

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial

“Dispositivo de administración de visitantes para la gestión inteligente
de parques nacionales”

Trabajo final de graduación para optar por el título de
Ingeniero en Diseño Industrial con énfasis de Producto
con el grado académico de
Licenciatura.

Gerson Chaves Varela
2016177397

Cartago, Noviembre, 2022

Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Diseño Industrial
Trabajo Final de Graduación_Licenciatura | II Semestre_2022

Trabajo Final de Graduación_Proyecto
Licenciatura Ingeniería en Diseño Industrial

Constancia de la Defensa

El Trabajo Final de Graduación presentado por el estudiante GERSON CHAVES VARELA, carné 2016177397 para optar por el Título de Ingeniería en Diseño Industrial con grado académico Licenciado Universitario del Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado:

*“Dispositivo de administración de visitantes
para la gestión inteligente de parques nacionales”*

ha sido defendido el día 28 de Noviembre del año 2022 ante el Tribunal Evaluador y su Profesor Asesor.

Profesor Asesor

Tribunal Evaluador 1

Tribunal Evaluador 2

28 de noviembre de 2022

Resumen

Este proyecto se desarrolló con el objetivo de encontrar una nueva solución tecnológica que permita el control de flujo de visitantes en áreas protegidas de Costa Rica, a través de la tecnología de la información y aprovechando la infraestructura ya presente en el país, de manera que los administradores de dichas áreas protegidas puedan crear planes administrativos con información precisa sobre las tendencias de los visitantes y cuáles áreas estos prefieren visitar, todo esto con la meta de asegurar la satisfacción de dichos visitantes y la sostenibilidad del área protegida.

Se propuso desarrollar una solución inteligente capaz de volver más rápida la transmisión de información entre el visitante y los administradores de manera que incluso se puede reaccionar rápidamente ante emergencias u otros incidentes que aparecen dentro de los parques nacionales. En este contexto existe la necesidad de diseñar un dispositivo electrónico capaz de mantenerse en contacto con los visitantes de una manera autónoma para evitar que estos usuarios no formen parte de los datos del parque que los administradores manejan.

Se pretendió crear un producto que normalmente no requiere de la interacción directa del visitante para funcionar, pero en caso de requerirlo, tenga una interfaz física simple que facilite al usuario utilizarla cuando más la necesita.

El proyecto valida cada uno de los componentes del desarrollo por medio de pruebas de usabilidad, percepción y ergonomía buscando asegurar la mejor comodidad de los visitantes de parques nacionales y sus actividades mientras que distribuye toda la información necesaria a los cuerpos gestores de mismos.

Palabras claves:

Control de flujo de visitantes, parques nacionales, rastreadores GPS, tecnología de la información, manejo de información, diseño de productos, sostenibilidad, áreas protegidas, adaptabilidad, seguridad, ecoturismo.

Abstract

This project was developed with the objective of finding a new technological solution to control the flow of visitors in protected areas of Costa Rica, through information technology and taking advantage of the infrastructure already present in the country, so that the administrators of these protected areas can create management plans with accurate information on visitor trends and which areas they prefer to visit, all this with the goal of ensuring the satisfaction of visitors and the sustainability of the protected area.

It was proposed to develop an intelligent solution capable of speeding up the transmission of information between visitors and administrators so that they can even react quickly to emergencies or other incidents that occur within the national parks. In this context, there is a need to design an electronic device capable of keeping in touch with visitors in an autonomous way to prevent these users from not being part of the park data managed by the administrators.

The idea was to create a product that normally does not require direct interaction from the visitor to function, but in case it does, has a simple physical interface that facilitates the user to use it when he/she needs it the most.

The project validates each of the components of the development through usability, perception and ergonomics tests, seeking to ensure the best comfort for national park visitors and their activities while distributing all the necessary information to the managing bodies.

Key words:

Visitor flow control, national parks, GPS trackers, information technology, information management, product design, sustainability, protected areas, adaptability, security, ecotourism.

Índice

Introducción	7
Justificación	9
Antecedentes	11
Análisis de involucrados	16
Análisis de problemas	17
Análisis de objetivos	18
Problema de investigación	19
Planteamiento del problema	19
Definición del problema	19
Necesidad	20
Objetivos	20
Marco teórico	21
Marco Metodológico	24
Usuarios	27
Perfil de usuario	27
Usuarios seleccionados	28
Mercado	29
Contexto	29
Entorno	30
Conclusiones del entorno	31
Customer Journey Map	32
Análisis de encuestas	32
Análisis de lo existente	34
Análisis tecnológico	45
Análisis perceptual	50
Moodboard	51
Ejes semánticos	52
Mínimos comunes	52
Análisis ergonómico	53
Concepto de diseño	59
Análisis de funciones y sistemas	60
Principios de funcionamiento	61
Proceso funcional	62
Lista de funciones	62
Mapa de funciones	63
Mapa de sistemas	64
Arquitectura	64
Funciones por sistema	65
Descripción de sistemas	65
Arquitectura del ecosistema	66
Componentes de la arquitectura del sistema de seguimiento	67
Requisitos	68

Alternativas	69
Análisis de alternativas	72
Mejora de la alternativa final	74
Justificación de materiales	75
Lista de componentes normalizados/estandarizados	76
Descripción del proceso de fabricación	77
Ensamblaje	79
Costos aproximados	80
Especificaciones de producto	81
Manual de usuario	82
Prueba de ergonomía y usabilidad	83
Análisis KANO	86
Prueba de percepción estética	90
Resultados obtenidos	92
Valor agregado y gradientes de mejora	94
Plan de implementación	95
Conclusiones	103
Recomendaciones	104
Referencias bibliográficas	105
Anexos	109

Índice de figuras

1. Árbol de problemas de la investigación	17
2. Árbol de objetivos de la investigación	18
3. Metodología de trabajo	24
4. Etapas del proceso de diseño	26
5. Características promedio de los climas regionales	31
6. Customer Journey Map	32
7. Tabla comparativa de dispositivos	41
8. Mínimos comunes - Registradores de datos GPS	41
9. Mínimos comunes - Wearables GPS	42
10. Mínimos comunes - GPS Portátiles	42
11. Mínimos comunes - Contadores IR	43
12. Mínimos comunes - Etiquetas de seguimiento	43
13. Matriz de comparación de tecnologías	45
14. Gráfico de precisión de técnicas de rastreo	46
15. Comparación de área terrestre de los parques candidatos	47
16. Promedio de cobertura de Kolbi 3G en parques candidatos	48
17. Diagrama función-componente	49
18. Moodboard	51
19. Ejes semánticos	52

20. Medidas antropométricas	56
21. Mapa del concepto	59
22. Diagrama de la declaración de funcionamiento	60
23. Flujograma del principio de funcionamiento	61
24. Proceso funcional del dispositivo	62
25. Mapa de funciones	63
26. Mapa de sistemas	64
27. Arquitectura del sistema	64
28. Funciones por sistema	65
29. Gráfico de la arquitectura del ecosistema	66
30. Componentes de la arquitectura del ecosistema	67
31. Alternativa final	73
32. Alternativa final solucionada	74
33. Materiales	75
34. Diagrama de manufactura	79
35. Perfil del tester	83
36. Prototipo colocado	84
37. Presionado de botones	84
38. Perfil del encuestado	86
39. Tipo de producto	90
40. Diferencial semántico	91
41. Marcas propuestas	99
42. Modelo de negocio Canva	101
43. Plan de implementación a corto, mediano y largo plazo	102

Índice de tablas

I. Personas Involucradas de la Investigación	16
II. Comparación de técnicas de rastreo	46
III. Cobertura de redes en parques nacionales de Costa Rica	48
IV. Requisitos del producto	68
V. Matriz de alternativas	71
VI. Costos de componentes y materiales	80
VII. Especificaciones del producto	81
VIII. Problemas contra solución	100

Introducción

El ecoturismo es un estilo de turismo alternativo que se enfoca en la naturaleza y es especialmente popular en nuestro país, la demanda por el ecoturismo se encuentra en gran crecimiento y forma gran parte de la economía mundial contribuyendo a principio de los años 2000 con 7% del turismo mundial, con tasas de crecimiento desde 10 hasta 30%.

Este tipo de turismo debería de satisfacer tres criterios importantes, las atracciones deben ser naturales, la interacción con las atracciones es recreativas y educativas, y la administración de regiones tiene que seguir principios y prácticas sostenibles ecológicamente, socio culturalmente y económicamente.[1] Unas de las principales atracciones eco-turísticas alrededor del mundo, y populares en Costa Rica, son los parques nacionales y áreas protegidas, que junto a nueva tecnología son cada vez más accesibles independientemente de su naturaleza hostil o salvaje. Sin embargo, facilidad de acceso no es igual a la seguridad dentro de los mismos, un elemento que a menudo se ignora es que muchos de estos parques nacionales han sido creados por fuerzas naturales y no por seres humanos, como otras atracciones más seguras especializadas. En este proyecto se va a abordar como identificar cuáles son los principales factores que influyen en lesiones dentro de parques nacionales y la atribución de responsabilidad y percepción de riesgos de incidentes mortales y no mortales.

Las lesiones involuntarias van de lo mundano hasta lo dramático como la muerte de un individuo, e identificar quién o qué es responsable de una lesión es un tema de fuerte discusión,[2] que se encuentra influenciado por factores internos y externos a cada persona que visita un parque.

Por medio de estudios se identificará como cambia la percepción de riesgo y responsabilidad de acuerdo con la percepción de control que un individuo muestra cuando se expone a ciertos riesgos y como los administradores de parques nacionales tienen que reconocer las potenciales diferencias de percepción entre empleados del parque y los visitantes, debido a que como estos empleados valoren ciertas actividades en cuanto a riesgo pueden servir de influencia en los visitantes del parque.

Además, también se investigará el nivel de preparación e importancia que empleados de parques nacionales atribuyen especialmente en escenarios donde el enfoque es la habilidad de investigación o asistencia en la investigación de un incidente sufrido por visitantes, para la creación rápida de soluciones a problemas emergentes.

