



# Diseño de un producto inteligente para disminuir la contaminación causada por desechos sólidos en las playas de Costa Rica

*Design of smart product to reduce pollution caused by solid waste on Costa Rican beaches*

Aurora Meza-Blanco<sup>1</sup>, Leslie Serrano-González<sup>2</sup>

A. Meza-Blanco, L. Serrano-González "Diseño de un producto inteligente para disminuir la contaminación causada por desechos sólidos en las playas de Costa Rica", IDI+, vol. 5, no 2, Ene., pp. 4-15, 2023.

 <https://doi.org/10.18845/ridip.v5i2.6546>

Fecha de recepción: 7 de junio de 2022  
Fecha de aprobación: 14 de octubre de 2022

1. Aurora Meza-Blanco  
Estudiante de Ingeniería en  
Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
auromb@estudiantec.cr  
 0000-0002-6408-0658

2. Leslie Serrano-González  
Estudiante de Ingeniería en  
Diseño Industrial  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Cartago, Costa Rica  
leslievserrano@estudiantec.cr  
 0000-0001-8019-8261

## Resumen

Costa Rica es un país que basa gran parte de su economía en el turismo nacional e internacional que llega a sus atracciones. La principal atracción son las playas de ambos litorales, Pacífico y Caribe. Sin embargo, el incremento de los desechos que llegan y se encuentran presentes en estas representa un peligro para los visitantes y el ecosistema. En el caso de los visitantes, puede ocasionar lesiones, afectación a la salud pública y una disminución del atractivo de los sitios turísticos. Por su parte, para el ecosistema, esta influye en su degradación, pesca fantasma y desnutrición de animales.

Debido a lo anterior, el proceso de diseño se trabajó mediante la metodología *design thinking*. Luego de abordar cada etapa de esta (investigación del problema, definición de la funcionalidad, ideación de soluciones y prototipado), nace Suia; un producto inteligente de uso público que representa una mejor opción para recolectar los desechos generados por los visitantes. Este busca suplir los actuales basureros de las playas públicas del país. Lo cual logra cumplir gracias a sus funciones inteligentes de movilización y sus funciones prácticas de almacenamiento, separación de desechos y resistencia a factores ambientales.

Con su implementación, se espera contribuir a la disminución de la entrada de nuevos desechos generados por los visitantes, para brindar una mejor experiencia y ayudar en la conservación del medioambiente.

## Palabras clave

Producto inteligente; playas; basura; desechos; conservación.

## Abstract

Costa Rica is a country whose economy is largely based on national and international tourism that reaches its attractions. The main attraction are the beaches of both Pacific and Caribbean coasts. However, the increase in waste is present in these, had become a danger to visitors and the ecosystem. In the case of visitors, it can cause injuries, affect public health and reduce the attractiveness of touristic sites. For the ecosystem, garbage increases its degradation, ghost fishing and animal malnutrition.

The design process was lead using the design thinking methodology. After completing all stages (problem investigation, definition of functionality, solution ideation and prototyping), Suia is finally created: an intelligent product for public use which represents a better option for collecting wastes generated by visitors compared to the actual garbage cans. Suia can achieve this thanks to its intelligent functions of mobilization and its practical functions of storage, waste separation and resistance to environmental factors.

With its implementation, Suia is expected to contribute to reduction of waste generated by visitors and to provide a better experience and help in the conservation of the environment.

## Keywords

Smart product; beaches; trash; waste; conservation.

## Introducción

Costa Rica es un país que cuenta con litoral en ambas vertientes del territorio y su economía depende en gran parte de estos, por lo que la problemática de recolección de basura genera una gran demanda de soluciones. Entre las actividades económicas que dependen del litoral sobresale el turismo. Según la estimación realizada por el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), el destino predilecto de los visitantes no residentes es la playa, en lugar de los sitios de montaña o bosque [1]. Y por medio de una encuesta realizada, se halló que el destino preferido de los turistas nacionales también es la playa. A la vez, se determina que, entre las problemáticas mencionadas, predomina la presencia de basura en estas.

Es evidente no solo para los visitantes que hoy en día las playas y océanos se encuentran infestados de desechos inorgánicos que se han ido acumulando con el pasar del tiempo. [2]: “Algunos científicos advierten que, en 2050, la cantidad de plásticos en el océano superará a la de peces”.



Fig. 1. Recuento de la cantidad de plástico lanzado al mar diariamente.

