

Gestión de residuos en Zaragoza: Rediseño del Punto Limpio Móvil de Zaragoza

Memoria

Ayuntamiento de Zaragoza

Universidad de Zaragoza

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

*Darío Coloma Bajo
Ignacio Laviña Esponera
Ainara López Pérez
María Sanz Longares*

RESUMEN

Este proyecto se ha realizado en el 2º cuatrimestre del 3er curso de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto en el curso 2019/2020, integrando las asignaturas de Taller de Diseño V, Gestión de Mercadotecnia, Ampliación de Materiales y Procesos, Interacción Usuario-Producto y Gestión de Proyectos de Diseño.

Los principales problemas en los que se ha basado el rediseño el Punto Limpio Móvil de Zaragoza son la poca concienciación social en relación a este tipo de residuos, y la baja compatibilidad de horarios entre los posibles usuarios y el tiempo activo del servicio en cada localización.

Todo lo relacionado con este proyecto se ha documentado en el Acta de Constitución, tanto en el de la entrega intermedia como en la entrega final, además del resto de anexos correspondientes mencionados en esta memoria.

Las principales partes que se han rediseñado han sido, tanto el servicio interno gracias a una mejora en la distribución de las rutas, como las plataformas, interna y externamente. Además se ha incorporado un portal digital para que el ciudadano tenga más conciencia sobre el reciclaje de los residuos domésticos y aumente la afluencia del servicio. Éste ofrecerá al usuario beneficio económico a cambio en proporción a los residuos reciclados, motivándole a seguir reciclando y utilizando el servicio.

También se ha pensado en las personas que no disponen de un teléfono móvil personal, colocando un interfono en la plataforma que conecta directamente con la central del servicio. Además se ha tenido en cuenta a las personas con movilidad reducida diseñando desde el “diseño para todos”.

Todo este proyecto se ha enmarcado en una planificación inicial realizada en Microsoft Project, en la cual se ha realizado un seguimiento con un diagrama de Gantt de seguimiento. Se ha documentado tanto el avance del proyecto como las reuniones de retrospectiva de todos los sprints en un diario.

También se ha realizado un plan de gestión de los riesgos del proyecto y se ha llevado un registro de las incidencias que se iban produciendo. Además en base a estas incidencias se han producido ciertos cambios en el proyecto y desviaciones en la planificación que han sido documentadas.

ÍNDICE

Índices auxiliares	4
Introducción	5
Organización del Proyecto	9
Producto Físico	10
Producto Digital	15
Secuencias de uso	19
Presupuesto	20
Conclusiones	21

ÍNDICES AUXILIARES

Fig. 1: <i>Cátedra de Diseño de Servicios para la Ciudadanía</i>	5
Fig. 2: <i>Punto Limpio Móvil</i>	6
Fig. 3: <i>Trabajador ayudando a un vecino</i>	6
Fig. 4: <i>Señal del Punto Limpio Móvil</i>	6
Fig. 5: <i>Plataforma del rediseño del Punto Limpio Móvil</i>	7
Fig. 6: <i>Logo del rediseño del Punto Limpio Móvil</i>	8
Fig. 7: <i>Medidas de transporte de mercancías</i>	10
Fig. 8: <i>Plataforma con compuerta abriéndose</i>	12
Fig. 9: <i>Plataforma con señal</i>	12
Fig. 10: <i>Contenedor rediseñado</i>	12
Fig. 11: <i>Zoom del contenedor rediseñado</i>	12
Fig. 12: <i>Camión con plataforma</i>	13
Fig. 13: <i>Camión descendiendo la plataforma</i>	13
Fig. 14: <i>Ejemplo de wireframes del ciudadano</i>	15
Fig. 15: <i>Ejemplos wireframes del administrador</i>	16
Fig. 16: <i>Ejemplos wireframes del conductor</i>	16
Fig. 17: <i>Pantalla principal ciudadano</i>	18
Fig. 18: <i>Pantalla principal conductor</i>	18
Fig. 19: <i>Pantalla principal administrador</i>	18
Fig. 20: <i>Secuencia de uso del vecino con aplicación móvil</i>	19
Fig. 21: <i>Secuencia de uso del vecino sin aplicación móvil</i>	19

INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace de un acuerdo entre el Ayuntamiento de Zaragoza y la Universidad de Zaragoza por medio de la **Cátedra de Diseño de Servicios para la Ciudadanía**. La problemática del servicio de recogida actual de basura y sus contenedores que nos planteó el Ayuntamiento de la ciudad se enfoca, entre otras temáticas, hacia la solución de los problemas de vandalismo, la gestión de las rutas de recogida, el sobredimensionamiento del servicio, etc.



Fig. 1: *Cátedra de Diseño de Servicios para la Ciudadanía*

Para llevar a nuestro concepto se hicieron búsquedas extensivas por internet, tanto locales como internacionales. Además de realizar una encuesta a ciudadanos zaragozanos sobre su experiencia con el sistema actual y su concienciación con el reciclaje. Con todo esto se realizaron diversas técnicas de selección de ideas para los conceptos desarrollados en técnicas creativas para dar solución a los problemas encontrados.

