECOPARQUE TOLEDO)



Fase 4. IDEACIÓN



SALIDA FASE 4 - VISIÓN DE LA SOLUCIÓN

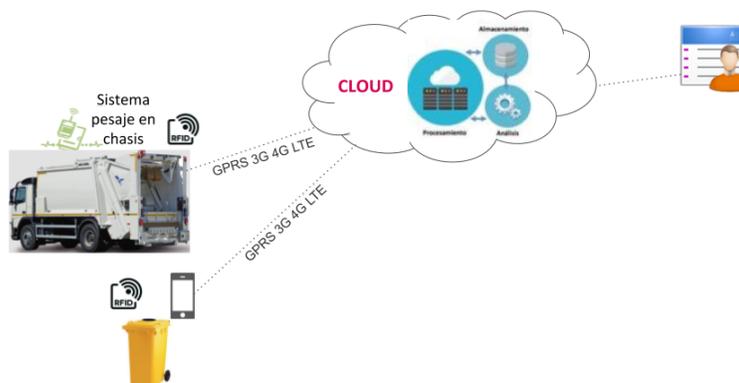
4. SALIDA FASE IDEACIÓN - VISION DE LA SOLUCION

Crear un sistema de aviso de contenedores llenos y de peso de cada contenedor, aplicable para las zonas donde hay contenedores individuales para cada usuario, permitiendo a la empresa encargada de la recogida de residuos optimizar económicamente su ruta de recogida y aportar información de valor al ayuntamiento para permitir una tasa de recogida de residuos para cada ciudadano/empresa en función de su producción.

FASE 5. PROTOTIPADO

Salida FASE 5- PROTOTIPOS

Prototipo arquitectura general a alto nivel



Prototipos Aplicación web

Regcda Inteligente de Residuos
<https://www.sistemarecogidainteligente.com>

Contenedores llenos Pesos contenedores Help

Residuos urbanos Residuos asimilables urbanos 20/05/2020

Sistema inteligente recoge residuos - Zona: 001 - La Moraleja (Alcobendas) - Fecha: 20/05/2020

Núm. contenedor	Fecha/hora lleno	Dirección completa	Coordenadas
0014748	19/05/20 19:09:32	Paseo Conde de los Gaitanes 2. CP. 28109	XXXXXXXX
0014752	19/05/20 19:30:31	Paseo Conde de los Gaitanes 14. CP. 28109	XXXXXXXX
0014761	19/05/20 19:32:34	Paseo Conde de los Gaitanes 22. CP. 28109	XXXXXXXX
0014502	19/05/20 21:02:22	Cuesta de la Sierra 2. CP. 28109	XXXXXXXX

Regcda Inteligente de Residuos
<https://www.sistemarecogidainteligente.com>

Contenedores llenos Pesos contenedores Help

Residuos urbanos Residuos asimilables urbanos 20/05/2020

Sistema inteligente recoge residuos - Zona: 001 - La Moraleja (Alcobendas) - Fecha: 20/05/2020

Núm. contenedor	Fecha/hora recogido	Dirección completa	Coordenadas	Peso
0014748	19/05/20 19:09:32	Paseo Conde de los Gaitanes 2. CP. 28109	XXXXXXXX	122.4 kg
0014752	19/05/20 19:30:31	Paseo Conde de los Gaitanes 14. CP. 28109	XXXXXXXX	140.4 kg
0014761	19/05/20 19:32:34	Paseo Conde de los Gaitanes 22. CP. 28109	XXXXXXXX	132.2 kg
0014502	19/05/20 21:02:22	Cuesta de la Sierra 2. CP. 28109	XXXXXXXX	139.2 kg

FASE 6. VALIDACIÓN

Se realizó la validación de los prototipos presentándoselos a una de las personas a las que se realizó la entrevista Jesús Pérez (Ecoparque Toledo) y a Javier Ruiz, Gerente del Centro de Tratamiento de Residuos de la provincia de Valladolid.

Las validaciones permitieron capturar información y volver a las fases anteriores: Síntesis, Ideación para iterar los primeros prototipos y llegar a conseguir el OUTPUT de la Fase de VALIDACIÓN, que son los feedback estructurados y que permitieron alimentar la Solución tecnológica que se desarrolla en el punto 4 del presente documento.