En la figura 1, se observa un dato muy alarmante, el desecho diario de basura en el mar es de cientos de toneladas. En este caso, se comenta sobre un tipo de desecho: el plástico, sin embargo, existen muchos otros como el vidrio, metal y materiales orgánicos [3]. Esta creciente problemática afecta no solamente al ecosistema, también de manera directa a las personas visitantes y residentes.

Los desechos pueden afectar de distintas maneras el ecosistema, como con la degradación de este, la pesca fantasma y la desnutrición de los animales [4][5]. Sin embargo, también afecta directamente a las personas generando posibles lesiones y accidentes, afectando a la salud pública y, sin ser conscientes de ello, llega a interferir con algo tan básico como lo son los

derechos humanos; por ejemplo, el derecho a un ambiente sano, el derecho a la salud y a un nivel de vida adecuado [6][7].

Con esto se concluye que el campo de acción para el proyecto es atacar el problema de la recolección de la basura propia de los turistas, ya que la intervención en materia administrativa y gubernamental resulta inalcanzable. De esta forma, se decide crear un producto que mejore la calidad de la experiencia del visitante, además de ayudar en la conservación del medio. Como resultado, se define el objetivo del proyecto: “Diseñar un objeto de uso público que facilite a los usuarios la recolección y separación de los desechos en un ambiente de playa”.

Se determina que el objeto por diseñar es un *gadget*, lo cual significa que será un objeto que busca satisfacer una necesidad específica del usuario haciendo uso de funciones inteligentes, es decir, con apoyo de la tecnología.

## Método

### Etapa 1. Identificando la problemática

Se comenzó por la discusión y generación de una lluvia de ideas para identificar la problemática por solucionar. Como parte del proceso, se realiza una investigación etnográfica con los usuarios meta del producto, turistas, voluntarios y miembros de ONG que tratan esta problemática, con el fin de conocer su punto de vista en el tema, el por qué las personas dejan la basura y cómo se le hace frente a dicha situación. Con esto, se define el árbol de problemas, cuyo problema central se define como “gran cantidad de basura en las playas”. Seguidamente, se establecen las necesidades, así como la jerarquización de los requerimientos para el diseño del producto. De esta forma, se da un primer acercamiento a las funciones principales que se tendrán.

Utilizando como base los requerimientos establecidos y las funciones principales, se realiza una búsqueda y análisis de productos existentes con funcionalidades parecidas a las esperadas.

### Etapa 2. Definiendo la forma

Se realiza un análisis ergonómico congruente con las funcionalidades esperadas y un análisis perceptual para comenzar a definir el lenguaje visual deseado. Entonces, se comienza a realizar las primeras propuestas de diseño. De las propuestas analizadas, se elige una por medio del método de objetivos ponderados, por el cual se analizan las propuestas en una escala del 1 al 10 según cada requisito de diseño y su jerarquía; al sumar estas calificaciones, la propuesta con una calificación mayor fue la elegida. Una vez seleccionada la propuesta de diseño, se pasa a una iteración de esta y su modelado tridimensional.

### Etapa 3. Definiendo la funcionalidad

Se concreta la funcionalidad que tendrá el producto, de manera que se tomen las decisiones

necesarias en cuanto a la forma. Además, se definen los componentes electrónicos con el fin de implementar las funciones inteligentes del *gadget*.

En primer lugar, se elabora un diagrama FAST para la descomposición de estas funciones. Se establece como función principal del producto: “brindar acceso al usuario a un contenedor de desechos”. A partir de esto, derivan funciones secundarias, que contribuyen a que el *gadget* logre satisfacer la función principal. Estas abarcan desde la interacción con el usuario, hasta el desarrollo del producto en el entorno de uso.

Posteriormente, se elabora un diagrama de flujo para el planteamiento de la secuencia y lógica de operación del producto. Luego, se realiza un diagrama de sistemas y subsistemas para relacionar cada necesidad a componentes físicos específicos.

Se construyen las primeras propuestas físicas. Como primera verificación sobre los alcances de movilidad del producto, se elabora un prototipo funcional con Arduino y una maqueta con dimensiones reales para verificar su interacción con el usuario.

#### Etapa 4. Prototipando y validando

Se detalla cada una de las partes de elaboración propia (la base y la carcasa) en cuanto a forma y dimensiones para definir la arquitectura final y planos técnicos. Paralelamente, se listan los modelos específicos para cada componente electrónico y componentes normalizados de unión por utilizar en el producto.