Antes de presentar los conceptos a los profesores, se realizó un acta de constitución en el que se detallan los objetivos y los principios a seguir durante el proyecto. De cara a la entrega final, se ha actualizado este documento y se puede observar en el anexo *GPD1.1_Acta de constitución.pdf*.

También se realizó la **Matriz de rastreabilidad** del proyecto en la que se listan los requisitos, con sus correspondientes objetivos, criterios de aceptación y estado actual, entre otros aspectos. Este estado actual se ha ido actualizando durante el transcurso del proyecto hasta acabar con todos los requisitos conseguidos, como se puede observar en el anexo *GPD1.1_Matriz de rastreabilidad.xls*.

Gracias a todo esto concluimos en tres conceptos a presentar en la fase intermedia, de los que se decidió seguir desarrollando tanto formal como funcionalmente el **rediseño del Punto Limpio Móvil**. Este proyecto consiste en el rediseño del Punto Limpio Móvil de Zaragoza. Actualmente el Ayuntamiento de Zaragoza dispone de un cómodo servicio de recogida de residuos domésticos que facilita que su reciclado o tratamiento sea cada vez más fácil. Son camiones con contenedores especiales donde puede depositar los residuos domésticos indicados con ayuda de un trabajador ubicado en la plataforma el tiempo completo que esté el servicio en activo.

Estos camiones siguen una ruta establecida por todos los barrios de la ciudad y se estacionan en paradas perfectamente identificadas en la vía pública. Existen 41 paradas de puntos limpios móviles para llegar a todos los barrios de la ciudad. Estas paradas tienen unos días y horario de recogida fijos para facilitar el reciclado entre todos los ciudadanos. (<https://www.zaragoza.es/sede/portal/medioambiente/residuos/recogida/index>).

Basándonos en los estudios previos realizados y en la encuesta inicial que lanzamos, observamos que un gran problema de este servicio actual es que solo permanece en los puntos establecidos durante 1h y 45 mins (más 15 minutos para desplazarse a la siguiente parada), lo cual restringe a los usuarios su uso. Esto impide que se cumpla la principal función del servicio, facilitar el reciclaje de residuos domésticos.



Fig. 2: Punto Limpio Móvil



Fig. 3: Trabajador ayudando a un vecino



Fig. 4: Señal del Punto Limpio Móvil

Para lograr una correcta organización del proyecto y dejar constancia de todo lo realizado en cada momento, se ha ido redactando un diario en cada sesión conjunta que se realizaba. Se ha dividido por semanas, teniendo como referencia el calendario oficial de la EINA (<https://eina.unizar.es/calendarios>), y anotando todo tipo de cambios e incidencias que ocurrían. Todo esto se puede observar en el anexo *GPD1.1_Diario.pdf*.

Con el rediseño de este servicio, conseguimos facilitar de manera real el reciclaje de residuos domésticos ya que, para acercar este servicio a sus usuarios potenciales, las plataformas van a permanecer en sus estaciones correspondientes un total de 48-72 horas. Durante esas horas, los vecinos podrán consultar mediante la APP del móvil los puntos limpios móviles más cercanos a su ubicación actual, acudir a su localización con los residuos que deseen depositar en él y reciclarlos de manera fácil y sencilla.

Teniendo como base los estudios previos realizados y la situación actual del servicio, se ha realizado una table con los diferentes actores que pueden estar relacionados e interesados con el proyecto, tanto de manera activa como pasiva. En ella se establecen sus puntos fuertes, los objetivos que tienen a nivel personal y las actividades que se podrían realizar con ellos para mantenerlos activos en el proyecto. Esto se puede observar en el anexo *GPD1.1_Interesados.xls*.

Actualmente este servicio recoge los siguientes **residuos**:

- Envases que hayan contenido: colas, barnices, disolventes, insecticidas, pinturas...
- Fluorescentes (bombillas bajo consumo, bombillas led se depositan en otros contenedores diferentes, bombillas incandescentes y halógenas van al contenedor de resto)
- Pilas
- Aceite vegetal doméstico
- Aceite mineral de origen doméstico
- Residuos eléctricos y electrónicos de pequeño tamaño: maquinillas de afeitar, batidoras, tostadoras...
- Ropa usada

Para el rediseño de este servicio se ha decidido mantener esta selección de residuos ya que parece muy eficiente y se evita cambiar el concepto del actual punto limpio móvil, simplemente se mejora su efectividad y no su funcionalidad.

En cuanto a la definición del rediseño del servicio se ha observado que, para cubrir 45 posibles estaciones, sería suficiente con tener **15 plataformas**. Para transportarlas se estima que serán necesarios **4 camiones**, debido a la localización de los diferentes puntos limpios fijos. En cuanto al desarrollo del servicio, se ha estimado que bajar y subir la plataforma en el camión costará 30 minutos.



Fig. 5: Plataforma del rediseño del Punto Limpio Móvil

Se ha decidido aumentar en 4 el número de estaciones ya que además de facilitar el cálculo del no de plataformas y el no de camiones necesarios. Se ha redondeado hacia arriba (45) en vez de hacia abajo (40) porque se estima que el número de estaciones aumente al tener participación activa por parte de los usuarios (foro de la aplicación) y debido a que próximamente se va a inaugurar un nuevo punto limpio fijo (Las Fuentes/San José).