La percepción de riesgo se ve estrictamente relacionada con la experiencia del ecoturismo por lo que se buscarán maneras en las cuáles se puede disminuir el factor de riesgo sin que la solución propuesta se vuelva intrusiva en la experiencia de parque nacional de las personas que buscan experiencias más “salvajes” que otros. Esto con el objetivo de identificar como todos los usuarios pueden aprovechar el ecoturismo de la manera que desean y mejorar su satisfacción para

crear lealtad hacia las atracciones y con ello recomendaciones para futuros visitantes.

Se abordará cómo un parque en específico puede ser más populares que otros y por lo tanto contar con un exceso de visitantes, generando daños al ambiente y a su seguridad, lo cual va en contra a los objetivos originales de un área protegida. Esto sugiere la necesidad de implementar herramientas y estrategias para administrar el flujo de usuarios, evitando mayores daños al ambiente y la seguridad de los visitantes. Estas herramientas tienen que ser adaptativas y flexibles en contraste con estrategias basadas en indicadores y estándares las cuáles son reactivas y cuyas acciones por el bien de los visitantes solo se toman cuando los estándares han sido amenazados o violados.

A través de un análisis de involucrados se pretende analizar y definir quienes son los individuos que están relacionadas con el problema a investigar e identificar cuáles son los problemas percibidos, intereses personales, recursos disponibles y conflictos potenciales de cada individuo involucrado para asegurar que la investigación responda a los interés y necesidades de los estos individuos. Seguidamente también se pretende reconocer el papel de los cuerpos administradores de parques nacionales para reconocer sus características como organización y metas de desarrollo sostenible en la administración de áreas protegidas, con el objetivo de investigar soluciones viables para estos cuerpos gestores.

Además, se identificaron causas presentes en parques nacionales de Costa Rica que contribuyan directa o indirectamente a los problemas de gestión presentes como el control deficiente de flujo de visitantes, la comunicación limitada sobre el estado en tiempo real del parque y la dificultad de introducción nuevos planes de gestión en respuesta a problemáticas. Además, también se busca definir cuál es la magnitud y alcance de estos efectos sufridos en los planes de gestión. Por medio de un árbol de objetivos se identificaron las metas de investigación a alcanzar en la búsqueda de lidiar con este problema, y se establecieron cuales medios se pueden utilizar para alcanzar fines de desarrollo sostenible en el espacio administrativo, por ejemplo: soluciones de control activo de visitantes, mejoramiento de sistemas de información, la utilización de planes de gestión adaptativos, entre otras herramientas.

Finalmente se busca plantear y definir el problema por medio de caracterizaciones de la solución como: cual es el problema, a quienes afecta el problema, que efectos secundarios se tienen que evitar si se introduce una solución al problema, que se puede aceptar al inicio de introducir la solución y cuál es la necesidad fundamental del usuario de la solución. Estas caracterizaciones permitieron especificar el problema de investigación del proyecto y en respuesta al mismo cuáles serán los objetivos del proyecto de investigación.

Justificación

Este proyecto se enfoca en la búsqueda de herramientas alternativas para disminuir la diferencia en eficiencia y seguridad de los parques nacionales frente a otras atracciones turísticas por medio de una administración inteligente de áreas protegidas. Los parques nacionales en Costa Rica, que conforman un 12.7% del territorio nacional, han sido una herramienta económica esencial para atraer inversiones, turistas e investigadores, con parques como Corcovado generando ingresos al estado por más de 48 billones de colones, sin embargo, solamente un 2% de ingresos se queda en el sistema de gestión de áreas protegidas, [9] por lo que reinversiones en infraestructura y calidad del servicio son prácticamente inexistentes.

Desde otra perspectiva, los mismos cuerpos gestores recalcan que los parques nacionales sufren de una crisis provocada por la falta de guardaparques y recursos frescos y que en las 166 áreas protegidas de Costa Rica se incumplen uno o varios de los objetivos competentes de los parques nacionales: conservar la biodiversidad, fomentar la investigación y dar condiciones mínimas para fines recreativos. [10]

La gestión de visitantes a los parques ha demostrado ser de utilidad en la protección de recursos en parques alrededor del mundo, ejemplos como entradas por tiquetes o bandas inteligentes en parques de atracciones son algunas de las muchas herramientas empleadas en parques y atracciones, sin embargo, todavía existe espacio para mejorar en aspectos de flujos de visitantes y flexibilidad de soluciones que podrían utilizar el “Internet de las Cosas” como medio de información para crear adaptaciones más acertadas.[11] De esta manera, se puede cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible 2030 establecidos por la ONU en áreas de acción por el clima y vida de ecosistema terrestre, a través de la preservación de la biodiversidad y los recursos de áreas protegidas, mientras estas mismas áreas protegidas también se utilizan como medios de generación económicos y recreativos humanos.

El exceso de visitantes en distintos parques alrededor de Costa Rica, como es el ejemplo de Corcovado, puede provocar daños al medio ambiente, aumentar el riesgo de incidentes y afectar la experiencia de ecoturismo de los usuarios, por lo que es de utilidad usar tecnologías de contado de visitantes, seguimiento de visitantes, y medios de captura fotográficos para ajustar el acceso de acuerdo con las necesidades de los parques.

Por otra parte, mejorar las medidas de seguridad en los parques nacionales es esencial para evitar pérdidas humanas y mantener la satisfacción de los usuarios. Expertos afirman que es importante para cada parque nacional distribuir su propia información como características topográficas, puntos de riesgos, cambios climatológicos, etc., de la manera más eficiente para permitir a los visitantes realizar decisiones correctas y disminuir los riesgos de lesiones.[12] Entre más visitantes que buscan el contacto con la naturaleza como medio recreativo visitan las áreas pro-

protegidas del país, más oportunidades de crear reglas de protección que serán acatadas para realizar sus actividades recreativas dentro del parque, en otras palabras, mejor será el control para alcanzar la sostenibilidad dentro del parque.

Tomando en cuenta lo anterior podemos inferir que el país se encuentra en necesidad de desarrollo de nuevas herramientas digitales que asistan a la administración inteligente de áreas protegidas y sus visitantes, que faciliten a los cuerpos gestores establecer límites de control de visitantes a través de máximo de tiquetes y controles de flujo de visitantes para nunca superar la capacidad del parque en lugares de interés e intercambiar la protección de la región por mayores ganancias. Cuando se intenta administrar recreación en la naturaleza, donde los ciclos de visitación anual son consistentes y crecientes, el uso de monitoreo y patrones dentro del parque provee fundaciones para la toma de decisiones administrativas, que son necesarias para maximizar el beneficio económico y minimizar daños y riesgos.[8]

Finalmente, la capacidad de poder dar seguimiento a los usuarios alrededor del parque puede verse como una herramienta de gran utilidad no solo en el control de flujo, sino también en la eficacia de respuesta de accidentes dentro del área protegida, y tras el suceso puede servir como un medio de información para los cuerpos gestores con el cuál pueden crear estrategias para disminuir o erradicar la posibilidad de repetición del accidente.

Antecedentes

El ecoturismo ha crecido en los últimos años y la mejora en tecnología ha permitido un aumento en la cantidad de turistas que visitan territorios como los parques nacionales que eran antes considerados salvajes u hostiles. Sin embargo, a pesar de su aumento en popularidad, estos parques nacionales son lugares peligrosos que han sido formados por fuerzas naturales de gran magnitud y no son una construcción con ambientes controlados donde la seguridad se pueda garantizar, especialmente, que el grado de riesgo aumenta dependiendo de las actividades en las que el mismo turista participa. Con un aumento exponencial de visitantes a parques nacionales, miembros administradores, como el National Park Service en E.E.U.U, han reconocido que la seguridad de los visitantes es importante para la gestión de estas áreas protegidas y muestran una clara preocupación por el bienestar y seguridad de estos visitantes.[1] Con un promedio de tres muertes de visitantes por semana y una media de 14 personas gravemente heridas al día en Estados Unidos, el NPS tiene que recurrir a diversas técnicas de gestión de riesgos para evitar más lesiones, entre ellas la administración y cuenta de visitantes.[2]

En cuanto a los cuerpos administradores de parques, para estos es esencial identificar las causas de las lesiones turísticas tanto mortales como no mortales, para poder responder y adaptarse en búsqueda de reducir el riesgo, además, la preocupación por la seguridad de los turistas seguirá creciendo mientras los visitantes sigan aumentando.

Se han realizado estudios [2][3] con el objetivo de entender como los visitantes manejan la percepción de riesgos y la atribución de responsabilidades en caso de suceder una lesión, ya que, determinar quién o que es responsable de causar una lesión involuntaria a menudo no está claro o incluso se discute. Como humanos es más probable que asignemos la culpa y veamos el suceso como predecible o controlable a medida que aumenta la magnitud del daño.

Al mismo tiempo, los parques nacionales varían mucho en topografía, clima y nivel de accesibilidad por lo que crea una serie de riesgos. Los visitantes también varían mucho en su nivel de experiencia, habilidades, entrenamientos y objetivos recreativos, por lo que algunos visitantes pueden requerir más atención, mientras que otros se disponen a exponerse a actividades más riesgosas. Algunos parques nacionales pueden ofrecer oportunidades para realizar actividades recreativas con un mayor riesgo de lesiones, ya sea por comportamiento inadecuado, nivel de habilidad individual, fallos de equipamiento, factores ambientales incontrolables o una combinación de los anteriores, sin embargo, el mero hecho de saber en qué actividades participa o no un usuario tiene poco valor si no se entiende también el significado y la intensidad de la participación en la actividad.

También es importante mencionar que la seguridad en los parques nacionales puede entenderse como dependiente de: la toma de decisiones individual, gestión organizativa, condicio-

nes de infraestructura y condiciones ambientales. Comprender esto y la atribución de responsabilidades puede permitir a los gestores de parques elaborar una política de gestión de riesgo más adecuada, ya que, algunos individuos pueden percibir el riesgo (y la toma de riesgo) como un aspecto deseable y no perjudicial de la experiencia, además, estos visitantes también opinan que condiciones climáticas y mala suerte son factores causales.