Al tener una definición más clara del uso, se elabora un manual de usuario en el que se explica la interacción humano-objeto: el uso correcto y mantenimiento del producto. Así mismo, se realizan cambios al prototipo funcional teniendo en cuenta las deficiencias del anterior y se concretan los componentes que este requeriría en su fabricación.

## Discusión de resultados



Fig. 2. Recuento de algunas causas de la presencia de basura en las playas.

Como se observa en la figura 2, las causas de la basura en las playas se encuentra en diferentes aspectos. Se resaltan la falta de educación ambiental, la falta de basureros y la poca atención por parte de las municipalidades.

Actualmente, en Costa Rica, el extenso territorio de playa de 1228 km se encuentra manejado por solo 16 municipalidades [8], lo que empobrece el actuar de estas en materia ecológica y causa que haya poco mantenimiento de los servicios de limpieza de playas.

Encontrar un espacio para depositar los desechos resulta difícil, debido al gran flujo de visitantes, lo que hace que basureros instalados en las playas no den abasto. Además, es difícil conocer en qué momento es hora de realizar el vaciado de estos basureros.

Se notó que el posible alcance para el proyecto es atacar esta problemática de falta de cubos de basura y el mantenimiento de estos. Por lo cual, en la figura 3, se observan los requerimientos planteados junto con su jerarquización, clasificados según lo que diferentes usuarios consideraron como indispensable, necesario y deseable.



Fig. 3. Jerarquización de requisitos de diseño.

Con ayuda de los análisis anteriores, se define el concepto de diseño “acción fluyente”. Se busca que, por medio de acciones, por más pequeñas que sean, la influencia que puedan llegar a tener sea muy grande. El objetivo es que el uso del producto sea una experiencia fácil y no le tome mucho tiempo al usuario.

A la hora de puntuar las primeras propuestas de diseño, según el método de objetivos ponderados en la etapa 1, se notó que las mejores resultaban ser aquellas que necesitaban menos interacción de contacto directo con el usuario, ya que esto permite que se adecúe a la mayoría de los usuarios con diferentes medidas corporales. Al finalizar la selección de la propuesta, se procedió a concretar de manera más completa sus funcionalidades en la etapa 3.

El producto tiene una ruta, paradas y horarios preestablecidos para realizar sus recorridos, las cuales se definen en la aplicación que lo acompaña. Por medio del sensor ultrasónico ubicado en su parte interior, este se da cuenta del momento en el que se encuentra lleno para volver a su punto inicial y que se le vacíen los desechos. Al acercarse el usuario, este simplemente debe

acercar la mano al sensor de proximidad ubicado en la parte externa para abrir la compuerta y desechar su basura.

Se definen las funcionalidades derivadas del producto a partir de la necesidad principal. Entre estas, se encuentran las funcionalidades que tienen que ver con su movilización, la comunicación de su llegada, almacenaje de desechos, resguardo de robos, mantenimiento de su carga y resistencia a factores ambientales. Estas funciones, luego de la investigación tecnológica, se traducen a sistemas y subsistemas (figura 4).

