



MEMORIA TFG

Cómo reducir la deposición de desechos
generados en la práctica del esquí alpino a través del
diseño de un SPS

How to reduce waste disposal from alpine
skiing through the design of an SPS

Autor/es

María Reineria Puértolas Antorrena

Director/es

Ángel Carrasquer Poy

Titulación del autor

Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Universidad de Zaragoza

2023-24

RESUMEN

El presente TFG se centra en el diseño de un Sistema Producto-Servicio (SPS) que promueva la sostenibilidad y la conciencia ambiental entre los esquiadores al mismo tiempo que reduce los desechos producidos en las estaciones de esquí. El proyecto RESKI propone establecer estaciones de reciclaje en la propia estructura de los telesillas para facilitar el desecho responsable de residuos e incentivar a los usuarios por su participación mediante recompensas. En este trabajo se ha desarrollado el producto, (la estación de reciclaje), con sus planos y los procesos de fabricación, junto con el diseño de una aplicación móvil para administrar el sistema de recompensas.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Contexto.....	3
1.2 Objetivos.....	3
<i>Objetivos generales.....</i>	3
<i>Objetivos específicos.....</i>	4
1.3 Problemas abordados.....	4
1.4 Metodología.....	5
2 STAKEHOLDERS.....	6
3 DISEÑO DEL SPS.....	7
3.1 Generación de ideas.....	7
3.2 Desarrollo del SPS seleccionado.....	7
3.3 Descripción del SPS.....	10
<i>Definición del servicio.....</i>	10
<i>Localización de la estación de reciclaje.....</i>	10
<i>Estructura.....</i>	11
<i>Recompensas.....</i>	11
<i>Vaciado y mantenimiento.....</i>	12
3.4 Diseño del nombre e imagotipo.....	13
<i>Nombre del Servicio: RESKI.....</i>	14
<i>Imagen de RESKI.....</i>	14
3.5 Diseño de la estación de reciclaje.....	15
<i>Primer Modelado en SketchUp.....</i>	15
<i>Diseño Final en Solidworks.....</i>	15
3.6 Procesos de fabricación y materiales.....	17
<i>Materiales.....</i>	17
<i>Costo de fabricación.....</i>	19
3.7 Aplicación de RESKI.....	20
3.8 Promoción y señalización de RESKI.....	22
<i>Carteles informativos y Banners.....</i>	23
<i>Páginas Web y aplicaciones para dispositivos móviles.....</i>	23
3.9 Análisis de sostenibilidad.....	24
4 REFERENCIAS.....	25

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto

El esquí es una actividad recreativa y deportiva que tiene una gran relevancia económica y social en muchas regiones, especialmente en áreas montañosas donde constituye una importante fuente de ingresos a través del turismo (Carús Ribalaygua & Saz Gil, 2010). Las estaciones de esquí no solo generan empleo, sino que también impulsan el desarrollo local mediante la atracción de turistas nacionales e internacionales (ATUDEM, 2023).

La sostenibilidad en el contexto del esquí es crucial debido al impacto ambiental significativo que puede tener esta actividad (*Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 3, pág. 6*). Las estaciones de esquí consumen grandes cantidades de agua y energía, y su operación puede afectar negativamente los ecosistemas locales. La adopción de tecnologías de energía renovable, como paneles solares, y la gestión eficiente de los recursos hídricos y de nieve son algunas de las medidas que se están tomando para reducir la huella ecológica de las estaciones de esquí (Baqueira Beret, 2024). La conexión entre la sostenibilidad y el esquí radica en la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la preservación del medio ambiente. El proyecto RESKI se inserta en este contexto, buscando proporcionar una solución tecnológica que fomente el reciclaje y la reducción de residuos en las estaciones de esquí. Esta iniciativa no solo mejora la sostenibilidad ambiental, sino que también sensibiliza a los usuarios sobre la importancia de las prácticas ecológicas, creando un impacto positivo tanto a nivel local como global (Carrillo et al., 2019; Pereiro Olaizola, 2018).

1.2 Objetivos

Objetivos generales

En este contexto, el presente Trabajo de Fin de Grado se enfoca en abordar esta problemática mediante el diseño de un Sistema Producto – Servicio (SPS) , con el objetivo de reducir la deposición de desechos derivados de la práctica del esquí alpino. Este proyecto no solo aspira a mitigar la contaminación ambiental, sino también a fomentar la concienciación medioambiental entre los usuarios de las estaciones de esquí, promoviendo prácticas más sostenibles y respetuosas con el entorno natural.

Objetivos específicos

- **Modelado funcional del producto:**
 - o Diseñar un modelo funcional del Sistema de Prevención de Residuos (SPS) considerando las necesidades específicas de las estaciones de esquí y los usuarios, identificando los puntos críticos de la generación de residuos en estaciones de esquí.
 - o Asegurar que el diseño del SPS sea viable para su fabricación, y que cumpla con los estándares necesarios para su implementación efectiva.
- **Desarrollo de un servicio implementable:**
 - o Crear un servicio que se pueda implementar fácilmente en las estaciones de esquí interesadas, asegurando que el sistema sea intuitivo y accesible para todos los usuarios.
- **Promoción y educación ambiental:**
 - o Desarrollar materiales educativos y señalización adecuada para informar a los usuarios sobre el correcto uso del sistema y la importancia del reciclaje.
 - o Crear contenido informativo para diversas plataformas, como aplicaciones móviles y redes sociales, para maximizar el alcance y la efectividad de la promoción ambiental.
 - o Incentivar al usuario la actividad del reciclaje de forma habitual, mediante la proporción de recompensas por reciclar.
- **Flexibilidad y adaptabilidad del producto:**
 - o Diseñar el SPS de manera que sea flexible y adaptable, permitiendo su colocación en distintos contextos y estaciones de esquí diferentes, asegurando que pueda ajustarse a las particularidades de cada entorno.