Por lo tanto, hay que estar enterado de las diferencias en riesgo asumido por los visitantes, ya que, el riesgo puede no ser buscado por todos los visitantes y las oportunidades de recreación deberían atender las necesidades de ambos grupos.

Igualmente, los empleados del parque deben de considerar que su percepción de riesgo puede ser muy diferente de la de los distintos visitantes del parque y deben aprovecharse de utilizar información oficial para mantener enterados en sus decisiones a los visitantes y servir de ejemplo utilizando sistemas de seguridad como, por ejemplo, un chaleco salvavidas, para que el mismo pueda mantener autoridad y credibilidad ante los visitantes.[3]

A partir de lo mencionado previamente surge la duda, sobre qué tan preparado se sienten los empleados de los parques nacionales para atender la seguridad de los visitantes. Futuros visitantes de parques pueden tener necesidades, conocimientos, valores, prejuicios y habilidades comparando con los actuales, lo que puede provocar cambios significativos en como los empleados realizan su servicio. La seguridad de los empleados de servicios de parques es igual de necesario para proteger los recursos y garantizar la seguridad de los visitantes. Gracias a estudios generados en 2015 sobre la preparación de empleados del Servicio de Parques Nacionales de Estados Unidos de América, con respuestas de más de mil personas, se logró identificar la importancia de recolectar y sintetizar información sobre visitantes de los parques nacionales obtenida de distintas fuentes para evaluar e incorporar soluciones y estrategias de administración, ya que, estadísticamente hay muchas más muertes por visitantes que por empleados anualmente. [4]

Reenfocándonos en los visitantes, también podemos identificar, por medio de un estudio realizado en Costa Rica a visitantes de dos parques nacionales, la importancia de la satisfacción de los visitantes para promover la lealtad y la visita repetida de un parque. La incesante visita de turistas puede dañar ecosistemas y las comunidades no solo se centran en la conservación del ambiente si no la preservación de su cultura. Las áreas protegidas tienen que optimizar la experiencia para sus visitantes a través de actividades recreativas sustentables que proveen valor a estos. El valor emocional percibido es estrictamente relacionado con la satisfacción general y sirve como un medio de predicción de la lealtad de los usuarios en el ecoturismo. Este valor percibido ayuda a compañías relacionadas al ecoturismo y a administradores de parques nacionales saber la significancia que provee el turismo a estos servicios, por lo tanto, administradores de áreas protegidas deben mejorar la oferta de valor emocionando con actividades innovativas e interesantes

para asegurar lealtad de los visitantes, tanto como visitar por segunda vez, como para recomendar el área a otra persona.

Este estudio encontró que, en cuanto a la variable de conducta futura, las intenciones de volver a las áreas protegidas pueden mejorar.[5] Por lo tanto, la principal área a mejorar es la lealtad para volver por medio de actividades innovativas y la administración de visitantes. Para los cuerpos de gestión de parques nacionales es necesario promover activamente la recreación y turismo sostenible debido a que el ecoturismo se percibe como un promotor del desarrollo sostenible y conciencia ambiental. Aunque, el costo de mantenimiento y acceso a los parques se encuentra en crecimiento por el aumento de turistas e infraestructuras relacionadas, que en un principio servirán de promotor de consumo turístico, pero adelante generarán una decaída económica y problemáticas de ambiente, por lo que es necesario introducir sistemas de administración y herramientas adecuadas con el objetivo de minimizar estos efectos negativos del turismo. [6]

Asimismo, L. Pétric et al. mencionan que estas herramientas de administración de visitantes pueden ser divididas en cuatro grupos, las institucionales, las económicas, las administrativas y las de la tecnología de la información. [6] A pesar de que es importante utilizar todas estas herramientas, el enfoque que se encuentra a disposición para este proyecto es el de las tecnologías de la información como sistemas de administración de flujo de visitantes o monitoreo de visitantes.

Una de las principales problemáticas que algunos parques experimentan es el acceso externo de usuarios, esto es especialmente visible en parques de montaña o islas donde es muy difícil para un cuerpo gestor administrar controlar todos los accesos al parque y de esta manera monitorear los visitantes por medio de venta de tiquetes, sin embargo, si se introducen estas herramientas de administración de visitantes por las entradas controladas, es posible obtener un número de visitantes simultáneos en el parque y sobre ello añadir un estimado de personas que entraron en el parque por otros medios.

Por otra parte, una gran desventaja de muchos parques nacionales alrededor del mundo es que estos no cuentan con sistemas de monitoreo de número y flujo de visitantes, imposibilitando el balance entre números óptimos de visitantes con efectos económicos maximizados. [6]

El manejo de datos del parque, especialmente el de visitantes es útil para la administración de “lugares de interés” (regiones específicas con capacidades definidas donde la mayoría de los usuarios del parque terminarán visitantes). Exceso de visitantes por encima de la capacidad de un lugar no solo puede tener productos efectos en ambiente y la seguridad, sino que también generará insatisfacción en los visitantes. Mitigar el amontonamiento de visitantes por encima de capacidad depende mucho de infraestructuras y sistemas de distribución de visitantes, un estudio realizado en China identificó que, a pesar de que el parque investigado contaba con un sistema de tiquetes para monitorear los usuarios, el mismo no ayudaba con el congestionamiento de lugares de interés, por lo

que se realizaron pruebas con distintas medidas para intentar distribuir el acceso de visitantes, con límites de tiquetes y horas a precios rebajados. El estudio demostró como administradores de parques pueden juntar datos de acceso como tiquetes, con datos de densidad generados por cámaras para administrar la capacidad de visitantes en un parque con alto volumen de uso. Los cuerpos gestores pueden enfocarse en ayudar a los visitantes anticipar horas pico, disminuyendo la congestión y, por ende, los riesgos de lesión y daños al ambiente.[7]

Otro ejemplo de herramientas de gestión de visitantes es el introducido en el parque Yosemite, específicamente el Medio domo, una región muy popular entre los visitantes pero que el exceso de uso estaba provocando un aumento de incidentes, rescates y accidentes fatales, un promedio de casi 4000 incidentes anuales. Esta atracción cuenta con un sistema de escalado facilitado que es mucho más seguro que el escalado convencional, sin embargo, problemas de flujo y congestión identificados en 2008 en el lugar de interés provocaban un escalado más lento, que a su vez provocaba a ciertos individuos a tomar rutas de escalado alternas más riesgosas que estaban fuera del control de los empleados del parque en búsqueda de llegar a la cúspide más rápido. El acceso tenía que ser balanceado y administrado para mitigar el potencial de impactos administrativos, ecológicos y sociales. [8]

Como resultado, el estudio realizado en Yosemite funcionó como la introducción una administración “adaptativa” de visitantes, que por medio de flujo de datos constante, se implementaban experimentaciones para generar conocimiento sobre el flujo de usuarios, en otras palabras, se realizaban experimentos, si las condiciones mejoraban se juzgaba como exitoso, si las condiciones no mejoraban la implementación ocupaba reconsideración y se generaba conocimiento sobre el parque, información que serviría para la siguiente iteración, lo que ayudaría al cuerpo gestor a adaptarse. Entre las medidas implementadas se utilizaron sistemas para contar a los visitantes que acceden al parque, más información fotográfica del punto de interés, con esta información podían analizar cuantas personas, y cuando, tomaban vías alternativas fuera del control de los empleados. A causa del estudio la información obtenida servía de insumo para el cuerpo de gestión sobre el rendimiento del parque y permite a los mismo distribuir el flujo de personas en días y horas menos populares por medio de descuentos para disminuir el riesgo en la actividad.[8]

Además, un patrón que se repite entre los últimos estudios mencionados es la importancia de saber cuántas personas se encuentran dentro del parque y en que ubicación, para poder administrar el flujo de personas y con ello disminuir riesgos de incidentes dentro de la región protegida, además de servir como un medio para reconocer la capacidad de un parque y por ende trabajar bajo límites que permitan la autosostenibilidad de este.

A nivel nacional, y según el Informe Anual de Estadísticas del SEMEC emitido en 2017 se menciona que el país cuenta con 127 áreas silvestres protegidas, 41 de estas con visitación turística

[9]. En estas zonas protegidas con visitación turística en el 2017 se recibió un total de 999 mil visitantes residentes y más de 1 millón de visitantes extranjeros, con parques nacionales específicos como el Volcán Irazú recibiendo hasta 350 mil visitantes durante el año [10], lo que equivale a un promedio de casi mil visitantes al día en un solo parque nacional.

Con este número en mente, podemos tomar de ejemplo otro parque que recibe gran cantidad de visitantes, el Parque Nacional Marino Ballena, el cual puede según estimaciones, recibir físicamente hasta 1500 visitantes al día en la sección de Uvita con estadías en promedio de 4 horas, sin embargo, si se toma en cuenta durante la estimación los recursos limitados del cuerpo administrativo y la cantidad reducida de funcionarios a la vez dentro del parque (que en 2014 se conformaba por 12 funcionarios, 6 simultáneos, con un estimado necesario de mínimo 35 personas fijas para poder administrar el parque de manera correcta) se obtiene una capacidad máxima estimada de apenas 500 personas en la sección de Uvita, tres veces menor que la capacidad física de la región, y con el parque recibiendo anualmente alrededor de 200 mil visitantes se puede identificar una clara disparidad de capacidades versus demanda en estas regiones que afecta negativamente otros aspectos como la seguridad, que los empresarios locales ya califican mayoritariamente como mala. [11]

Análisis de involucrados

Se pueden identificar tres distintos involucrados, dos del nivel administrativo y un consumidor, entre los administrativos se encuentra el cuerpo gestor de cada parque nacional, usualmente parte del SINAC, que es el encargado de la toma de decisiones en cuanto a materia de gestión dentro del parque, por lo tanto, entre sus recursos se encuentra la capacidad económica de adquirir nuevas tecnologías para la gestión del parque y cualquier información que estas generen serán directamente de ellos, sin embargo, que tan dispuestos se encuentran estos a invertir en soluciones para el flujo de personas, reducción de daños y reducción de riesgos puede depender de que nivel de preocupación le atribuyan al caso.