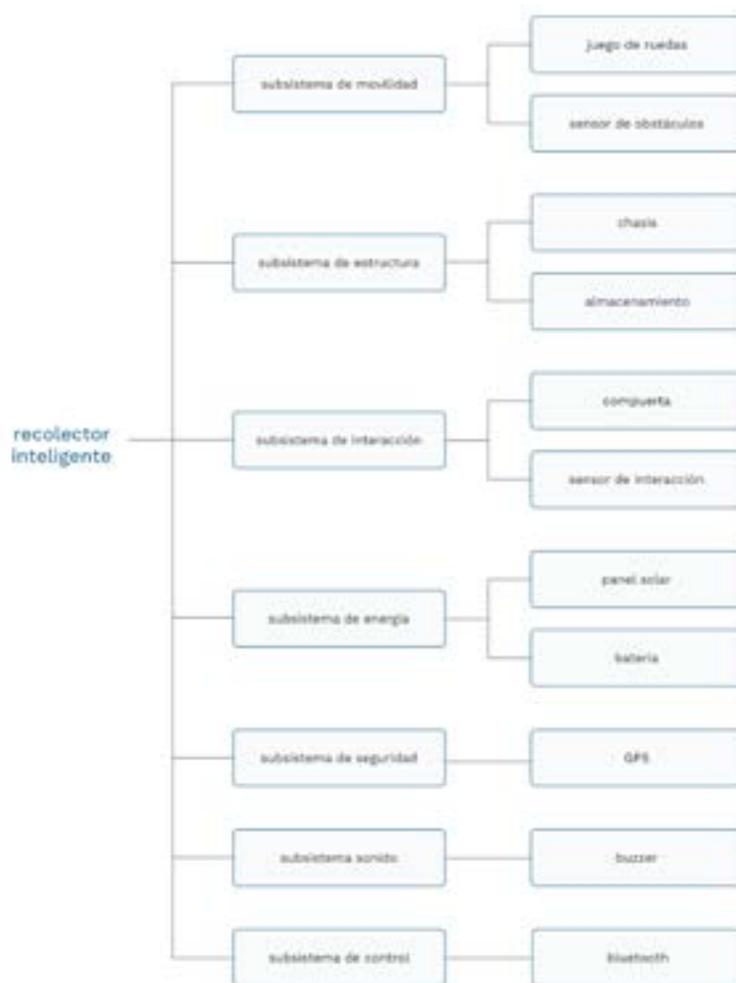


Fig. 4. Diagrama de sistemas y subsistemas.

En el subsistema de estructura, se cuenta con una carcasa hueca plástica de morfología orgánica y redondeos en sus vértices y aristas. Se buscó crear un cuerpo de forma que se pudiese mantener la limpieza fácil y evitar incidentes con sus usuarios. La carcasa se encuentra sobre un chasis de acero inoxidable y una puerta plegable que asegura el cierre para el almacenaje. Además, se contempla espacio para el almacenamiento de desechos y, a la vez, la colocación de los componentes electrónicos de manera aislada a la basura (figura 5).



Fig. 5. Estructura.

En el caso del subsistema de movilización, se cuenta con motores DC que le dan movimiento a cada rueda. Se implementa un módulo GPS que le permite localizarse y establecer su ruta (figura 6). Además, cuenta con un sensor ultrasónico de proximidad para detectar y esquivar los obstáculos del terreno de la playa (figura 7).



Fig. 6. Base y componentes.



Fig. 7. Componentes delanteros.

Para el subsistema de sonido, se utiliza un *buzzer* con función de avisar al usuario la llegada a la parada, también funcionar como alarma en caso de robo, cubriendo a la vez subfunciones de seguridad (figura 7). En cuanto a la interacción con el usuario, se busca que esta sea fácil e higiénica, por lo que el producto cuenta con un sensor infrarrojo que detecta la cercanía del usuario y activa el mecanismo que abre la compuerta (figura 7).

Para proveer de energía a los componentes electrónicos, se utiliza una batería recargable que se conecta a celdas solares que absorberán energía fotovoltaica. Además, ya que el producto requiere mantenimiento constante, se le agrega un módulo *bluetooth* que permite su conexión a una aplicación para permitirlo.

Para realizar el prototipo funcional, se elige probar la funcionalidad de movilización y de esquivar obstáculos. Se construye un modelo (figura 8) que consta de un carrito de dos ruedas, una “rueda loca”, conectados a un sensor ultrasónico, el cual se encuentra sobre un servomotor para aumentar su alcance de detección.



Fig. 8. Prototipo funcional con servomotor.

A la hora de hacer el recuento y definición de componentes por utilizar en la etapa 4, se nota que el diseño tiende a complicarse, si este consta de dos compartimentos y dos compuertas, por lo que se decide reducirlo a un solo compartimento.

El prototipo final mantiene todas las funcionalidades y componentes planteados en el diagrama de sistemas y subsistemas. Finalmente, la carcasa se separa en tres partes: la carcasa izquierda, derecha y una pared desmontable que facilita el mantenimiento en caso de fallo de algún componente (figura 9).

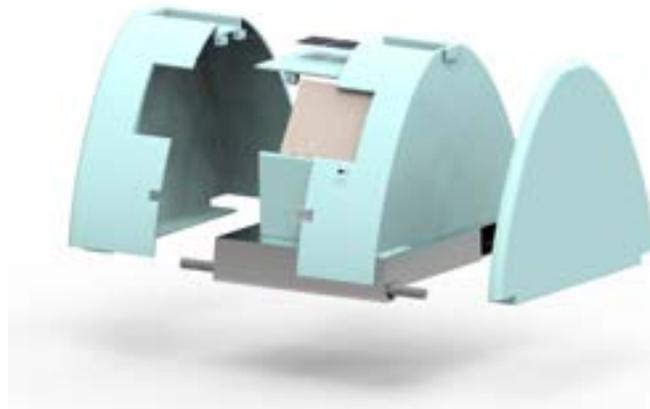


Fig. 9. División de carcasa.