Anexo III. Pseudocódigo de la aplicación web

Peso del contenedor (kg)
 Peso Báscula contenedor c - Peso
 Báscula contenedor (c-1)
 Capacidad restante
 MMA - peso báscula
 Coordenadas del camión
 UTM
 Coordenadas del contenedor
 UTM
 Fecha y hora de la alarma
 DD/MM/AAAA -- HH/MM
 Capacidad restante
 MMA - peso báscula
 Coordenadas del camión
 UTM
 Coordenadas del contenedor
 UTM
 Fecha y hora de la recogida
 DD/MM/AAAA -- HH/MM

Densidad
 Envases - 50kg
 Orgánico - 380kg
 Resto - 300kg
 Peso contenedor teórico
 Volumen contenedor x densidad (tipo
 contenedor)
 Volumen del contenedor
 120 -- 240
 Peso de llenado del contenedor
 1-400
 Tipo de contenedor
 Env - Envases
 Org - Orgánico
 Res - Resto
 Peso del contenedor (kg)
 1-400
 ID contenedor
 1 - x
 ID usuario
 1 - x

PRODUCCIÓN
 Tipo de contenedor
 Peso del contenedor (kg)
 ID contenedor
 ID usuario

 PREVISIÓN DE PRODUCCIÓN Datos
 Históricos
 ID usuario
 Tipo de contenedor
 Media (Fecha y hora recogida n -
 Fecha y hora recogida n-1)
 + Peso del contenedor
 Fecha y hora recogida n+1 < o >
 Fecha y recogida n+1 año anterior

RUTA DEL CAMIÓN
 Ruta
 + ID usuario / Tipo de contenedor /
 Fecha y hora de la alarma n
 Coordenadas del contenedor
 Cambio de ruta si
 Coeficiente de fiabilidad = 1
 Fecha y hora de la alarma y Camión
 en ruta
 Distancia entre (Coordenadas del
 camión-Coordenadas del contenedor)
 <2km y tiempo estimado entre
 (Coordenadas del camión-Coordenadas
 del contenedor) <5 minutos
 Capacidad restante del camión >
 suma ID usuario por recoger x peso
 estimado de producción

Bibliografía

Para la elaboración de las citas y referencias bibliográficas se ha seguido la norma APA.

- AYUNTAMIENTO DE ALCOBENDAS. (2010). Estudio del número de habitantes en las urbanizaciones: La Moraleja, El Soto, El Encinar de los Reyes, Cuestablanca, Fuentehito.

Recuperado de:

https://www.alcobendas.org/recursos/doc/Documentales/Otros/1300426991_222012121029.pdf.

- COMISIÓN EUROPEA. (2015). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo: El Protocolo de París, un plan rector para combatir el cambio climático más allá de 2020*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

- COMISIÓN EUROPEA. (2020). *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones Nuevo Plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y más competitiva*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

- CONAMA. (Noviembre, 2014). *Documento del Grupo de Trabajo de Conama 2014: Modelos y costes de la gestión de residuos*. Comunicación presentada en el 12º Congreso Nacional de Medio Ambiente 2014, Madrid. **Recuperado de:** https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fwww.conama.org%2Fconama%2Fdownload%2Ffiles%2Fconama2014%2F%2FGTs%25202014%2F8_final.pdf.

- ECOEMBES. (2019). *Las cifras del reciclaje*. Madrid: Ecoembes. **Recuperado de:** <https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fwww.ecoembes.com%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fcifras-reciclaje-2018.pdf>.

- ERL, T., KHATTAK, W. y BUHLER, T. (2016). *Big Data Fundamentals. Concepts, Drivers & Techniques*. Nueva Jersey: Prentice Hall.

- INFORMA D&B. (2020). *Plantas de Tratamiento y Eliminación de Residuos Urbanos. Informe Especial DBK, 7ª Edición*. Madrid: Informa D&B.

- INFORMA D&B. (2020). *Servicios Urbanos. Estudio Sectores DBK, 23ª Edición*. Madrid: Informa D&B.

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (Noviembre, 2019). *Estadística sobre Recogida y Tratamiento de Residuos. Estadística sobre Recogida de Residuos Urbanos, Año 2017. Instituto Nacional de Estadística. Notas de Prensa*.

- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO. (2020). *Sistemas de Recogida - Tipos de sistemas de recogida - Contenedores de superficie y*



soterrados [Publicación en la web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico].

Recuperado de:

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-recogida/Contenedores-superficie-soterrados.aspx>.