Los otros involucrados a menor escala son los guardaparques y turistas, el primero requiere de información sobre los visitantes y una manera efectiva de comunicarse con ellos para reducir cualquier riesgo que estos sufran. El segundo, busca tener una experiencia de visita al parque satisfactoria, con un grado de riesgo menor, además, un exceso de densidad de personas en puntos de interés podría también afectar su experiencia y disminuir su lealtad como visitante.

Tabla I
Personas Involucradas de la Investigación

Involucrado	Problemas percibidos por el involucrado	Interés del involucrado	Recursos del involucrado	Conflictos potenciales
Cuerpos gestores de parques nacionales MINAE-SINAC	-Desconocimiento del flujo y cantidad de personas para la administración del parque. -Alto grado de responsabilidad por incidentes sucedidos en el parque. -Gran presencia de daños al parque por exceso de personas.	Le interesa tener la información del parque como insumo para poder crear planes administrativos a futuro que tomen en cuenta la sostenibilidad y el flujo de personas.	Entre sus recursos se encuentra cualquier información generada por el parque y recursos económicos para la compra de equipo especializado.	Cuerpos gestores podrían ver la inversión como no necesaria, no viable económicamente o subestimar la importancia de la gestión de flujo de visitantes para la administración del parque.
Guardaparques	-Ausencia de información sobre los visitantes para realizar su trabajo. -Ausencia de canales para informar de manera rápida a los visitantes.	Le interesa tener la información necesaria a mano para poder realizar sus tareas de una manera óptima y ayudar a los visitantes.	Entre sus recursos se encuentra el entrenamiento para reaccionar a situaciones emergentes y la experiencia sobre tendencias de comportamiento del parque.	Algunos empleados podrían evitar usar el nuevo sistema de administración debido a creencias no fundamentadas de que este no sea necesario para la gestión del parque y sus visitantes.
Turistas	-Alto grado de riesgo durante la visita al parque nacional. -Ausencia de información sobre el estado del parque. -Presencia de sobrepoblación en algunos puntos importantes.	Le interesa tener una buena visita y no ver su experiencia afectada por exceso de visitantes, muchas restricciones o riesgos innecesarios.	Entre sus recursos se encuentran dispositivos móviles como medio de información que en algunas situaciones podrían no tener recepción. El recurso económico no es suficiente para comprar un dispositivo únicamente útil para visitar parques por lo que alquilarlo le es más fácil.	Algunos turistas podrían no encontrarse de acuerdo con las políticas o soluciones encontradas en este proyecto, especialmente seguimientos por GPS o información fotográfica que los incluya por cuestiones de privacidad.

Nota: Se especifican los involucrados del proyecto y los problemas, intereses, recursos y conflictos que presenta cada uno. Creación propia

Análisis de problemas

El principal problema es la ausencia de tanto recolección como la transferencia de información sobre los visitantes dentro de los parques nacionales que nace por los controles de flujo no óptimos o limitados que se utilizan actualmente. Esto se refleja en causas como el bajo o inexistente control de visitantes que acceden a los distintos parques nacionales del país, que incluso pueden llegar a superar la capacidad del parque provocando daños al ambiente, aumento de los riesgos que estos visitantes sufren e incluso aumentos en la cantidad de accidentes dentro del parque. Por otra parte, también existe una comunicación limitada en el canal administradores-visitantes que dificulta a los usuarios del parque a realizar decisiones correctas y precisas para mantenerse a salvo en caso de cambios peligrosos en el ambiente. Finalmente, la limitada información de flujo y problemas en detección de riesgos dificultan la capacidad del cuerpo gestor de realizar planes adaptativos para atacar las problemáticas que surgen, lo que provoca que se seleccionen soluciones desactualizadas que afecten la experiencia del visitante o incluso lo coloquen en peligro.

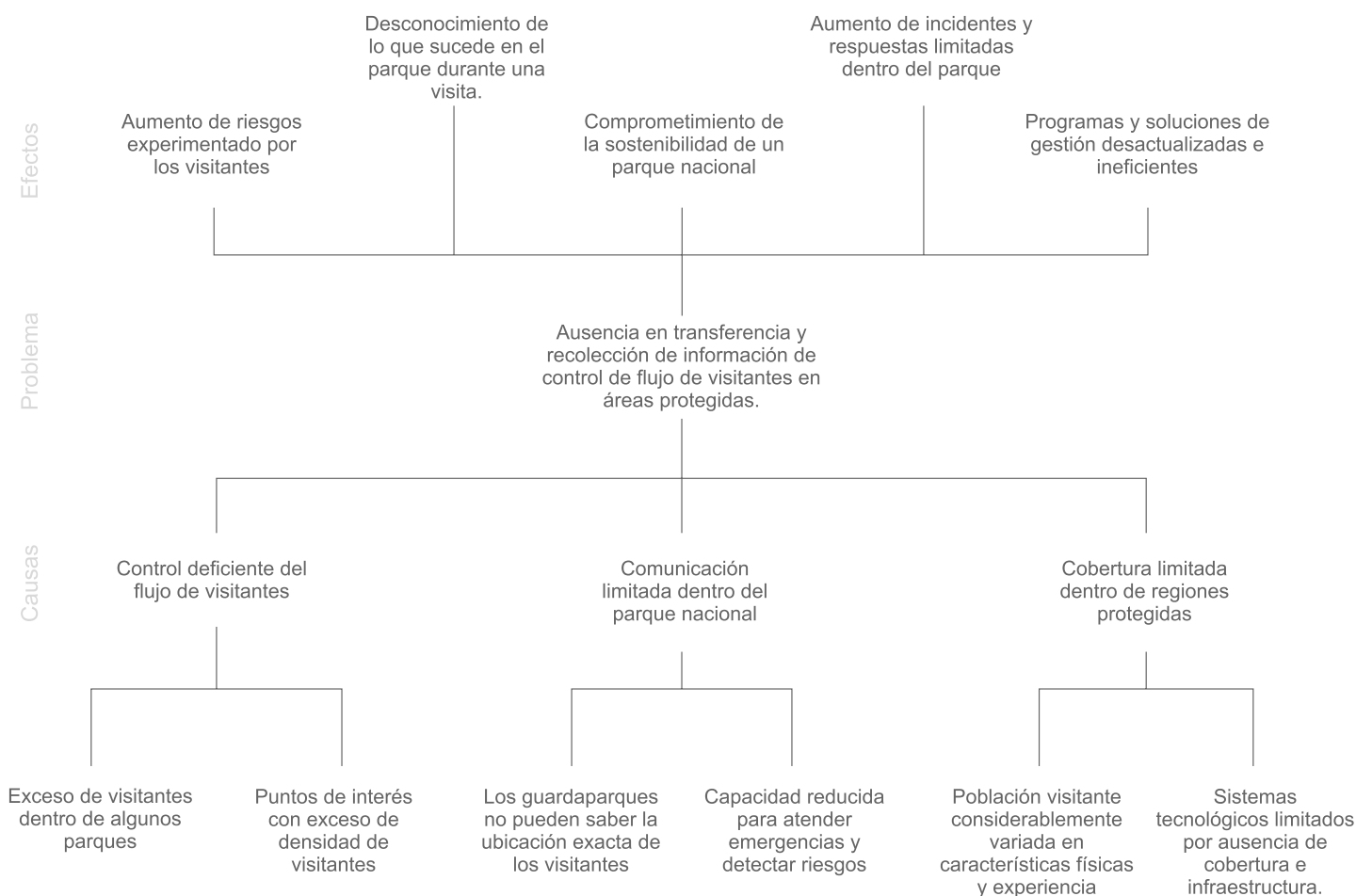


Fig. 1. Árbol de problemas de la investigación. Creación propia.

Análisis de objetivos

Tomando como base el problema general del proyecto, la ausencia de recolección y transferencia de información, el objetivo principal del proyecto será la creación de una solución capaz de recolectar y transferir esta información de lfujo de visitantes que se encuentra dentro de áreas protegidas, de manera que los administradores de las regiones protegidas puedan operar de manera eficiente haciendo uso de un control activo de sus visitantes, una transmisión fluida de información dentro del parque y un funcionamiento continuo de la misma, en búsqueda de poder identificar riesgos posibles, tendencias de usuarios. Además, también se busca que los cuerpos administrativos puedan maximizar el uso del parque sin superar las capacidades del mismo. Utilizando el flujo de la información se puede mejorar otros aspectos como el tiempo de respuesta a accidentes dentro de parques y soluciones de gestión mucho más eficientes basadas en información verídica, en lugar de suposiciones.



Fig. 2. Árbol de objetivos de la investigación. Creación propia.