Además, se agrega otro elemento: un recubrimiento de silicón que reemplazará el uso de bolsas plásticas; además, servirá para aislar todos los componentes eléctricos próximos al compartimento de desechos (figura 10).



Fig. 10. Cubierta de silicón.

## Conclusiones

El constante aumento de los desechos en los litorales representa un peligro latente para la calidad de vida de todas las personas. Por lo cual, con la creación de Suia, se pretende disminuir el aporte de las playas públicas del país a este riesgo, debido a la falta de basureros o el poco mantenimiento de estos.

La solución se genera a partir de un producto que llegará hasta el usuario y le brindará un espacio para desechar su basura. Se busca crear una conciencia en el usuario, de forma que no vaya a dejar sus desechos en el suelo porque no logró encontrar un basurero o no le nace la intención de ir hasta él.

Al finalizar, se notó que el diseño cuenta con gradientes de mejora, implementables en iteraciones futuras, en cuanto a varios aspectos. Entre ellos, se encuentra la automatización en la definición y hora de salida de las rutas, teniendo en cuenta obstáculos como las mareas. Se deben tener presentes consideraciones en cuanto al vandalismo, sobrecargas, golpes y caídas. Además, es pertinente mejorar la protección de los ejes de los motores DC de las ruedas, ya que estos componentes están descubiertos y se encuentran expuestos a la corrosión. Finalmente, la forma de mantenimiento no resulta la más adecuada, debido a que la basura se retira desde la misma compuerta por la que se introduce, lo cual es poco práctico.

Se espera ver la implementación futura del producto como parte de un sistema que ayude a mejorar la experiencia de los visitantes y dar un aporte a la conservación de un elemento tan importante como lo es el océano.

## Referencias

- [1] “Actividades realizadas,” Instituto Costarricense de Turismo, <https://www.ict.go.cr/es/documentos-institucionales/estad%C3%ADsticas/cifras-tur%C3%ADsticas/actividades-realizadas/1404-principales-actividades/file.html> (Consultado 7 mar., 2022).
- [2] “Basura Marina,” Organización Marítima Internacional, <https://www.imo.org/es/MediaCentre/HotTopics/Paginas/marinelitter-Default.aspx> (Consultado 7 mar., 2022).
- [3] P. Blanco, “Plástico predomina entre contaminantes de playas nacionales”, Universidad de Costa Rica, <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2010/03/04/plastico-predomina-entre-contaminantes-de-playas-nacionales.html#:~:text=Los%20estudios%20en%20Costa%20Rica,en%20la%20Isla%20del%20Coco>. (Consultado 4 jun., 2022).
- [4] Bollaín, C. y Agulló, D. “Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública” *Revista Española de Salud Pública*, vol.93, sep., 2020. [En línea]. Disponible: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272019000100012](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272019000100012) (Consultado 6 de mar., 2022).
- [5] Naranjo, B. y Cortés, J. “Observations of Litter Deposited in the Deep Waters of Isla del Coco National Park, Eastern Tropical Pacific” *Frontiers in Marine Science*, vol. 5, mar., 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2018.00091>(Consultado 6 de mar., 2022).
- [6] “Censo de basuras reveló malos hábitos de bañistas en playas de Viña y Concón”, Universidad de Valparaíso, <https://www.uv.cl/pdn/?id=11623> (Consultado 16 feb., 2022).
- [7] I. Grajales, “Costa Rica tira al mar 15 camiones de plástico por día”, Hoy en el TEC, <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/06/05/costa-rica-tira-mar-15-camiones-plastico-dia> (Consultado 16 feb., 2022).

- [8] “Manual para la Gestión de Planes Reguladores Costeros”, Instituto Costarricense de Turismo, <https://www.ict.go.cr/es/documentos-institucionales/zona-mar%C3%ADtimo-terrestre/819-manual-para-la-gesti%C3%B3n-de-planes-reguladores/file.html> (Consultado 7 mar., 2022).