En una jornada laboral normal se podrían llegar a mover hasta 3 plataformas (podrían ser hasta 4 pero estábamos limitados por el máximo de paradas de Google Maps) en un radio de unos 5 Km, esto supone un trayecto de una hora y media sin tráfico por ello según el día y el horario esto cambiaría.

De todas formas se podría decir que con una hora más sería suficiente, incluyendo el cambio de lugar de las plataformas y llevar una plataforma al punto limpio fijo más cercano para realizar el vaciado de los contenedores.



Fig. 6: Logo del rediseño del Punto Limpio Móvil

Esta memoria cuenta con diferentes secciones de contenido.

Se ha definido en su totalidad el **producto físico** con sus correspondientes materiales y componentes. También se describe el nuevo contenedor, diseñado para depositar los pequeños electrodomésticos, y los camiones necesarios para el servicio.

En cuanto al **producto digital** se definen las diferentes partes de la interfaz, con los roles de ciudadano, conductor y administrador.

Con respecto al **presupuesto**, se han desarrollado algunas de las partes más importantes de este, como el coste de cada plataforma y el presupuesto de la campaña de comunicación.

También se ha explicado la **organización del proyecto** con su planificación, más las planificaciones del Ayuntamiento y de la empresa que ofrezca el servicio en un futuro. Además se han resumido los cambios y desviaciones de la planificación debido a las incidencias, y los riesgos que afectan al proyecto.

Para finalizar se han listado una serie de **conclusiones** del proyecto, en la que se describen la lecciones aprendidas.

ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

Se ha realizado la planificación del proyecto desde 3 puntos de vista. Uno de ellos es el del **Ayuntamiento**, en el cual se especifican las tareas que ha de realizar para la implementación del servicio, como el concurso público y la implementación progresiva. Otra de las planificaciones es la de la **empresa** que va a ofrecer este servicio, con tareas como la fabricación de las plataformas, el desarrollo del producto digital y la campaña de marketing. La última de estas planificaciones es la que se ha seguido en el **proyecto de módulo**, en la que se definieron las tareas a realizar por el equipo y se estimó el tiempo en el que se iban a realizar. Esta planificación se ha comparado con la planificación real gracias a un diagrama de Gantt de seguimiento.

Estas tres planificaciones pueden verse en los anexos: *GPD1.1_Planificación_Ayto.pdf* y *GPD1.1_Planificación_Ayto.mpp*, para el Ayuntamiento; *GPD1.1_Planificación_Empresa.pdf* y *GPD1.1_Planificación_Empresa.mpp*, para la empresa; y *GPD1.1_Planificación_Seguimiento.pdf* y *GPD1.1_Planificación_Seguimiento.mpp*, para el proyecto de módulo.

Para la detección de los diferentes **riesgos** que pueden afectar a nuestro proyecto se han realizado varios anexos, *GPD1.1_Riesgos.pdf* y *GPD1.1_Riesgos.xls*. En ellos se puede ver la identificación de los diferentes riesgos divididos en función de su foco, pudiendo ser técnicos, externos, de organización y la gestión del proyecto. De cada uno de ellos se ha determinado la causa del riesgo y el objetivo que se quería cumplir y que puede verse afectado por dicho riesgo. También se han determinado el responsable de que cada riesgo pueda suceder, la probabilidad estimada de que aparezca y los objetivos y actividades a los que afecta. Además se han determinado las diferentes medidas reductoras, preventivas y de respuesta que se deberían estimar para cada uno de ellos.

Se ha llevado un registro de las **incidencias** ocurridas durante el transcurso del proyecto. Algunas de estas incidencias produjeron cambios en el proyecto, como el cambio de las reuniones de presenciales a telemáticas por la declaración del estado de alarma. Otras produjeron desviaciones en la planificación, como el aumento del tiempo invertido en el desarrollo formal del producto físico por una nueva propuesta estética.

Todo esto puede verse en los anexos *GPD1.1_Incidencias.xsl*, *GPD1.1_Registro de cambios e implementación.pdf* y *GPD1.1_Desviaciones.pdf* con respecto a la planificación.

PRODUCTO FÍSICO

La **plataforma** estaría fabricada a partir de un contenedor, reciclando la pared del enganche y la base, al que se le añadirían unas placas solares en la parte superior para abastecer la plataforma de energía. La plataforma tendría unas medidas máximas de 2'5m de alto, 2'3 de ancho y 4m de largo.



Fig. 7: Medidas de transporte de mercancías

FUNCIONAMIENTO DE LAS PLATAFORMAS:

Los **camiones** con el que estas plataformas se distribuirían por la ciudad son llamados camión con gancho. Estos camiones subirían y bajarían la plataforma gracias a dicho gancho. A la hora de subir la plataforma se engancharía el gancho del camión al enganche de la plataforma. El camión retractaría en gancho haciendo que la plataforma se fuese levantando del extremo del gancho y la plataforma iría situándose encima de la parte trasera del camión, ayudada por unos rodillos situados en el otro extremo de esta.

Cuando esta plataforma sobrepasase cierto punto esta vencería, levantándose del lado de los rodillos, siendo situada poco a poco en su posición final sobre la parte trasera del camión. En el caso de bajar la plataforma se haría de la misma forma pero al inverso. La plataforma tendría una apariencia externa modular pero en su interior no estaría dividida, sino que sería un solo espacio. Este espacio estaría compuesto de 8 módulos, 7 de ellos para contenedores de residuos y el restante para componentes como la batería.