1.3 Problemas abordados

A lo largo del proceso de creación de este Trabajo de Fin de Grado, me he enfrentado a numerosos desafíos importantes que requerían una atención específica para poder avanzar hacia los objetivos que me había establecido. La identificación precisa del problema a resolver y la viabilidad económica del proyecto se encuentran entre los principales desafíos abordados.

Uno de los desafíos más significativos ha sido la identificación precisa del problema a abordar. Dada la variedad de residuos generados en las estaciones de esquí y las diferentes dinámicas operacionales de cada estación, fue crucial definir claramente el problema específico que el SPS debe resolver. Este proceso implicó una extensa investigación y análisis para comprender las fuentes y tipos de residuos más comunes. Solo con una definición clara y detallada del problema fue posible diseñar un sistema que ofrezca soluciones efectivas y prácticas. Otro reto fundamental ha sido asegurar la viabilidad económica del SPS. La implementación de cualquier nuevo sistema en las estaciones de esquí debe considerar no solo los costos iniciales de instalación sino también los costos de fabricación y de mantenimiento. Este aspecto es crucial para garantizar que las estaciones de esquí puedan adoptar el SPS sin incurrir en gastos demasiado altos que podrían desincentivar su uso. Por lo tanto, se ha trabajado extensamente en el modelado de un producto que sea no solo efectivo en la reducción de residuos, sino también económicamente viable, permitiendo una fácil implementación y mantenimiento por parte de las estaciones interesadas.

1.4 Metodología

La investigación realizada en este trabajo ha sido de carácter exploratorio y descriptivo, con el objetivo de diseñar un Sistema Producto – Servicio en el contexto de las estaciones de esquí. La metodología empleada se ha dividido en tres etapas principales:

En esta primera etapa, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de literatura para obtener fuentes secundarias de información. Se consultaron materiales relacionados con el cambio climático y el esquí alpino, haciendo hincapié en la importancia y la influencia de la práctica del esquí en el medio ambiente. Además, se analizó información sobre las estaciones de esquí españolas, comprendiendo qué es una pista de esquí y las partes que componen una estación de esquí. Esta revisión bibliográfica tuvo como propósito establecer el marco teórico de la investigación, considerando bibliografía tanto de España como de ámbito internacional, publicada entre los años 2000 y 2023, para asegurar la actualización y relevancia de los datos (excepto en casos de modelos teóricos específicos).

La segunda etapa se centró en la ideación y el desarrollo de conceptos de un SPS que abordara el problema identificado en la etapa anterior. Se utilizaron técnicas de ideación como el brainstorming y modelos de selección para generar y evaluar múltiples conceptos de SPS. Posteriormente, se seleccionó un concepto definitivo que fuera viable y efectivo para resolver la problemática planteada .

En la tercera etapa, se procedió al desarrollo tanto técnico como formal del SPS. Esta fase incluyó el diseño detallado del sistema, la selección de materiales y procesos de fabricación adecuados, y la creación de prototipos para probar la funcionalidad y eficiencia del SPS. Se aseguraron que todos los componentes del sistema cumplieran con los requisitos de resistencia, durabilidad y sostenibilidad, garantizando así la viabilidad del proyecto.

2 STAKEHOLDERS

Este estudio identificó y analizó los interesados internos y externos de las estaciones de esquí, en particular los clientes, las escuelas de esquí y el personal (*Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 4.1, pág. 20*). Estos actores son cruciales para el desarrollo de la experiencia del usuario y del servicio. Se han utilizado técnicas de creación de personas arquetípicas y escenarios representativos basados en datos de entrevistas y observación directa para mejorar la comprensión de las necesidades y comportamientos de los usuarios. Se crearon fichas detalladas para seis tipos de usuarios: esquiadores ocasionales, esquiadores regulares, instructores de esquí, trabajadores de la estación, niños y no esquiadores. Además, se realizaron entrevistas, cuyo análisis reveló preocupaciones importantes como la acumulación de basura en áreas específicas y la falta de papeleras en las estaciones (*Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 4.3, pág. 29*). Estas áreas específicas son las líneas debajo de los telesillas. Se descubrió mediante las entrevistas que algunos usuarios esquiadores tiran residuos en ese área ya que es el momento en el que algunos usuarios consumen alimentos. Estos descubrimientos dieron lugar a un mejor entendimiento del problema y la oportunidad de desarrollar conceptos lo solucionasen.

3 DISEÑO DEL SPS

3.1 Generación de ideas

La generación de ideas es una parte importante del desarrollo de soluciones innovadoras para el problema de los desechos en las estaciones de esquí alpino. Esta parte del proceso se centra en la creación de una variedad de propuestas novedosas y factibles, que luego serán evaluadas y refinadas para que puedan implementarse. Para desarrollar el proceso creativo, hice uso de varias técnicas reconocidas como el Brainstorming y la Inversión. Luego, evalué y refiné estas ideas a través de iteraciones sucesivas para extraer y perfeccionar los conceptos finales más prometedores. Este enfoque me permitió identificar y seleccionar los seis conceptos con mayor potencial, de los cuales posteriormente seleccioné el definitivo. Para decidir cuál de estos conceptos seguir adelante, se implementó la matriz de Pugh. Esta herramienta de evaluación me permitió ponderar los factores críticos de calificación, destacando la importancia de promover la prevención y la concienciación sobre la sostenibilidad. Los resultados de este proceso se encuentran en el *Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 5.3, pág. 67*, asegurando que el concepto seleccionado no solo fuera viable desde una perspectiva técnica y económica, sino que también fomentara activamente la sostenibilidad y la conciencia ambiental.

3.2 Desarrollo del SPS seleccionado

Desde este momento en adelante, los Stakeholders clave que interactúan con el servicio son los usuarios esquiadores que generan residuos en el telesilla y los empleados de la estación que se encargan del mantenimiento del servicio. Además, se introducen dos términos nuevos que van a ser repetidos a lo largo del resto de la explicación del proyecto: “estación de reciclaje”, que hará el papel del producto papelera a desarrollar; y “remontero”, que es aquel trabajador que opera los remontes y tendrá que encargarse del vaciado de la estación de reciclaje.