Planteamiento del problema

La mejora en tecnología y el auge del ecoturismo permite, a un público cada vez mayor de turistas tanto nacionales como internacionales, el acceso a zonas. Estos terrenos no cuentan con la seguridad y control que otros destinos, como un parque de atracciones, tienen debido a su naturaleza salvaje y presentan un conflicto entre prestarse como áreas recreativas humanas y de manera contraproducente un área de preservación contra cualquier daño que los humanos puedan provocar. Con un crecimiento demostrado en las últimas 7 décadas, con países como E.E.U.U recibiendo casi 10 veces más visitantes a parques nacionales que en los años 60 [1], y reportes del Instituto de Turismo colocando el crecimiento anual de la demanda por ecoturismo hasta en un 30% [6], se sabe que la tendencia por este tipo de turismo y atracciones no disminuirá pronto en ninguna parte del mundo y esto es especialmente real en el caso en Costa Rica. Este aumento en la cantidad de visitantes a los parques nacionales en conjunto con cambios climáticos, especies invasivas, incendios y otras actividades humanas amenazan la integridad y sostenibilidad de los parques nacionales, provocando una tensión constante entre el uso de estos, la experiencia de parque nacional y la protección del ambiente. Para poder crear estrategias que lidien con este problema se requieren de tecnologías y herramientas que controlen de flujo de visitantes dentro de los parques para que los encargados de la gestión puedan asegurarles a los turistas una experiencia natural y segura, mientras mantienen en capacidad y protegidos estos parques. El problema se hace notar más en Costa Rica debido a la baja presencia de sistemas de seguridad y monitoreo de número de visitantes, [12] donde ciertos parques más populares como Corcovado reciben grandes cantidades de visitantes al año [9], que constituyen una amenaza tanto a la seguridad de los turistas como a la seguridad del medio ambiente, que puede sufrir daños por la presencia de actividades humanas durante todo el año. Si los cuerpos gestores no introducen planes adaptativos para controlar de manera sostenible las actividades humanas dentro de estas áreas protegidas, los daños al medio ambiente en las regiones se podrían volver permanentes e irreversibles. El problema mayor es que estos planes adaptativos es que utilizan como principal promotor la información que proveen las nuevas tecnologías y herramientas de control de flujo de usuario, las mismas que se encuentran en carencia actualmente, lo que afecta en la capacidad de toma de decisiones de los cuerpos gestores de los parques nacionales.

Definición del problema

Los cuerpos gestores no cuentan con la suficiente información del flujo de visitantes para tomar decisiones efectivas y establecer planes administrativos adaptativos que buscan la seguridad y satisfacción de sus visitantes, con el objetivo de lidiar con la ineficiencia de gestión en los parques nacionales costarricenses.

Necesidad

Poder gestionar el flujo de visitantes en tiempo real para mejorar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad del parque nacional.

Objetivos

Objetivo general:

Diseñar un dispositivo de recolección y transferencia de información para el control de flujo de visitantes en áreas protegidas nacionales.

Objetivos específicos:

- Plantear un dispositivo de control de flujo de visitantes que pueda ser utilizado en parques nacionales sin afectar la experiencia de los mismos.
- Facilitar la adaptabilidad del dispositivo a una población de jóvenes y adultos.
- Establecer un plan estratégico piloto para la implementación de la propuesta del dispositivo en una zona protegida nacional.
- Incorporar una función de activación de alerta de emergencia para accidentes dentro de zonas protegidas nacionales.

Marco Teórico

La gestión inteligente de parques nacionales es una forma dinámica y efectiva de lidiar con problemáticas presentes en estos parques a través de la iteración y adaptación. Existen un conjunto de factores que alteran la eficacia de estos planes, el primero de estos siendo como los visitantes perciben el riesgo y a quien atribuyen su culpa en caso de un incidente. Distintos autores identifican una variedad de factores en los antecedentes de una persona que pueden cambiar la percepción del riesgo y la atribución de culpa que este presenta al realizar una visita, por ejemplo, Ewert argumenta que factores como los acompañantes de un visitante, la experiencia del mismo y otras características íntegras de una persona pueden afectar, normalmente de manera negativa, la percepción de riesgo y por ende alterar la toma de decisiones que un visitante realizaría [13], sin embargo, no me encuentro totalmente de acuerdo con esta afirmación debido a que en ciertos casos el estar acompañado de ciertos miembros, especialmente familiares, podría incentivar a ciertas personas a tomar decisiones más seguras con el objetivo de mantener la seguridad de los familiares con los que visita, o incluso la seguridad propia por estar pensando en estos familiares en el instante de la toma de decisiones, además, Ewert también enfatiza que cada persona dependiendo de sus experiencias de vida tendrá distintas capacidades de asumir distintos riesgos [14], una afirmación en la que me encuentro de acuerdo debido a que ciertas personas, dependiendo de su crianza, podrían tolerar el riesgo en distintos niveles, incluso, de acuerdo con Lupton ciertos de estos usuarios buscan tomar riesgos de manera voluntaria [20] y estos usuarios lo requieren como parte de su experiencia dentro de un parque nacional. Identifico este argumento como correcto debido a que estos usuarios solo atienden a actividades específicas en estos espacios poco controlados inconsecuentes de los riesgos, en otras palabras, su experiencia de “parque nacional” está conformada por riesgos tomados deliberadamente y de una manera informada.

De acuerdo con Tuler los visitantes atribuirán de distintas maneras la responsabilidad por incidentes, ya sea a sí mismos o al cuerpo administrativo, dependiendo de cuál es el riesgo de la actividad que estén realizando y tomando en cuenta la influencia de otros aspectos del usuario como su grupo de edad, experiencia con parques nacionales, etc.[21] Teniendo presente la naturaleza humana de desviar la culpa atribuida apoyo esta mención por su consistencia con argumentos previos, donde se insiste que existe una relación directa entre el conocimiento y experiencia del usuario con su conocimiento de los riesgos a los que se expone, un usuario bien informado de cuál situación es en la que se está colocando podría saber que si sucede un error, será su culpa y no tendrá ninguna atribución a un tercero.[15]

Por otra parte, más allá de que tanto riesgo provee la actividad que realiza una persona, Kouabenan menciona que la experiencia realizando este tipo actividades de riesgo es de alta importancia para prevenir accidentes [17], de hecho, este es uno de los argumentos que encuentro

Otro factor de importancia para crear planes eficaces es la introducción de estos mismos de acuerdo con las características de los usuarios con diferentes aceptaciones de riesgo. Como ya se argumentó previamente y como afirma Kouabenan; la experiencia de una persona realizando una actividad puede afectar la manera en que esta misma atribuye la responsabilidad en caso de incidente [18], los usuarios más experimentados, en el caso de los parques nacionales, tienden a ver el riesgo como “natural” y “necesario” para poder preservar su experiencia de “parque nacional”. [19] Tomando en cuenta las dos afirmaciones previas, opino que como lo hace notar [17], la introducción de estas estrategias tiene que respetar y habilitar a los usuarios con experiencia a realizar sus actividades ya que estos están enterados del riesgo al que se están exponiendo con el objetivo de realizar su actividad, en otras palabras, las estrategias administrativas del parque tienen que enfocarse en reducir riesgos para los usuarios que no están completamente enterados de que sus acciones actuales le exponen a nuevos riesgos, sin discriminar a los usuarios experimentados en el proceso.

La introducción de herramientas que luchen contra el exceso de visitantes y administren de manera eficaz el flujo de visitantes son un factor de importancia para la introducción de estos planes administrativos, ya que, como Heggie declara, la “sobrepoblación” de visitantes en un solo punto de interés puede afectar negativamente no solo el ambiente alrededor del punto de interés, si no también, el nivel de riesgo al que se exponen los visitantes sin que estos estén completamente enterados del mismo.[16] Y esta situación de sectores sobrepoblados en los parques nacionales, según [24] se está volviendo un patrón repetitivo en parques nacionales alrededor del mundo, con ejemplos en varios parques de Estados Unidos y China. Esta tendencia me parece de importancia ya que el exceso de usuarios en un punto puede llevar a los usuarios a tomar decisiones de mayor riesgo por culpa de la molestia provocada por esta sobrepoblación. Esta idea se confirma cuando autores como Heggie revela que la mayoría de los accidentes ocurren principalmente en áreas con gran cantidad de usuarios, demostrando una correlación entre el comportamiento de los visitantes y la cantidad de visitantes presentes en su cercanía. [16]

Finalmente, otro factor a evaluar para la eficacia de un plan administrativo es la capacidad de monitorear a los visitantes, Cole indica que independientemente del modelo financiero en uso, manejar el número de visitantes es crucial para la sostenibilidad de un área protegida, y que, administrar el flujo de estos usuarios requiere de información detallada de la interacción entre los visitantes y el ambiente, y en su distribución temporal y espacial. [13] Lawson también discute sobre este tema, mencionando que el monitoreo inicial sirve como una referencia de las condiciones y nivel de uso, las cuales sirven de entrada para la evaluación de futuras acciones de administración. [22] Teniendo presente estos argumentos me encuentro de acuerdo con que el monitoreo de usuarios y su flujo permite crear, introducir, evaluar y reintroducir nuevos modelos de planes admi-

nistrativos para poder identificar el más acertado en una cantidad menor de tiempo.

Además, Heggie también sostiene que existen más fatalidades de visitantes que de empleados y que gran parte de estas suceden en áreas sobrepobladas de parques nacionales. [15] [16] Tomando en cuenta estos dos datos, me encuentro de acuerdo con la importancia de las herramientas de monitoreo ya que estas permiten administrar el número de visitantes simultáneos en una región lo cual es necesario para poder asegurar la sostenibilidad del área a largo plazo. A través de estas herramientas de monitoreo y planes adaptativos es posible para un cuerpo administrador poder integrar o aumentar su seguridad dentro de un parque en búsqueda prevenir y responder a los accidentes.

Marco Metodológico

El proyecto utilizará una metodología modificada descendiente del Design Thinking la cuál será iterativa y se dividirá de igual manera en 5 etapas para generar una solución. Las etapas que comprende esta metodología son la Investigación, Definición, Ideación, Prototipado y Validación. En la primera etapa se pretende comprender las necesidades de los distintos usuarios y cuáles son los requerimientos que estos esperan. En la fase de definición se pretende describir cuáles son los requisitos del producto y los problemas a solucionar en el proyecto. En la fase de Ideación se pretende navegar la mayor cantidad de ideas posibles para poder aterrizar en una idea final que cumpla la mayor cantidad de requisitos establecidos previamente. En la cuarta etapa se pretende construir la versión final de la ideación y refinar poco a poco el resultado hasta alcanzar los estándares deseados. Finalmente, en la etapa de validación se probará el prototipo en distintas situaciones y ante otros usuarios para poder identificar fallas a resolver.