Los contenedores estarían sujetos en el interior, de forma que al colocar la plataforma en la estación no se muevan. Esta sujeción se realizaría mediante una pieza de perfil en L, que gracias a su forma además de sujetar el contenedor haciendo presión en la cara indicada le proporciona una tapa, solo necesaria para el transporte. Para no entorpecer la deposición de residuos, la vista en planta tiene forma de U.

El trabajador introduce los contenedores en la plataforma abriendo la puerta de cada contenedor (únicamente accesible para los trabajadores) por medio de una llave específica. De esta forma colocaría el contenedor (de 240 L) con el asa en su dirección, y a la hora de sacarlo vencería el peso del contenedor hacia sí y sacaría el contenedor hacia delante para vaciarlo.

COMPUERTAS:

Las **compuertas** por las que los vecinos depositarían los residuos serían de **3 tamaños** distintos: pilas y lámparas fluorescentes (150x150mm), aceite vegetal y aceite mineral (250x250mm), envases, ropa usada y pequeños electrodomésticos (350x350mm). Estos tamaños han sido probados mediante su prototipado con hojas de papel a escala 1:1 para comprobar que los residuos se pueden introducir correctamente.

Las compuertas tienen una persiana individual que se abre cuando el vecino desbloquea el contenedor en la aplicación móvil. Además al desbloquearlas se encendería una tira de luces led para indicar cuál de las compuertas está abierta. Mientras ningún vecino desbloquee con la aplicación los contenedores no es posible depositar el residuo. Para los casos en los que no se disponga de esta aplicación o de teléfono móvil el vecino podría contactar con el administrador mediante un interfono, durante el horario de la jornada laboral del administrador, y este desbloquearía de forma remota el contenedor deseado.

Este usuario tendría que darle los datos habituales para su identificación. La plataforma además contaría con un sistema de control de llenado de los contenedores con una serie de sensores de ultrasonidos colocados sobre los contenedores. Estos sensores detectarían qué porcentaje del contenedor está lleno, para que al llegar al 80% de su capacidad el administrador pueda redirigir la ruta de esa plataforma para que pase por el punto limpio fijo para vaciar sus contenedores.

En el caso del contenedor de pilas se ha estudiado que, como este residuo es son de un material muy denso, el control de llenado el máximo sea la mitad del contenedor. De esta forma el contenedor no se llenaría hasta arriba, lo que supondría mucho peso para que el trabajador tenga que desplazar. Es decir, si el contenedor está al 40%, en el control de llenado del administrador marcaría el 80%.

Como **medida de seguridad** se implementaría una cámara sobre cada contenedor, situada al lado que el sensor de ultrasonidos, la cual realizaría una fotografía cada vez que un usuario tirara un residuo. De esta forma si en el vaciado del contenedor se encontrase un residuo que no perteneciera, el administrador podría revisar las fotos de dicho contenedor. Estas fotografías estarían ligadas al usuario que ha depositado dicho residuo por lo que se podrían tomar las acciones pertinentes.

Todo el sistema eléctrico estaría alimentado por medio de unas **placas solares** instaladas en la zona superior de la plataforma. Estas alimentarían una batería que sería la que proporcionaría energía para el control de llenado (sensores de US), las cámaras de vigilancia, las persianas de las compuertas, las luces de las compuertas y el interfono. Al estar la parte superior de la plataforma inclinada en 2 direcciones, las placas recibirían luz solar durante un rango de horas de luz mayor.



Fig. 8: Plataforma con compuerta abriéndose



Fig. 9: Plataforma con señal

CONTENEDOR REDISEÑADO:

Para los pequeños electrodomésticos existe una norma (Real Decreto 110/2015 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) que aconseja que estos residuos sean depositados y no arrojados, ya que pueden dañarse en la caída y dificulta su reciclado. Por ello se decidió rediseñar el contenedor en el que se depositarían estos residuos.

Este **contenedor diseñado** para los **pequeños electrodomésticos** mantiene las dimensiones de los contenedores de 240l usados para el resto de residuos. Está compuesto por un cuerpo principal con una puerta para el vaciado de los residuos. Los sensores de ultrasonidos, usados para el control de residuos, se encuentran escondidos en un canal extraíble para su mantenimiento. Además cuentan con unas lamas de caucho SBR que frenan la caída de los residuos y hacen que se deposite suavemente, sin dañar sus componentes.

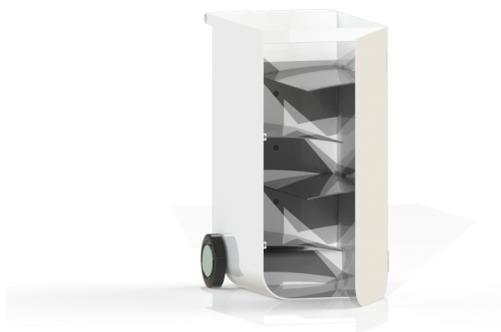


Fig. 10: Contenedor rediseñado



Fig. 11: Zoom del contenedor rediseñado

DEFINICIÓN DE LA PLATAFORMA:

Después volver a investigar sobre el reutilizar de contenedores de barco y de casetas de obra se llegó a la conclusión de que no era viable en el proyecto. Esto es debido a las grandes dimensiones de los contenedores de barco, lo que imposibilitaría la utilización de camiones de pequeño tamaño. Al no poder utilizar este tipo de camiones se tendría que utilizar un camión de grandes dimensiones, los cuales tienen restringido el movimiento por el centro de la ciudad.