Para el desarrollo del SPS se ha seguido un proceso estructurado para identificar problemas, explorar soluciones y finalmente definir en profundidad el concepto central

del proyecto. Este proceso se basó en técnicas de análisis como la "flor de loto" y el "listado de atributos", que permitieron un enfoque detallado y sistemático (*Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 5.4, pág. 72*).

Inicialmente, utilicé la técnica de la flor de loto para identificar una amplia gama de problemas potenciales que podrían surgir en el contexto del proyecto. Esta técnica facilitó la generación de ideas posteriores mediante la técnica del listado de atributos para cada uno de los problemas identificados en la flor de loto. Este método implicó desglosar cada problema en atributos muy específicos, tratando de buscar soluciones generales para todos ellos. Con base en esta fase inicial de exploración y análisis, se procedió a desarrollar una matriz de especificaciones del producto. Esta matriz consolidó los atributos críticos identificados anteriormente y proporcionó un marco estructurado para evaluar y comparar posibles soluciones a los problemas del SPS. Cada especificación del producto se alineó con los requisitos y necesidades de los usuarios establecidos anteriormente en el apartado de stakeholders.

Matriz EDP's						
<i>Funciones principales</i>						
Nº	Función	K	Criterio	Nivel	Flexibilidad	Clase
1	Almacenar residuos.	5	Capacidad.	40 L	± 10	2
2	Permitir reciclaje.	4	Separación de residuos.	No aplica	No aplica	0
3	Fácil introducción de residuos en el interior.	2	Tiempo de deposición	5 seg	± 3	3
4	Instruir al usuario sobre reciclaje/sostenibilidad.	3	Concienciación.	No aplica	No aplica	0
5	Que se agarre al telesilla.	2	Anclaje.	No aplica	No aplica	0
6	Fácil de interpretar y usar por el usuario.	4	Uso.	No aplica	No aplica	1
7	Recompensar por su uso.	5	Fidelización.	Uso de nuevo.	No aplica	0
8	Reconocimiento del usuario que lo usa.	5	Usuario.	No aplica	No aplica	0
<i>Funciones Complementarias</i>						
Nº	Función	K	Criterio	Nivel	Flexibilidad	Clase
1	Fácil apertura.	4	Acceso.	No aplica	No aplica	1

2	Estético.	1	Aspecto.	No aplica	No aplica	2
3	Fácil de instalar.	2	Pasos de instalación.	6	+ 3	2
4	Conexión con la app de las estaciones de esquí.	5	Usuario.	No aplica	No aplica	0
5	Soporte informativo.	2	Usuario.	No aplica	No aplica	1
6	Fácil mantenimiento.	3	Veces de mantenimiento / mes.	2	+ 1	1
7	Detección de cuándo está lleno.	5	Capacidad.	No aplica	No aplica	0
8	Fácil de limpiar.	3	Limpieza.	No aplica	No aplica	1
9	Indicar cuando está abierto.	1	Acceso.	No aplica	No aplica	2

Funciones restrictivas

Nº	Función	K	Criterio	Nivel	Flexibilidad	Clase
1	Fácil de vaciar.	5	Tiempo de vaciado.	30 seg	± 10	1
2	Ligero (kg)	2	Peso.	7 kg	± 2	2
3	Hermético.	1	Estanqueidad.	No aplica	No aplica	0
4	Resistencia a climas extremos/fríos.	3	Resistencia a temperatura	-30 °C	± 5	2
5	Ser seguro para el usuario.	4	Seguridad.	No aplica	No aplica	0
6	Material adecuado y resistente.	4	Resistencia a impactos.	No aplica	No aplica	1
7	Material recicitable	5	Reciclabilidad	Alta	No aplica	0

Funciones técnicas

Nº	Función	K	Criterio	Nivel	Flexibilidad	Clase
1	Cumplimiento de la directiva de marcado CE.	5	Símbolo Marcado CE	No aplica	No aplica	0
2	Uso de piezas normalizadas.	4	Piezas en prontuarios.	No aplica	No aplica	1

Tabla 1. Matriz de EDP's.

Continuando con el proceso, se desarrollaron de nuevo soluciones potenciales para cada problema, pero en esta ocasión teniendo en cuenta las especificaciones de diseño planteadas. Este método permitió una evaluación exhaustiva de una gran variedad de opciones y garantizó que las soluciones sugeridas abordaran de manera efectiva los aspectos importantes identificados previamente. Cada solución fue revisada y evaluada para asegurarse de que fuera viable técnicamente, que hubiese cohesión y se

ajustara a los principios de sostenibilidad del proyecto. Finalmente el concepto final fue creado gracias a la conexión entre todas las mejores soluciones (*Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 5.6, pág. 83*).

3.3 Descripción del SPS

Definición del servicio

El servicio está diseñado para reducir los residuos generados durante los trayectos en los telesillas de las estaciones de esquí, ofreciendo a los usuarios una manera eficiente y ecológica de desechar sus desechos. Este sistema no solo contribuye a mantener las estaciones de esquí más limpias y sostenibles, sino que también educa y fomenta el comportamiento responsable entre los esquiadores. Las estaciones de reciclaje están estratégicamente instaladas en la estructura de la silla del telesilla. Estas estaciones permiten a los usuarios desechar correctamente los desechos generados durante su estancia en las pistas de esquí, como envoltorios de alimentos, botellas de bebidas y otros residuos.

Localización de la estación de reciclaje

Las estaciones de reciclaje están fijadas a la estructura de cada silla mediante abrazaderas y se colocan estratégicamente para que los usuarios puedan acceder a ellas desde cualquier asiento, independientemente del número de asientos del telesilla. También se ha considerado la disposición de las instalaciones existentes alrededor del telesilla. Para telesillas de 2 a 4 asientos, la ubicación ideal es en ambos laterales del telesilla. En el caso de sillas de 6 y 8 asientos, la mejor distribución incluye 2 estaciones en ambos laterales y 1 o 2 en el respaldo del telesilla.