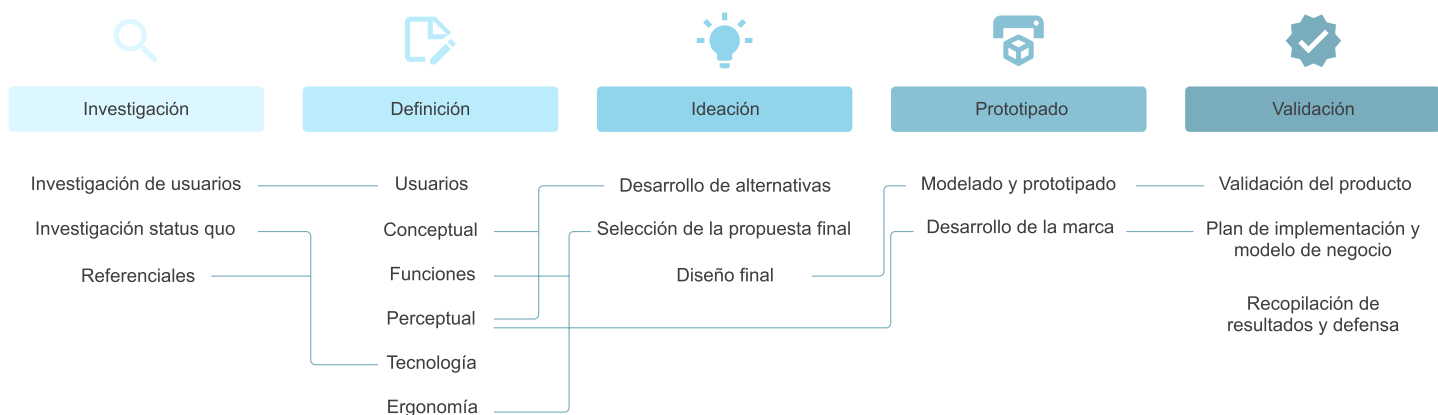


Fig. 3. Metodología de trabajo. Creación propia.

La investigación por realizar se define como un tipo de investigación comprensiva y proyectiva del estado actual, cuyos sujetos de investigación se limita a una población de visitantes, tanto frecuentes como poco frecuentes, de parques que han realizado como mínimo una actividad de mediano a alto riesgo, tomando como mediano riesgo actividades que involucren senderismo, acampado o similares, y alto riesgo actividades que involucren escalado, ciclismo de montaña o similares. La muestra deseada para la realización de esta investigación es de un mínimo de 10 costarricenses que han visitado un mínimo de 2 veces un parque nacional en cualquier parte del mundo, preferencialmente de Costa Rica, para realizar actividades de mediano a alto riesgo.

Por otra parte, para fines de investigación también se utilizarán otras fuentes de información para poder conocer opiniones relacionadas al tema de usuarios que forman parte de la población deseada. Una de estas fuentes por utilizar son los informes escritos publicados por entidades de ad-

ministración de parques nacionales, estos informes nos permiten una visión interna a la cantidad de personas que visitan un parque y que tipo de actividades realizan, además de cuáles de estas son las más prominentes a generar accidentes. Fuentes de información externas que serán de utilidad para el desarrollo del proyecto son las redes sociales y reseñas en línea, esta información es pública y permite identificar tendencias, gustos y disgustos sobre parques nacionales específicos, también ayuda a generar un perfil más claro de los usuarios que realizan estas actividades y que problemáticas identifican estos usuarios en las regiones determinadas. Adjunto a lo anterior también se pueden utilizar fotografías y videos públicos para identificar la cantidad y tipos de usuarios que visitan regiones determinadas de las áreas protegidas, especialmente las áreas de alto uso.

La variable de investigación por obtener a través de los usuarios de interés son las opiniones sobre riesgo y actividades en parques nacionales que les gusta realizar, esta investigación se va a abordar desde una dimensión cognitiva, conductual y una perceptual cuyos indicadores intentan identificar las creencias y opiniones sobre sus visitas a parques nacionales, las actividades y medidas que los usuarios toman para realizar estas actividades y su percepción de riesgo realizando estas actividades propias, respectivamente.

Esta investigación pretende utilizar un conjunto de 3 instrumentos de análisis para obtener la información de las personas de interés. El primero de estos instrumentos será una entrevista de usuarios, esta herramienta sería el medio para identificar cuáles son las principales preocupaciones que los usuarios sufren al realizar visitas a un parque nacional, desde la seguridad hasta la comodidad de la visita. Por otra parte, también es un excelente medio para recibir sugerencias y escuchar nuevos puntos de vista sobre la problemática de sobrepoblación en sectores específicos de los parques, por ejemplo, nos ayuda a identificar que tanto el exceso de visitantes puede afectar la experiencia de distintos entrevistados dependiendo de que actividades les gusta realizar a estos.

Otra herramienta por utilizar para la recolección de información será una encuesta dirigida a la muestra de 10 personas de interés haciendo uso de una escala Likert 5. Esta encuesta tiene por objetivo identificar que tan abiertos son estos usuarios a cambios en el área de parques nacionales y sus respuestas a nuevos sistemas de monitoreo, con estos resultados se puede definir si el producto tendrá que luchar contra una percepción de violación de la privacidad o los usuarios ya se encuentran dispuestos a utilizar el producto a favor de una mayor seguridad dentro de las áreas silvestres. Además, una encuesta nos permite identificar que tan grande es la preocupación, en temas de seguridad, por parte de los usuarios cuando visitan a un parque.

Finalmente, el proceso de investigación pasará a una etapa de desarrollo donde se utilizará toda la información recolectada con las 3 herramientas para diseñar, optimizar y validar un producto que cumpla los requisitos establecidos a base de los deseos de los usuarios, esta fase de desarrollo encontrar la mejor solución al problema sin generarle otro problema o disgusto a los usuarios, por lo

que la información obtenida a través de entrevistas definirá que tanta información el dispositivo será capaz de recopilar y comunicar a los administradores de parques nacionales.

El proceso de diseño es basado en evidencia a lo largo de las primeras 5 etapas (Investigación, Definición, Ideación, Prototipado y Validación).[pX] A continuación se describe cada etapa del método modificado de desing thinking y las herramientas a utilizar en cada sección:

1. Investigación: En la primera etapa de desarrollo del proyecto se realizó una investigación que aprovecha recursos bibliográficos para identificar la problemática que el producto debe solucionar, además se adjunta un mapa de involucrados para encontrar las relaciones de importancia para el proyecto.
2. Definición: Se definió las características a tomar en cuenta durante la ideación haciendo uso de herramientas como personas, definición del entorno y encuestas de usuario para organizar la información. Además, se utilizaron encuestas dirigidas a posibles usuarios para identificar tendencias tempranas y el nivel de aceptación del producto.
3. Ideación: Se realizó un estudio de referenciales para identificar las posibles soluciones al problema y encontrar una respuesta innovadora. Teniendo una idea de la solución se realizó un análisis ergonómico, tecnológico y perceptual para encontrar la mejor y más realista solución de producto.
4. Prototipado: Se crearon prototipos digitales y maquetas volumétricas para probar con usuarios.
5. Validación: Se realizaron pruebas KANO y de usabilidad, ergonomía y percepción con el producto para encontrar puntos de mejora del producto.
6. Implementación: Se creó una estructura organizacional haciendo uso del método Canva y se diseñó un plan de implementación en el que se describe como se introducirá el producto a una región protegida específica.

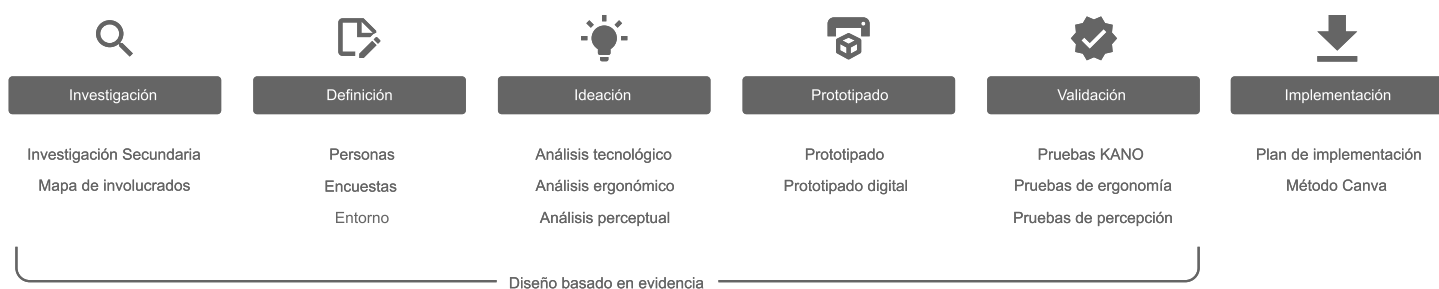


Fig. 4. Etapas del proceso de diseño. Creación propia.

Perfil de usuario

A través del análisis de involucrados se logró definir dos usuarios distintos, un usuario que es él que interactúa directamente con el producto (usuario de consumo) y un usuario que es el que obtiene la información que genera el producto (usuario administrador), estos usuarios corresponden directamente a los visitantes y al cuerpo administrativo de parques nacionales respectivamente. Cada arquetipo de usuario está dividido en distintos subgrupos que tienen un mismo interés, pero sus características pueden variar de manera significativa por lo que se detalla en este apartado.



Usuario consumo

Visitante del área protegida

Este usuario se caracteriza por un gusto a realizar ecoturismo, suele visitar áreas silvestres durante sus viajes y esta ligeramente a medianamente adaptado a las dificultades de un área protegida. Estos usuarios pueden dividirse en dos grupos, los extranjeros y los nacionales, sin embargo, en este proyecto no es necesario separar los dos usuarios durante el análisis debido a que sus necesidades y deseos son similares desde un punto de vista de seguridad. Se identifican por una variedad de atribución de culpa y los niveles de habilidad de supervivencia en áreas silvestres, por lo que para este proyecto dividir este usuario en dos grupos de acuerdo con sus habilidades y conocimientos sería más beneficioso.