Tampoco es posible dejarlos fijos porque no es el objetivo del rediseño del punto limpio móvil. A su vez, descartamos la opción de reciclar una caseta de obra porque, aunque la estructura es muy robusta por su finalidad, tienen ventanas las cuales habría que tapiar. Por lo cual, teniendo en mente la necesidad de dejar estas plataformas en una localización y la necesidad de facilitar este transporte de una localización a otra, se ha elegido la opción de camión con gancho.

Se eligió esto debido a la posibilidad de desprender la plataforma del camión gracias al gancho, dejando esta en una estación mientras el camión sigue con su trabajo, y a la facilidad para desplazar la plataforma con este camión de reducido tamaño, dentro de las dimensiones permitidas en las ciudades (4m de alto en total y 2'55m de ancho, y no más de 3500kg).



Fig. 12: *Camión con plataforma*



Fig. 13: *Camión descendiendo la plataforma*

MATERIALES ELEGIDOS:

Para la plataforma se ha escogido como material principal el **aluminio anodizado** en serie 6000 ya que ofrece numerosas ventajas y una amplia gama de aplicaciones. Se trata de un metal no ferromagnético, el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre, lo cual nos beneficia para que el precio de compra no sea elevado. En estado natural se encuentra en muchos silicatos y se extrae únicamente del mineral bauxita (por transformación en alúmina y después en aluminio metálico mediante electrólisis).

Este metal posee una combinación de propiedades, tales como su baja densidad (2812,5 kg/m³) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica (hasta los 690 MPa). Es buen conductor de la electricidad y del calor, se mecaniza con facilidad y es muy barato.

El principal inconveniente para su obtención reside en la elevada cantidad de energía eléctrica que requiere su producción. Este problema se compensa por su bajo coste de reciclado, su extendida vida útil y la estabilidad de su precio. Para aportar mayor resistencia a la corrosión, además de un toque estético, se ha decidido tratarlo con un proceso de anodización. Este proceso, según la norma ISO 10074, es necesario para proteger al material de la corrosión y la abrasión. De esta forma, el espesor puede variar desde 25 µm hasta 50 µm.

En cambio, para el contenedor de pequeños electrodomésticos, se ha decidido realizar de **ABS** ya que nos ofrece las necesidades establecidas en los requerimientos de diseño para este producto, además de **caucho SBR** en láminas. Es un plástico muy resistente al impacto, utilizado especialmente en la industria de la automoción. Se considera un termoplástico amorfo. Se le suele llamar plástico de ingeniería porque su elaboración y procesamiento es algo más complejo que en los plásticos comunes. Se trata de un polímero compuesto por tres bloques: acrilonitrilo, butadieno y estireno por lo que se le denomina terpolímero.

Cada uno de los tres bloques aporta características distintas. El acrilonitrilo rigidez, resistencia a ataques químicos, dureza y estabilidad a las altas temperaturas. El butadieno, tenacidad a la temperatura cuando ésta es especialmente baja y resistencia a impacto; y el estireno, resistencia mecánica, rigidez, brillo, dureza. Esta mezcla de propiedades hace que el producto final sea de gran aplicación en la fabricación de equipos pesados y aparatos electrónicos.

Es opaco y puede ser de color oscuro o marfil. Puede pigmentarse en la mayoría de los colores obteniéndose un buen acabado y no es tóxico. Además, puede ser extruido, moldeado mediante inyección, solapado y prensado. No es altamente inflamable aunque mantiene la combustión. Aunque, uno de los inconvenientes del ABS es su precio. También se utilizarán láminas de caucho sbr vulcanizado con refuerzo de negro de humo. Esto nos ayudará a amortiguar la caída y evitar que los pequeños electrodomésticos se rompan.

PRODUCTO DIGITAL

Se definieron tres tipos de actores que utilizará el producto digital, y por lo tanto tres roles distintos dentro de la aplicación. Estos actores son:

- **Ciudadano:** Persona que conoce el servicio por la publicidad en la ciudad. Recicla los residuos que sabe que va a poder depositar en la plataforma y cuando lo considere oportuno, acudirá a su punto limpio móvil más cercano y depositará en él los residuos que haya reciclado en su domicilio.
- **Administrador:** Persona que se encarga del servicio que se dedica a controlar el servicio.
- **Conductor:** Persona encargada de mover las plataformas y realizar la descarga de residuos.

A partir de estos tres roles se realizó el diseño conceptual de la aplicación, como se puede observar en los anexos. Con esta definición previa se realizaron una primera estructura e inventario de contenidos, los cuales han sido revisados y actualizados, como se puede observar en los anexos. Primeramente se dividieron en función de los roles, pero tras sus sucesivas actualizaciones se fusionaron esos roles para tener una estructura única, al igual que el inventario.