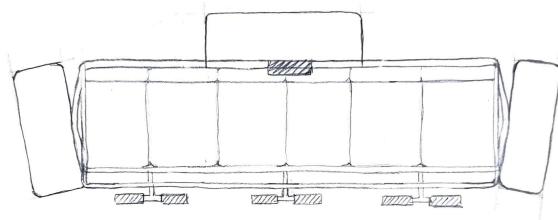


Figura 1. Distribución de la estación de reciclaje en sillas de 6.

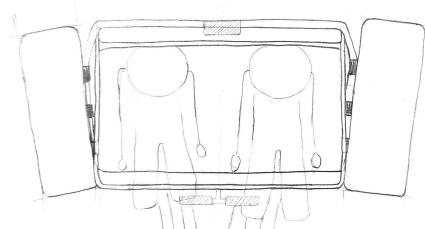


Figura 2. Distribución de la estación de reciclaje en sillas de 2 y 4.

No obstante, en situaciones de espacio limitado o falta de presencia de remonteros a un lado, la distribución recomendada para sillas de 4 asientos es una estación de reciclaje en el lado derecho y otra en el respaldo, más cerca del lado izquierdo. Esto se debe a que los remonteros pueden acceder siempre a la parte trasera del telesilla, pero no siempre al lateral izquierdo. Esta misma disposición se aplica a sillas de 6 y 8 asientos, ubicando la estación de reciclaje del lado izquierdo en el respaldo del asiento más a la izquierda.

Estructura

La estación de reciclaje debe ser lo suficientemente grande para maximizar su capacidad de acumulación de residuos y minimizar la frecuencia de vaciado. Sin embargo, no debe ser tan grande como para desequilibrar el peso del telesilla, comprometer las distancias mínimas de seguridad entre la silla y las pilonas, o añadir un peso excesivo que ralentice el telesilla y aumente considerablemente los costos de instalación. La estación tiene una estructura trapezoidal con tres compartimentos para distintos tipos de residuos: plástico y envases, cartón y papel, y otros restos. Estos compartimentos se han seleccionado basándose en los datos sobre los tipos más comunes de basura desechada. La forma trapezoidal, con la parte superior inclinada hacia adelante, permite que, incluso cuando está montada en el respaldo del telesilla a una altura media, sea fácil ver y acceder a cada compartimento de reciclaje.

Recompensas

El servicio premia a los usuarios por utilizar la estación de reciclaje, otorgándoles puntos acumulables en sus cuentas personales vinculadas a la estación preferida. Estos puntos pueden ser canjeados por descuentos y productos relacionados con los servicios de la estación. Para motivar el uso del servicio, se realizará publicidad dentro de la aplicación de las estaciones de esquí y en las propias estaciones. La verificación del uso del servicio se llevará a cabo a través de la misma aplicación de la estación correspondiente. Además, se solicitará la colaboración del usuario para evitar el abuso en la obtención de puntos, implementando mecanismos de detección del proceso de uso. Este proceso se puede visualizar en la *Figura 3* del apartado.

Las recompensas en puntos varían según el tipo de residuo reciclado. Los plásticos son los más valorados, con 30 puntos, debido a su alta contaminación y al largo tiempo que tardan en degradarse en la naturaleza. Los cartones y papeles reciben 20 puntos por ser productos reciclables, mientras que con otros restos se obtienen 15 puntos, ya que incluyen materiales no reciclables o compostables. Es importante destacar que los puntos propuestos pueden variar según las políticas de recompensas de las diferentes estaciones.

Vaciado y mantenimiento

El proceso de vaciado está diseñado para ser rápido y eficiente, requiriendo menos de 30 segundos, el tiempo aproximado que tiene el remontero en vaciar la estación. Esto se debe a que el proceso debe hacerse durante el tiempo en el que el telesilla llega a la zona de recogida de esquiadores, gira y se va (el telesilla continúa en movimiento durante todo el proceso de vaciado). Los remonteros realizan el vaciado siguiendo cuatro pasos sencillos: 1. Apertura del compartimento a vaciar; 2. Extracción del contenedor lleno; 3. Colocación de un contenedor de reemplazo limpio; 4. Cierre del compartimento. El estado "lleno" de la estación de reciclaje puede ser identificado por el remontero mediante la observación de las compuertas traseras transparentes o a través de notificaciones recibidas en la aplicación de la estación por parte de los usuarios que utilizan el servicio RESKI. El proceso de vaciado se ilustra en la Figura 4.

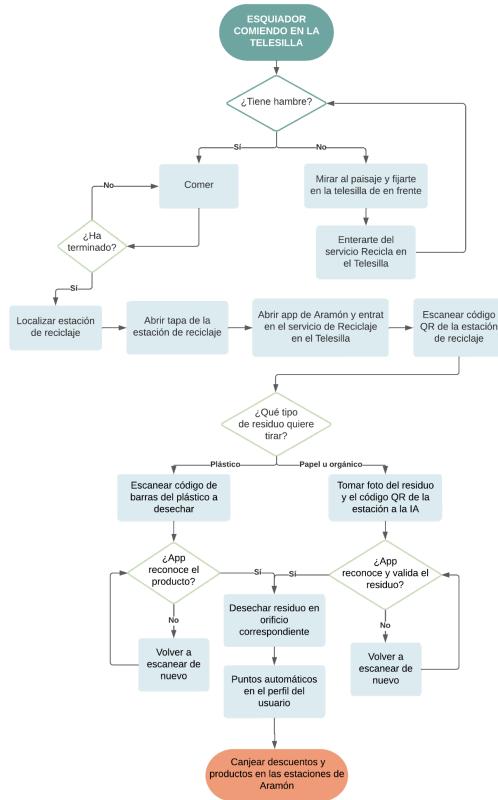


Figura 3. Flujo de uso del servicio.