Subgrupos

Visitante primerizo o poco frecuente

Este primero subgrupo se diferencia por la ausencia de conocimientos de supervivencia o funcionamiento del área protegida, suelen visitar con familia y con amigos, donde sus principales actividades a realizar son senderismo, avistamiento, nadado, entre otras actividades con un nivel de riesgo menor. Sus deseos son poder disfrutar de los puntos de interés que ofrece el parque sin ser molestados y los requisitos de su experiencia son principalmente mantener su seguridad y su satisfacción durante el uso del área protegida. No suelen invertir o invierten poco en indumentaria para la realización de actividades dentro de áreas silvestres. Su atribución de culpa durante un accidente suele atribuirse a los administradores del parque nacional. Este tipo de subgrupo incluye una población mayor, con usuarios de todas edades.

Visitante experimentado o frecuente

El segundo subgrupo se identifica por mayores conocimientos o familiaridad con áreas silvestres. Estos usuarios suelen visitar las áreas protegidas con amigos que realizan las mismas actividades o solos, además de que también tienden a invertir en indumentaria especializada para la realización de actividades en áreas silvestres. Las actividades que estos usuarios realizan van desde actividades de menor riesgo a alto riesgo, incluyendo actividades extremas que requieren la adquisición de conocimientos especializados y capacitaciones. Sus deseos son poder realizar sus actividades de una manera no interrumpida y se encuentran dispuestos a encontrarse solos en más escenarios. Suelen encargarse de su seguridad propia y atribuyen la culpa en caso de accidente a sí mismos. Este tipo de subgrupo normalmente se compone de usuarios adultos jóvenes.



Usuario administrador

Cuerpo administrativo del área protegida

Este usuario se diferencia debido a que su presencia en áreas silvestres es una obligación y una actividad diaria, la razón de esta alta familiaridad es que su trabajo se realiza dentro o en relación con estas áreas silvestres. Sus conocimientos y habilidades de adaptación a las dificultades de un área protegida son mayores que el de los usuarios visitantes. Su principal necesidad es saber el estado tanto del parque como de sus visitantes para poder mejorar sus servicios dentro de áreas silvestres. El tipo de tareas que realiza este usuario requiere que separemos el usuario en dos subgrupos distintos, ya que estas tareas alteran ligeramente las necesidades del usuario en el día a día. A diferencia del usuario visitante, el usuario administrador tiene que adquirir y pagar por el dispositivo a diseñar, y con ellos velar por su devolución y mantenimiento mientras se encuentre desplegado y en funcionamiento dentro del área protegida en la que trabaja. Este usuario se puede componer de cualquier persona de cualquier edad (mientras esta tenga una edad para trabajar) por lo que, a diferencia del usuario consumo, estas características no son necesarias tomarlas en cuenta para el desarrollo del proyecto.

Subgrupos

Guardaparques

El primer subgrupo, los guardaparques, representa los usuarios administrativos que se encuentran en el momento en el área protegida y a pesar de que comparte la misma necesidad que los gestores, normalmente requiere esta información en tiempo real, para conocer cuando hay exceso de personas en un punto de interés o la posición precisa de una persona específica cuando sucede una emergencia. Son el subgrupo con más experiencia en áreas silvestres y sus decisiones suelen ser para solucionar problemas que se presentan en el momento y no problemas a gran escala que requieren implementaciones complejas, por lo que la información que requieren tiene que ser más rápida que precisa. Este usuario distribuye, gestiona y mantiene toda implementación tecnológica realizada para en la región protegida.

Gestores MINAE-SINAC

El segundo subgrupo compone los gestores/administradores del área protegida en referencia a los miembros encargados de tomar decisiones e implementar cambios. Estos usuarios requieren normalmente de información más precisa y en cantidad, independientemente de si esta se entrega rápida o lentamente, debido a que los problemas que estos usuarios necesitan solucionar suelen ser a mayores escalas. Algunos de estos usuarios invierten menos tiempo dentro de las áreas protegidas. Por lo que saber las tendencias de los visitantes es importante para tomar decisiones correctas. Buscan optimizar el funcionamiento del parque como una unidad y se encargan de cualquier inversión realizada dentro del área protegida.

Usuarios seleccionados

Se limitará los usuarios de consumo a una población menor, con el objetivo de poder asegurar el mejor funcionamiento y la adaptabilidad del producto. El público meta de consumo del proyecto son usuarios adolescentes, adultos jóvenes y adultos pertenecientes al subgrupo de

visitantes primerizos o poco frecuentes. La ventaja de seleccionar este grupo de usuarios es que el producto será también utilizable por visitantes experimentados o frecuentes ya que el grupo de edades que lo compone es el mismo que el del público meta, removiendo a los niños y adultos mayores de la ecuación, que además son usuarios menos comunes en parques nacionales, permite el desarrollo del proyecto de una manera más enfocada. En cuanto a los usuarios administrativos, estos pueden ambos ser abordados sin complicar el desarrollo del producto, por lo que tanto los guardaparques como los gestores de regiones protegidas serán tomados en cuenta durante el desarrollo del producto.



Usuario consumo
Edad: 16 a 60 años



Usuario administrador 1
Personal on-site



Usuario administrador 2
Personal off-site

Mercado

Para el año 2021 la afluencia de visitantes incremento en un 45% en comparación con el 2020, con un 60% de estos siendo visitantes residentes de Costa Rica. Este aumento resultó en un registro total de 1.7 millones de visitas durante el año, un equivalente a un promedio de 4650 personas por día en todas las regiones protegidas de Costa Rica. Con los 3 parques nacionales más populares recibiendo entre 140.000 y 175.000 personas al año, podemos identificar un mercado para el producto de alrededor de 430 usuarios diarios, con los parques menos populares recibiendo alrededor de 28 personas. [31]

Contexto

Costa Rica es un país que aprovecha mucho sus recursos naturales para poner a disposición el ecoturismo tanto a nacionales como extranjeros, sin embargo, gran parte de este ecoturismo se realiza en parques nacionales, áreas silvestres y salvajes, que presentan altas probabilidades de generar un accidente, por lo tanto, la cantidad de accidentes diarios solo son capaces de aumentar. Basta con referirnos a otros países de mayor tamaño como Estados Unidos donde la cifra de accidentes diarios aumenta hasta 14 personas gravemente herida al día [2], para poder crear una idea del riesgo que los visitantes deben experimentar cuando realizar actividades en estas áreas protegidas. Mejorar la seguridad de usuarios visitantes, especialmente los poco experimentados, es importante para permitir el crecimiento de esta área del turismo.

Entorno

El entorno en el que se encontrará el producto será en áreas protegidas, comúnmente áreas silvestres con bajos niveles de infraestructura, donde ciertas regiones de área se encuentran con poca visitación. El clima, ambiente y humedad tienden a fluctuar de manera impredecible. Debido al bajo nivel de infraestructura, sistemas de eléctricos y de agua tienden a no ser fácilmente accesibles. Estas áreas protegidas tienden a extender grandes espacios de área silvestre (hasta 2700km² como en el caso del Parque Nacional Marino Las Baulas o 1930km² en el caso del Parque Internacional La Amistad [31] a nivel regional). La mayoría de las personas que se movilizan en estas áreas tienden a moverse en caminos definidos y reunirse en ciertos puntos de interés, las áreas fuera de estos lugares se postulan como riesgos para los visitantes debido a el control reducido que presentan los administradores del parque sobre estos lugares.

Clima:

El clima no se puede solo analizar uno en específico, el producto tendrá que adaptarse a múltiples ambientes, sin embargo, a nivel local podemos dividir a Costa Rica en 3 regiones climáticas distintivas [32][33], lo que nos permite encontrar un promedio climático sobre el cuál basarnos para una estimación que sirva de referencia para los requisitos de nuestro producto.

Tropical Húmedo

Comprende el Norte y caribe del país, se caracteriza por ser un clima cálido de mucha pluviosidad y elevadas temperaturas, con una temperatura media mensual de 25°C y una variación que no supera 20°C. Las lluvias duran casi todo el año y las áreas de selva reciben en promedio 2600mm anualmente con una humedad de hasta 88% al día. [34]

Tropical con estación seca

Se presenta en Guanacaste y Valle Central, se diferencia del tropical húmedo por tener una estación seca más larga y la humedad es menor, presentando precipitación promedio de 1500mm. Las temperaturas son bastantes similares, con un promedio de 27°C y 10°C a 18°C de variación. [35]

Templado

Se presenta en áreas con alturas mayores a 1500, se caracteriza por temperaturas mucho menores, con promedios de 18°C, las temperaturas más bajas pueden ser de hasta -3°C, sin embargo, en el caso de Costa Rica las temperaturas bajas tienden a estar cerca de los 10°C, similar a los meses cálidos en países. Estas regiones sufren menos precipitación y una presencia fuerte de luz solar. Presenta precipitaciones entre 600 y 2000mm. [36]

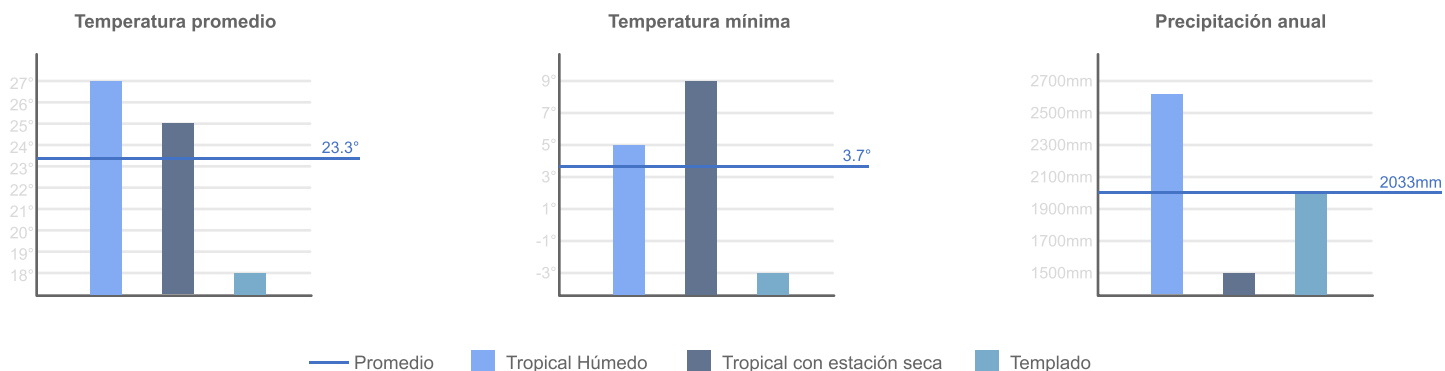


Figura 5. Características promedio de los climas regionales. Fuente: Creación Propia

Conclusiones del entorno

Se identificó un conjunto de características que el producto debe de seguir para asegurar su funcionamiento en áreas protegidas que son comúnmente salvajes.