Para una fase inicial de desarrollo de la aplicación se desarrollaron una serie de wireframes de las pantallas con la aplicación web Marvel (<https://marvelapp.com/>). Con estos wireframes se hizo un prototipo inicial de las tres partes de la aplicación, los cuales se testearon con algunos usuarios.

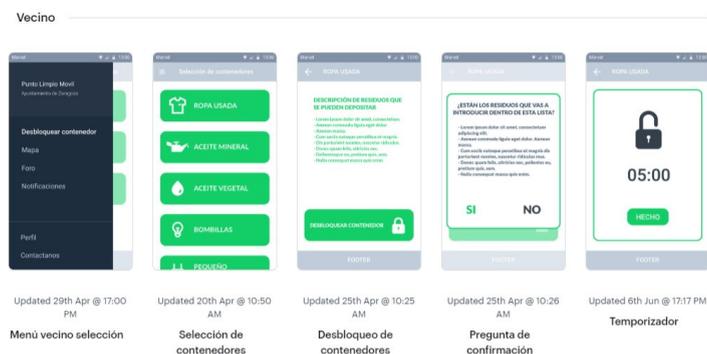


Fig. 14: Ejemplo de wireframes del ciudadano

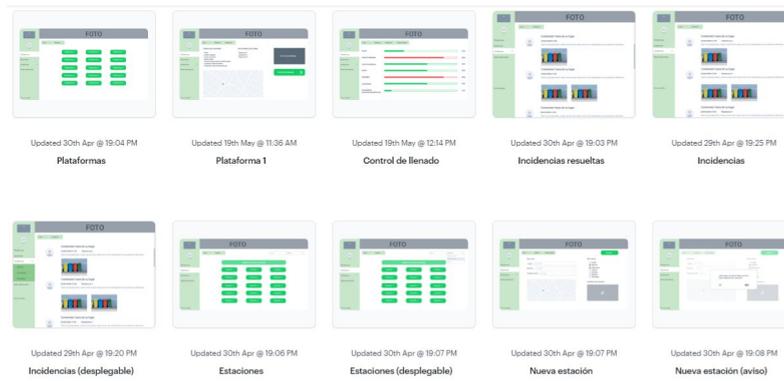


Fig. 15: Ejemplos wireframes del administrador

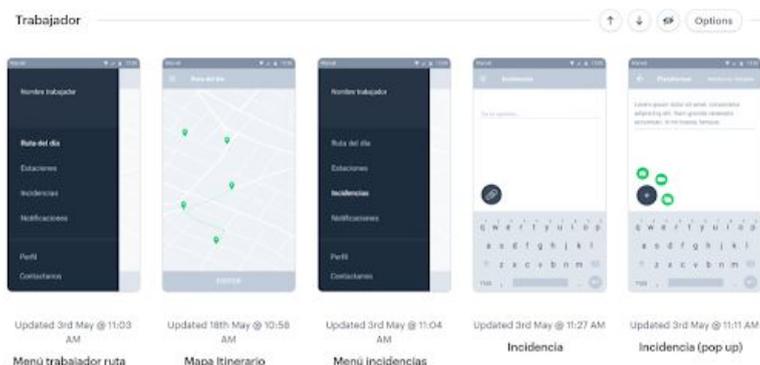


Fig. 16: Ejemplos wireframes del conductor

A través de estas pruebas iniciales se detectaron una serie de problemas que se implementaron en el **prototipo** final. Algunos de estas modificaciones incluyen el cambio de la palabra bonificanificaciones por saldo en el perfil del ciudadano, ya que algunos de los participantes de las pruebas no lo entendían, y el cambio de la palabra redistribución por editar (los datos de una estación) en la parte de administrador.

El cambio más relevante de estos prototipos iniciales a los finales fue visual, ya que se depuró la estética para darles apariencia de aplicación definitiva. Además de que según se iba avanzando en la definición del servicio se añadieron funciones como las del desbloqueo remoto y la gestión de las incidencias por parte del administrador.

Además se realizó una **evaluación de la heurística** con este prototipo inicial de la cual se concluyó en implementar otras modificaciones. Algunas de las cuales incluyen un atajo para los usuarios expertos en el desbloqueo de contenedores, añadir un listado de residuos relacionados pero que no se pueden depositar en dicho contenedor, mantener una estética coherente entre los roles de la aplicación y mejorar los pop-ups de feedback con el usuario de la interfaz.

Para definir la guía de estilo necesaria para realizar una interfaz consistente, establecimos unos formatos concretos para cada elemento que íbamos a necesitar. Finalmente lo agrupamos por familias como son: tipografía e iconografía, paleta de colores, estilo de botón, layout, menús, pop up, etc.

En cuanto a la definición del servicio, una parte fundamental es la de definir las tareas que puede realizar cada usuario con nuestra aplicación móvil. Algunas de las acciones más relevantes de cada perfil de usuario son:

Administrador:

- Comprobar el correcto funcionamiento de las estaciones, con comentarios destacados de la misma y datos estadísticos recabados durante el servicio de estas.
- Comprobar el llenado de los contenedores de las plataformas para saber si deben ser llevados al punto limpio fijo para vaciarlos o no.
- Determinar si sería necesario ubicar nuevas estaciones en algún barrio que carezca de ellas o se necesite un mayor número en función de los habitantes de la zona y de los comentarios que pongan sus vecinos sobre el tema.
- Reubicar la posición de las estaciones dependiendo de las quejas y comentarios que puedan comunicar los vecinos en la aplicación.
- Facilitar el desbloqueo de aquellas compuertas que un ciudadano sin acceso a un smartphone quiera abrir para reciclar los residuos.