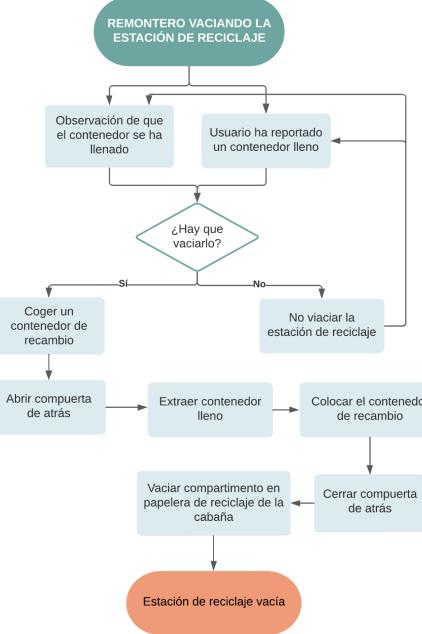


Figura 4. Flujo de vaciado.

Las características que definen el servicio del reciclado en el telesilla se encuentran todas conjuntas en la Figura 5.

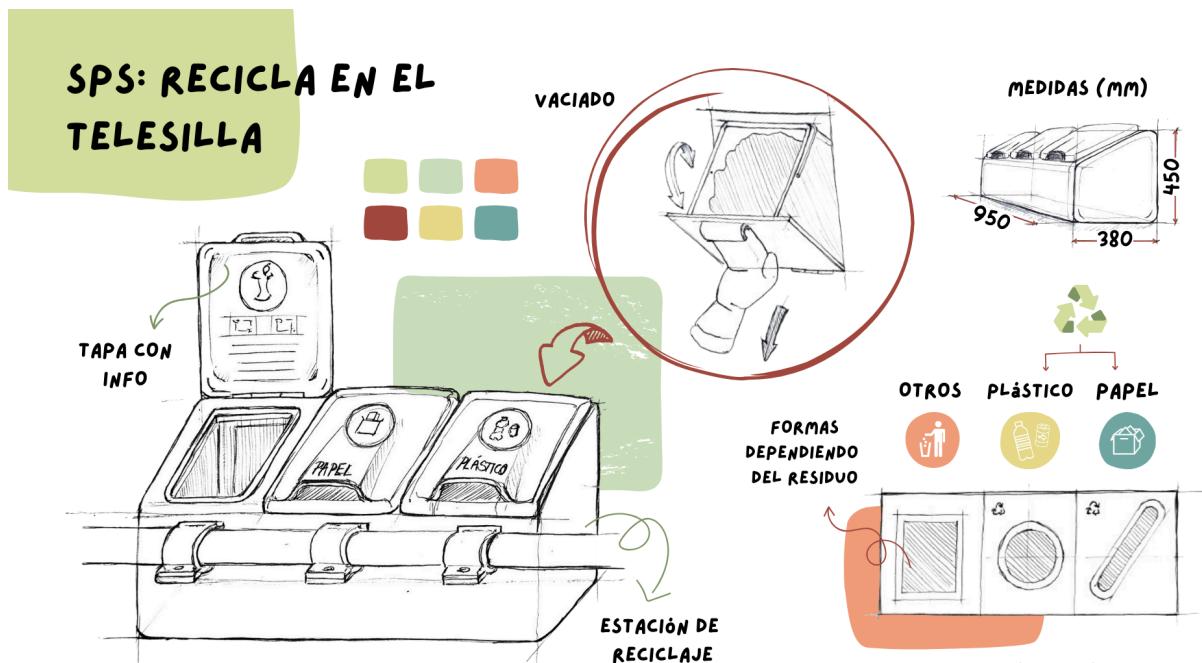


Figura 5. Panel de presentación del servicio Recicla en el telesilla.

Para ver un ejemplo de proceso de vaciado con el producto final, consultar el siguiente enlace:

[https://drive.google.com/file/d/1R3C0f9Ycj3vp_A6DVsj2WjTJ-1D-qkb3/view?
usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1R3C0f9Ycj3vp_A6DVsj2WjTJ-1D-qkb3/view?usp=sharing)

3.4 Diseño del nombre e imagotipo

Para el diseño del nombre e imagotipo del nuevo sistema de reciclaje de telesillas en una estación de esquí, me enfoqué en crear una identidad que fuera fácilmente reconocible y memorable en múltiples idiomas, asegurando una clara asociación con el servicio ofrecido.

Nombre del Servicio: RESKI

El nombre *RESKI* fue seleccionado después de un proceso de análisis y discusión con usuarios esquiadores cercanos. Este nombre combina las palabras *reciclaje* y *esquí*, lo cual no solo comunica claramente la misión de reciclaje del servicio, sino que también establece una conexión directa con la actividad principal de la estación de esquí. La elección del término en inglés, "SKI", proporciona al nombre un reconocimiento internacional. Además, se realizó una búsqueda exhaustiva en la base de datos de la WIPO para verificar la disponibilidad del nombre. Se encontró que existe una marca registrada con el nombre "RESKI" en la clase 30 para productos alimenticios de origen vegetal, lo cual permitió considerar registrar el nombre en la clase 40 para servicios específicos de reciclaje, asegurando así la protección legal adecuada (WIPO, 2024).

Imagotipo de RESKI

El diseño del imagotipo se centró en poder visualizar el concepto de reciclaje dentro del contexto de una estación de esquí. Tras explorar diversas opciones visuales, se optó por un diseño que integrara elementos gráficos relacionados con el reciclaje, como el triángulo de reciclaje, un símbolo de sostenibilidad, de manera que se fusionase con un esquiador, para poner en contexto al usuario. El imagotipo final seleccionado (*Figura 6*) se caracteriza por su simplicidad y claridad, utilizando una paleta de colores corporativos que refuerzan el mensaje de sostenibilidad. La tipografía elegida, Text Me

One, fue modificada para asegurar legibilidad y consistencia estética con el isotipo (*Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 6.3, pág. 109*).



Figura 6. Imagotipo de RESKI.

3.5 Diseño de la estación de reciclaje

En el proceso de diseño de la estación de reciclaje para telesillas, se llevó a cabo una serie de modelados y refinamientos utilizando herramientas de diseño asistido por computadora (CAD). Este apartado detalla el desarrollo desde el primer modelado en SketchUp hasta el diseño final en Solidworks, delineando las características y componentes principales del producto.

Primer Modelado en SketchUp

El primer paso en el diseño de la estación de reciclaje fue la creación de un modelo preliminar en SketchUp. Este modelado me permitió una visualización inicial y rápida de la disposición y proporciones del equipo respecto a la silla del telesilla. Este modelado en 3D también me facilitó la exploración de diferentes configuraciones y ajustes necesarios antes de proceder con un diseño más detallado en Solidworks.

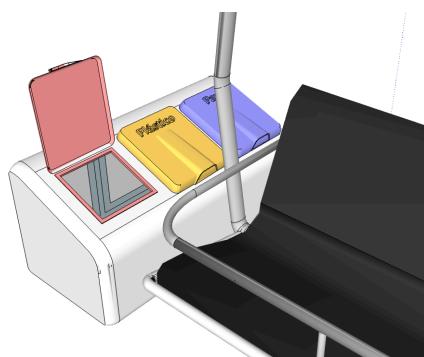


Figura 7. Modelado SketchUp 1.

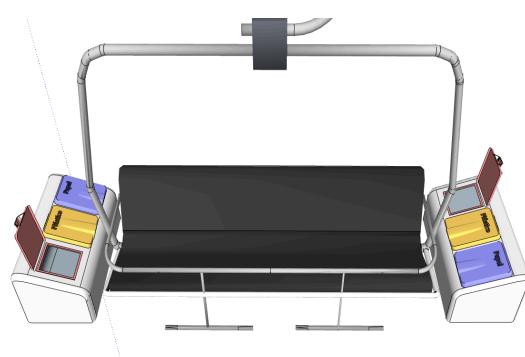


Figura 8. Modelado SketchUp 2.

Diseño Final en Solidworks

El diseño final se desarrolló utilizando el software CAD Solidworks (*Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 7, pág. 116*). La estación de reciclaje está compuesta por seis piezas principales:

1. **Carcasa exterior:** Estructura principal que alberga los componentes internos y proporciona soporte estructural.
2. **Tapas:** Cubiertas superiores que protegen y aseguran el contenido de los cubos de reciclaje.
3. **Compuertas traseras:** Permiten el acceso para el vaciado de los materiales reciclados y para el mantenimiento.
4. **Cubos del interior:** Contenedores individuales dentro del cuerpo principal para separar diferentes tipos de residuos.
5. **Agarre al telesilla:** Dispositivo de sujeción diseñado para acoplarse de manera segura al telesilla.
6. **Pantallas transparentes:** Paneles visuales que permiten la visibilidad del contenido interno.

Además de estas partes principales, el diseño incorpora componentes normalizados como pinzas de amarre a tubos, bisagras, tornillos y asas para los cubos de reciclaje. Estos elementos garantizan no solo la funcionalidad del producto, sino también su durabilidad y facilidad de producción y mantenimiento.

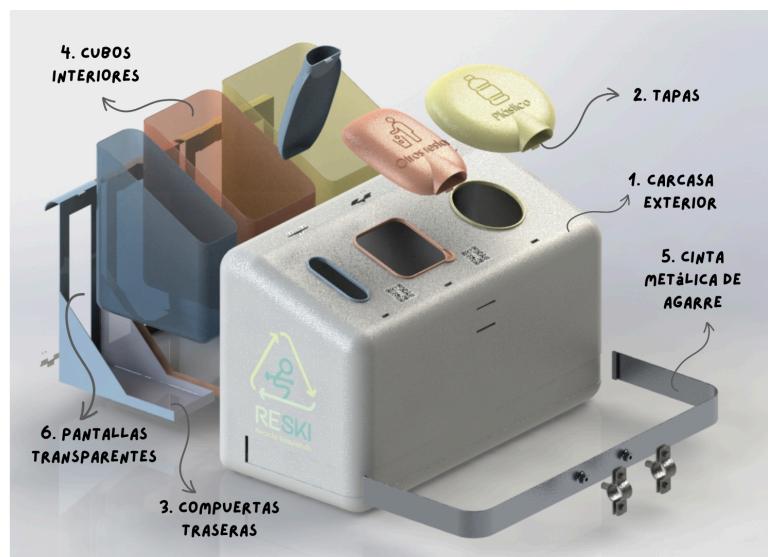


Figura 9. Explosión, partes de la estación de reciclaje.

El panel final de la estación de reciclaje incluye todas las partes importantes del diseño y funcionalidad del sistema para proporcionar una visión completa y detallada. Este panel es esencial para comprender cómo se juntan y trabajan las distintas partes de un producto y servicio, ya que proporciona una representación visual que facilita su comprensión.



Figura 10. Panel final de presentación de RESKI.

Los planos y las medidas de cada pieza se encuentran en *Anexo 2 Planos*.

3.6 Procesos de fabricación y materiales

En esta sección se detallan los materiales seleccionados y los procesos de fabricación utilizados para cada componente de la estación de reciclaje diseñada para estaciones de esquí. Cada pieza no normalizada se ha diseñado con materiales específicos y se han detallado los procesos de fabricación adecuados para cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad y funcionalidad (*Anexo 3 Materiales y Procesos*).