Conductor:

- Consultar la ruta que ha de seguir en el día y las acciones que tiene que realizar en cada momento.
- Notificar cualquier incidencia ocurrida durante la jornada laboral.
- Consultar las notificaciones sobre posibles modificaciones del servicio.
- Observar los detalles de las estaciones de la ciudad (localización, plataforma que la cubre, etc.)

Ciudadano:

- Informarse acerca de las estaciones que se ubican más cerca de su vivienda habitual.
- Desbloquear los contenedores de los residuos que se desean reciclar.
- Consultar los residuos que se pueden y que no se pueden depositar en cada contenedor.
- Notificar un comentario sobre el servicio, tanto quejas sobre el mismo como sugerencias para mejorarlo.
- Consultar y gestionar el saldo recaudado con la cantidad de residuos reciclados.
- Observar las notificaciones sobre posibles modificaciones del servicio.
- Editar el perfil individual.
- Se realizaron diagramas de flujo de dos tareas: la más crítica del rol de ciudadano, el desbloqueo de un contenedor, y la más compleja del rol de administrador, editar una estación ya existente.

A partir de todo lo trabajado se desarrolló el **prototipo final** desarrollado en Adobe XD, como se puede ver en los anexos, con la implementación de todas las modificaciones que se vieron oportunas. Este fue el prototipo en el que desarrollamos todas las pantallas finales.



Fig. 17: Pantalla principal ciudadano



Fig. 18: Pantalla principal conductor

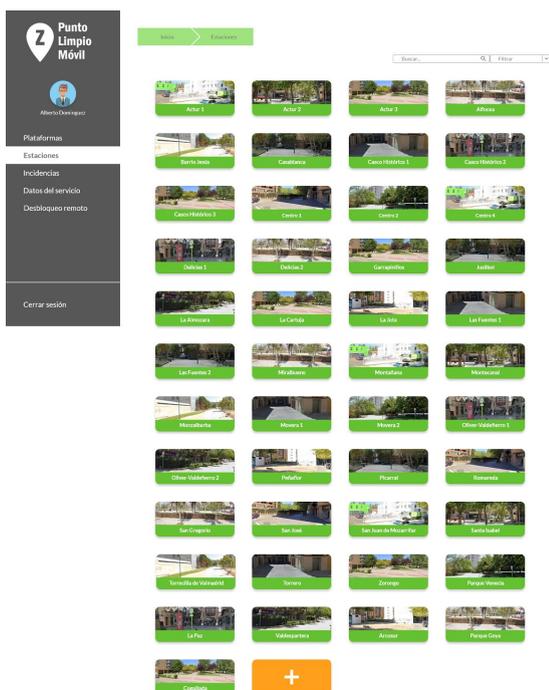


Fig. 19: Pantalla principal administrador

SECUENCIAS DE USO

Como este proyecto se ha diseñado desde el “diseño para todos” se ha establecido una secuencia de uso para los posibles usuarios sin acceso a la aplicación móvil. Por esto el servicio cuenta con **dos secuencias de uso** diferenciadas: la del vecino con aplicación móvil y la del vecino sin aplicación.

SECUENCIA DE USO (vecino con app)

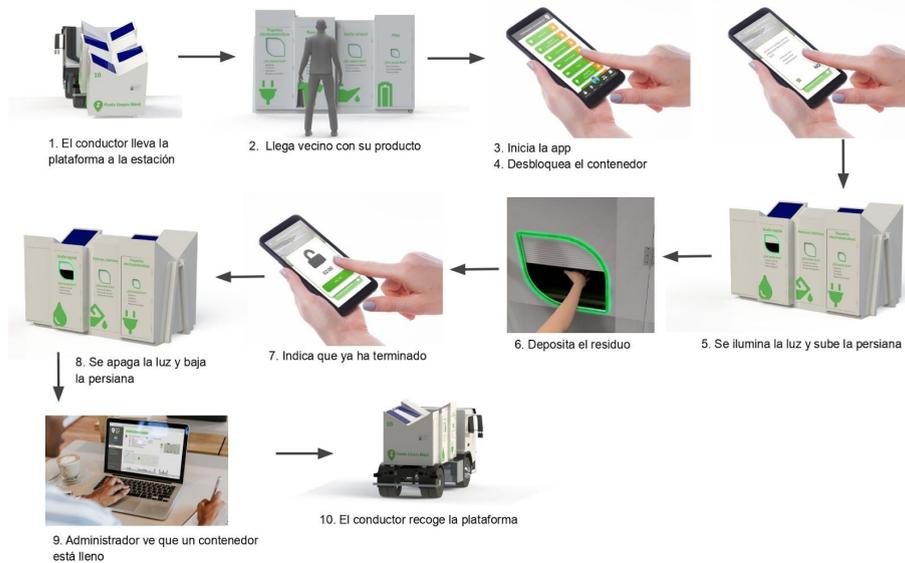


Fig. 20: *Secuencia de uso del vecino con aplicación móvil*

SECUENCIA DE USO (vecino sin app)