Materiales

Los materiales seleccionados para cada parte de la estación de reciclaje fueron escogidos cuidadosamente según sus propiedades técnicas para garantizar un

rendimiento óptimo en condiciones de uso en estaciones de esquí (*Anexo 3 Materiales y Procesos, apartado 2, pág. 2*). A continuación, se detallan los materiales elegidos y las partes en las que se utilizan, que también se puede ver reflejado en la *Figura 11*:

- **UHMW-PE, TIVAR™ ECO:** este material se encontraría en el cuerpo exterior, tapas y compuertas traseras. Se trata de un polietileno de alta densidad reciclado (HDPE), con alta resistencia a condiciones climáticas adversas y baja temperatura.
- **Aluminio 7039-T64:** se usa para la cinta de agarre metálica al telesilla, y es una aleación de aluminio y zinc con alta resistencia a la fatiga y corrosión, adecuada para ambientes hostiles como estaciones de esquí.
- **PET Reciclado Transparente:** su uso estaría en las pantallas transparentes. El PET seleccionado es un material transparente reciclado, utilizado para mantener la visibilidad del contenido interno de la estación de reciclaje.



Figura 11. Selección de materiales para cada parte de la estación de reciclaje.

Cada componente de la estación de reciclaje ha sido fabricado utilizando procesos específicos que optimizan la producción y aseguran la calidad del producto final (*Anexo 3 Materiales y Procesos, apartado 3.1, pág. 12*). A continuación se describe el proceso de fabricación resumido para cada parte:

- **La carcasa exterior y las tapas:** estas piezas siguen un proceso de moldeo por inyección. Posteriormente se perforan los orificios necesarios para el ensamblaje

y se realizan acabados superficiales para mejorar la estética y eliminar imperfecciones. Finalmente se les aplica un proceso de serigrafía para imprimir el logo de RESKI, códigos QR y otros elementos gráficos en las superficies de HDPE. Este proceso garantiza una identificación clara y duradera del producto.

Las **compuertas traseras** siguen el mismo proceso a excepción del serigrafiado.

- **Los cubos del interior:** estas partes de la estación de reciclaje siguen un proceso de termoformado, a partir de láminas de HDPE precalentadas. El material se moldea en moldes que definen la forma de los cubos de reciclaje. También se realizan acabados superficiales para mejorar la estética y eliminar imperfecciones.
- **Cinta de agarre al telesilla:** es fabricada mediante un proceso inicial de corte, de esta manera se da forma a la chapa de aluminio para crear la cinta de agarre. Se realizan operaciones adicionales como el curvado para adaptarse a la forma del telesilla y el soldado de orificios roscados para la fijación.
- **Las pantallas transparentes:** las pantallas transparentes se cortan a medida según el diseño y se aplican acabados superficiales para garantizar la transparencia y la resistencia a arañosos.

Costo de fabricación

El costo de fabricación de la estación de reciclaje se calculó considerando el volumen de producción inicial de 1440 unidades para tres estaciones de esquí aplicando el servicio en tres remontes por estación. Los costos incluyen suposiciones y estimaciones basadas en datos de peso de las piezas y precios actuales de los materiales y procesos. Esta información proporciona una visión clara de los recursos necesarios y la viabilidad económica del proyecto de implementación de estaciones de reciclaje en estaciones de esquí. Los costos se desglosan por cada componente y proceso de fabricación, incluyendo el costo de los materiales, los moldes, la mano de obra y las operaciones de ensamblaje. Los detalles específicos se pueden ver en la *Tabla 2* y consultar en profundidad en el *Anexo 3 Materiales y Procesos, apartado 3.2, pág. 14*.

Volumen de producción		1.440 unidades
Coste de Herramienta		11.600 €
1	Carcasa exterior	5.000 €

2	Tapas	1.800 €
3	Compuertas traseras	1.800 €
4	Cubos reciclaje	3000 €
Costes de material por estación de reciclaje		35 €
Coste de mano de obra por estación de reciclaje		58,07 €
1	Carcasa exterior	5,05 €
2	Tapas	12,66 €
3	Compuertas traseras	13,5 €
4	Cubos reciclaje	11,166 €
5	Cinta amarre metálica	4,35 €
6	Pantallas transparentes	3 €
7	Ensamblaje	8,33 €
Coste total de producción		145.620,8 €
Costes por estación de reciclaje		101,12 €

Tabla 2. Resumen costes de fabricación de una estación de reciclaje.

3.7 Aplicación de RESKI

El servicio de RESKI, también cuenta con una aplicación móvil que conecta al usuario con el servicio y permite el uso del mismo. Los usuarios pueden acumular puntos en la aplicación por el uso del servicio, lo que los motiva a participar y a tratar los desechos de manera adecuada. Estos puntos pueden ser canjeados por descuentos, productos, eventos etc, proporcionados por la estación en la que se encuentren (*Anexo 4 Pantallas Aplicación RESKI*).

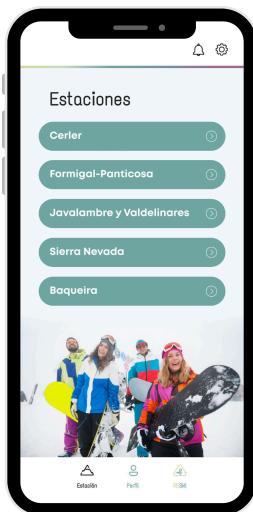


Figura 12. Pantalla Estaciones. Figura 13. Pantalla RESKI 1. Figura 14. Pantalla RESKI 2.

La aplicación también proporciona instrucciones sobre cómo reciclar correctamente, lo que es esencial para educar a los usuarios y asegurarse de que los desechos se depositen en los contenedores adecuados.



Figura 15. Pantalla normas de reciclaje 1.



Figura 16. Pantalla normas de reciclaje 2.



Figura 17. Pantalla normas de reciclaje 3.

Los usuarios pueden reportar directamente cualquier problema con el sistema de alerta de basura llena, a través de la aplicación, lo que facilita una respuesta rápida y efectiva por parte del personal de la estación.