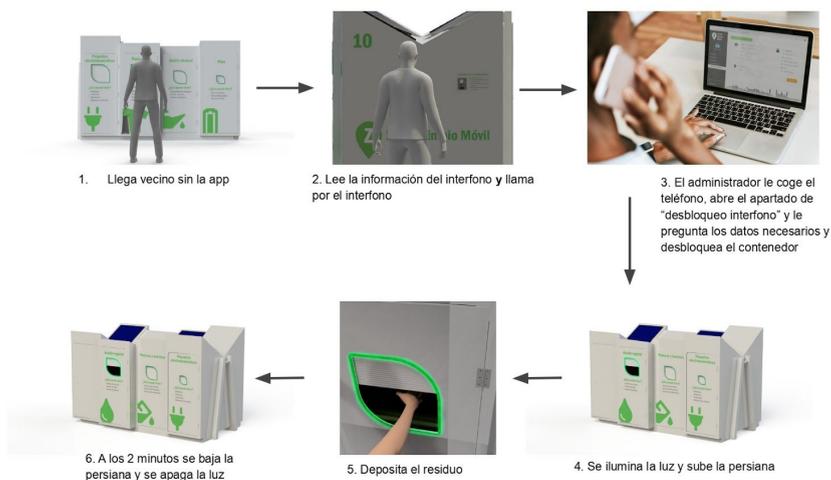


Fig. 21: *Secuencia de uso del vecino sin aplicación móvil*

PRESUPUESTO

El presupuesto estimado de los costes generales del proyecto se ve reflejado en el anexo *GPD1.1_Estudio de costes del proyecto.pdf*.

En este estudio, se puede observar un gran apartado en el que se desarrollan los costes de la fabricación del producto físico, además de los apartados en los que se detallan los 4 camiones encargados de la distribución de las plataformas, el desarrollo del producto digital, la campaña publicitaria y la mano de obra.

Además se ve como, de cada conjunto de componentes se ofrece información sobre el número de unidades, el precio por unidad, el precio final que será necesario, el precio que cuesta la fabricación de cada plataforma y el precio de las 15 plataformas necesarias. El precio por **plataforma** rondaría los **13.000€** y el total de las plataformas serían algo menos de 200.000€.

Los costes estimados del diseño del producto digital y el desarrollo del mismo, se estimaron gracias a los valores orientativos que nos indicaron los profesores de la asignatura Interacción Usuario-Producto.

En cuanto al presupuesto estimado para la **campaña publicitaria** de nuestro servicio, se puede observar que el precio total serán unos **170.000€**. Esto se descompone en 32.820 € en anuncios en Aragón TV y Aragón Radio, 79.800 € en anuncios en autobuses, 5.936 € en anuncio media página en El Periódico de Aragón y 0.66€/click anuncios en instagram, entre otros. Para los gastos en personal se tendrá en cuenta la contratación de un community manager, encargado de gestionar las cuentas en las diferentes redes sociales. Cobrará alrededor de 1300€/mes.

El presupuesto estimado que debería costar el proyecto sin contar la obra pública es **816.121,14€**.

Para la implantación de la **señalización** en las calles de la ciudad, se debe realizar una pequeña obra pública que costará algo menos de **5.000€**.

CONCLUSIONES

Como conclusión del proyecto, se ha redactado un listado de **lecciones aprendidas** en las que se pueden observar las más relevantes para el proyecto. Estas se han obtenido gracias a los cambios y desviaciones observadas tanto en las planificaciones como en el diario. Todo esto queda recogido en el anexo *GPD1.1_Lecciones aprendidas.pdf*.

Algunas de las más importantes recogen ideas sobre la planificación de la fase 1, donde se explica que inicialmente se determinó una fecha de entrega y posteriormente se cambió debido a un fallo de comunicación entre los profesores. Esto nos enseña a ver que aunque desde un principio quede todo organizado y establecido, siempre puede haber pequeños cambios que, aunque para unos sea insignificante, para otros pueda ser caótico y trastocar todas las planificaciones posteriores.

Otra lección aprendida muy importante tiene que ver también con las planificaciones. Este trabajo es el primero que se realizaba sobre el diseño o rediseño de un sistema producto-servicio (anteriormente solo había sido diseño o rediseño de producto). Se ha observado que, como los servicios hay que diseñarlos pensando en los usuarios que lo van a utilizar y en las emociones que van a generar sobre ellos, hay que estar constantemente en fases de cambios y nuevas implementaciones.

En cuanto a lo aprendido de forma general en el proyecto, hemos podido observar cómo se organiza al completo y ser conscientes de todo lo que acarrea un pequeño cambio en decisiones de diseño, o incluso en planificaciones iniciales.

Finalmente se ha establecido que el **rediseño del Punto Limpio Móvil de Zaragoza** va a ser más óptimo, gracias a la mejora de la gestión del servicio, más inclusivo, debido a los cambios planteados desde el diseño para todos, más flexible, con la ampliación de los horarios del servicio y, sobre todo, más educativo, inculcando valores de reciclaje y sostenibilidad en la ciudadanía.