Para garantizar una identificación precisa y evitar el uso indebido, el proceso de verificación de desechos se ha dividido en dos partes. Asegurando que cada desecho se contabilice correctamente, el escaneo de los códigos de barras de la mayoría de los

desechos plásticos puede identificarlos de una sola vez. La verificación se realiza mediante fotografías para otros tipos de desechos, como los orgánicos o el papel, que normalmente no tienen un código de identificación de producto. Mientras depositan el desecho, los usuarios deben tomar una foto para asegurarse de que el código QR de la estación de reciclaje esté presente en la imagen. Este método mantiene la integridad del sistema de puntos y garantiza que los desechos se gestionen correctamente.



Figura 18. Pantalla recicla plástico.



Figura 19. Pantalla recicla papel.



Figura 20. Pantalla recicla restos.

El resto de pantallas, explicaciones más en detalle y pruebas de usuarios de la aplicación de RESKI se encuentran en el *Anexo 4 Pantallas Aplicación RESKI, apartado 3.3, pág. 6*. Para comprobar que la aplicación funciona correctamente y verlo desde la perspectiva de un usuario que hace uso del servicio RESKI, he creado también un vídeo demostrativo de las posibilidades que brinda la aplicación. Dicho vídeo se encuentra en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1Y9X-hgyZf3ELZyPkf4Yz3rkbrUu7cKJu/view?usp=sharing>

3.8 Promoción y señalización de RESKI

El éxito del sistema de reciclaje RESKI en las estaciones de esquí depende crucialmente de una estrategia de promoción y señalización efectiva dirigida a los usuarios finales. Esta estrategia integral ha sido diseñada para informar, motivar y educar a los esquiadores sobre la importancia y el funcionamiento del servicio, fomentando así comportamientos ecológicos y sostenibles.

Carteles informativos y Banners

El objetivo de este esfuerzo de promoción es informar a los usuarios sobre RESKI justo antes de que utilicen las estaciones de reciclaje. Se instalarán carteles y banners informativos en diversas ubicaciones estratégicas dentro de las estaciones de esquí, especialmente en las colas de los telesillas donde opera el servicio. Estos carteles explicarán de manera clara qué es RESKI y cómo utilizarlo, asegurando que los esquiadores estén bien informados en el momento oportuno.



Figura 21. Cartel informativo 1.



Figura 22. Cartel informativo 2.

Páginas Web y aplicaciones para dispositivos móviles

Con esto se pretende proporcionar acceso fácil y conveniente a información detallada sobre RESKI. Se integrará información detallada sobre RESKI en las aplicaciones móviles de cada estación de esquí. Esto permitirá a los usuarios acceder directamente a instrucciones de uso, beneficios y ubicaciones de las estaciones de reciclaje desde sus dispositivos móviles. Además, aparecerán secciones dedicadas a RESKI en las páginas web oficiales de las estaciones de esquí, que proporcionarán información adicional y promocional. Los usuarios podrán investigar y comprender el servicio antes de su visita, mejorando así la comprensión y el compromiso con la iniciativa de reciclaje.

Otros métodos de publicidad que se llevarían a cabo serían publicaciones especializadas en revistas, alcanzando a un público comprometido con el entorno y aficionado al esquí, como se puede ver en el *Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 7.4, pág. 121*. U otros métodos más directos como la publicidad en sillas de telesillas, que pretende captar la atención de los esquiadores mientras esperan sentados en el telesilla. Se colocarán carteles informativos en la parte trasera de los telesillas para que

los esquiadores puedan leer sobre RESKI mientras esperan. Esta estrategia aprovecha un momento de atención predisposta, garantizando una mayor efectividad en la comunicación del mensaje. Adicionalmente, se podrían plantear estrategias de marketing en Redes Sociales y digitales, aumentar la visibilidad y el conocimiento sobre RESKI. Anuncios digitales, contenido de marca y colaboraciones con influencers del sector del esquí se utilizarán para involucrar a la comunidad y fomentar la participación en el servicio de reciclaje.

3.9 Análisis de sostenibilidad

Para finalizar este trabajo, se han utilizado dos métodos para evaluar la sostenibilidad del sistema de reciclaje en estaciones de esquí RESKI: un análisis del impacto en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y un análisis de circularidad. Ambos métodos permiten evaluar los efectos y la capacidad de mantener el sistema propuesto en el futuro. En ambos análisis, encontrados en el *Anexo 1 Diseño del SPS, apartado 8, pág. 124*, se puede observar que el servicio RESKI sigue fielmente los principios de la economía circular, demostrando su compromiso con la sostenibilidad y la minimización de impactos negativos. Las estrategias de regenerar, reducir, ralentizar y cerrar el ciclo están integradas en cada etapa del servicio, desde el diseño hasta el fin de vida, asegurando así un enfoque holístico y sostenible.

4 REFERENCIAS

- ATUDEM. (2023). *Balance anual de las estaciones ATUDEM*.
<https://www.atudem.es/20231110/balance-anual-estaciones-atudem.aspx>
- Baqueira Beret. (2024). *Sostenibilidad y gestión medio ambiental*.
<https://www.baqueira.es/sostenibilidad-y-gestion-medio-ambiental>
- Carrillo, E., Docampo, E., Buchaca, T., Miró, A., Ninot, J. M., Osorio, V., Pérez-Haase, A., Puig, M., Sabas, I., & Ventura, M. (2019). *Alteraciones y cambios que afectan a la conservación de la biodiversidad del Estanho de Vilac (Valle de Arán)*. CSIC - Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB).
<https://digital.csic.es/handle/10261/226786>
- Carús Ribalaygua, L., & Saz Gil, M. I. (2010). La reputación de las estaciones de esquí: Responsabilidad con los esquiadores. *Cuadernos de turismo*, 26, 47-68.
- Pereiro Olaizola, E. (2018). *Eficiencia energética y energías renovables en estaciones de esquí. Caso de estudio: Los Pirineos* [Master thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/127140>
- WIPO. (2024). *Nice Classification*.
https://nclpub.wipo.int/enfr/?basic_numbers=show&class_number=30&explanatory_notes=show&lang=en&menulang=en&mode=flat¬ion=&pagination=no&version=20200101