- El producto tiene que poder funcionar en algunos climas extremos debido a lo impredecible del clima en áreas silvestres.
- Por la ausencia de infraestructura eléctrica el producto tiene que ser capaz de funcionar durante largos lapsos de tiempo solamente utilizando batería.
- Debido a que entre más lejos de un área controlado, más aumenta el riesgo, se requiere que el producto sea capaz de alertar a los guardabosques de esto.
- Debido a la alta humedad y precipitación se requiere que el agua no pueda ser capaz inhibir o dañar el dispositivo.
- Debido a la lejanía y tamaño de las áreas protegidas el producto tiene que poder mantener la mayor cantidad de funciones fuera de cobertura de redes.
- El dispositivo tiene que ser capaz de funcionar a una temperatura promedio de 3.7 grados Celsius.
- El dispositivo tiene que ser capaz de funcionar a una humedad máxima de 88%.
- Debido a la lejanía y tamaño de las áreas protegidas el producto tiene que ser capaz de mantener la mejor cobertura de redes posible.

Customer journey Map

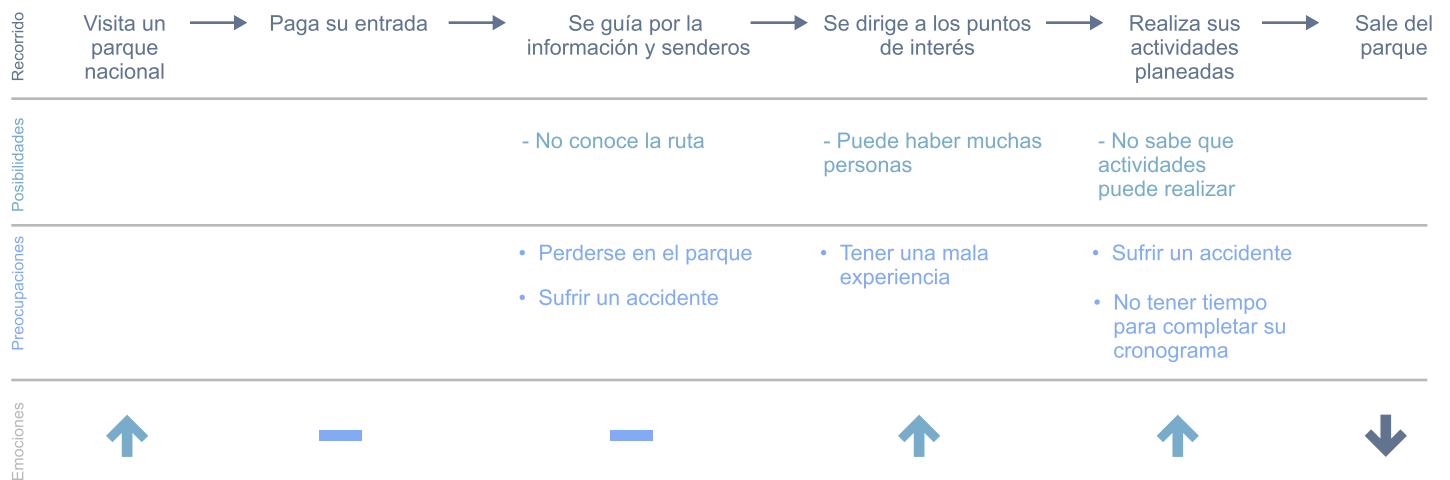


Figura 6. Customer Journey Map. Fuente: Creación Propia

Análisis de encuestas

Se realizó una encuesta para identificar las principales características de los usuarios de consumo, el grupo encuestado se encuentra en un grupo de edades de más de 15 años hasta 63 años y habilidades previas relacionadas a áreas silvestres de distintos niveles. La mayoría de los usuarios encuestados son costarricenses. Todos los miembros encuestados han realizado mínimo una vez actividades en un parque nacional de Costa Rica y algunos han realizado también actividades en parques nacionales de otro país.

En la encuesta se compone de un total de 17 preguntas que se analizaron de manera cualitativa, a continuación se resumen los principales hallazgos:

- La mayoría de usuarios realizan ecoturismo de una manera medianamente frecuente, con gran parte de la población identificándose como un 3 en la escala likert-5.
- Senderismo y nadar son las actividades más populares realizadas previamente, muy pocos encuestados han realizado actividades como kayaking o buceo.
- A todos los usuarios le gustaría realizar las mismas actividades que ya han realizado, con un aumento en actividades más riesgosas como viajes en bicicleta/motocicletas o incluso actividades extremas.
- La mayoría de usuarios clasifican las actividades que desean realizar en un riesgo intermedio, en otras palabras, pocos usuarios quieren realizar actividades de alto riesgo y prefieren actividades de menor riesgo.
- La mayoría de usuarios califican su experiencia realizando las actividades previamente mencionadas como medianamente-alta.
- La gran mayoría de usuarios no le molesta/preocupa o les molesta/preocupa poco que su posición sea monitoreada durante su visita.

- A diferencia del nivel de molestia bajo presentado por los encuestados en cuanto a ser monitoreados en posición dentro de un parque, la mayoría de estos usuarios les molesta considerablemente que su posición sea monitoreada en el día a día, con solo una pequeña población asignando poca molestía. Un contraste claro y una demostración de que la seguridad sirve de justificación para que los usuarios compartan este tipo de información.
- La mayoría de los encuestados mencionan que su privacidad es de alta importancia.
- En cuanto a visitas acompañadas, casi la mitad de los encuestados suelen ir con familiares, mientras que otros ocasionalmente van con familiares. No se definió un consenso en cuanto a que tan común es atender con amigos o conocidos, ya que hay usuarios que dieron su opinión a lo largo de todas las opciones. La gran mayoría de los usuarios mencionaron que no suelen visitar parques nacionales por si solos.
- Todos los usuarios califican la importancia de su seguridad en parques nacionales como muy importante.
- La mayoría de los usuarios comparten la opinión de que los administradores y guardaparques se encuentran considerablemente preparados para reaccionar a una emergencia que los involucre, a la vez, los usuarios definieron su preparación propio ante una emergencia como mediana baja o mediana. Por lo que se puede inferir estos usuarios dependen de los guardaparques y atribuyen la culpa considerablemente más a estos.
- Casi todos los encuestados mencionaron no les molesta que su posición sea compartida en tiempo real con un guardaparques.
- La mayoría de los encuestados se encuentran considerablemente dispuestos o muy dispuestos a realizar cambios en sus visitas para mejorar su seguridad, por ejemplo, llevando objetos que se le asignan, deteniéndose en los puestos que se le mencionan, manteniéndose en los senderos predeterminados, etc.

Análisis de lo existente

Tipos de dispositivos de contado y/o seguimiento utilizados en parques nacionales:

Registadores de datos GPS

Las unidades registradoras de datos GPS, registran la ubicación de esta cada cierto tiempo y después esta información puede ser transferida a otro dispositivo por USB, BLE, etc.



Canmore GT-740 FL

Especificaciones:
Dimensiones: 69.83mm x 29.74mm x 15.58mm
Peso: 15g
Temperatura de operación: -40°C ~ +85°C
Voltaje de entrada: 5V
Protocolos: NMEA-0183 V3.01 GPGGA, GPGLL, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG, GPZDA 4800/9600/19200/38400
Interfaz: USB
Canales: 48
Bluetooth low energy: No
Sensibilidad: -147dBm / -163dBm
Batería: Sí, 48-72 horas por uso

Descripción:

El receptor rastrea continuamente todos los satélites a la vista y proporciona datos precisos de posicionamiento por satélite. Sus 48 canales paralelos y proporcionan una rápida adquisición de la señal del satélite y un corto tiempo de puesta en marcha.

Unidad USB de rastreo GPS descontinuada, que registra la posición de los usuarios cada cierto tiempo y puede compartir estos datos registrados a través de USB, tiene un caso de uso previo en el Parque Nacional de Denali, Alaska, E.E.U.U en el que se utilizó para poder ubicar específicamente a mochileros y encontrar puntos populares de campamento. Los contadores de visitas en ruta tienen que instalarse en puntos específicos, no los identifica, por lo que la utilización de una unidad de rastreo GPS fue necesaria para este caso del NPS. [38]



Canmore GT-730 FL-S

Especificaciones:
Dimensiones: 77.48mm x 28mm x 17.77mm
Peso: 34g
Temperatura de operación: Desconocida
Voltaje de entrada: 5V
Protocolos: NMEA-0183 V3.01 GPGGA, GPGLL, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG, GPZDA 4800/9600/19200/38400
Interfaz: USB
Canales: 48
Bluetooth low energy: No
Sensibilidad: -147dBm / -163dBm
Batería: Sí

Descripción:

Optimizado para un buen rendimiento y un bajo coste. Gracias a su corto tiempo de puesta en marcha, su rápida adquisición de la señal, su rápido tiempo hasta la primera fijación y su alta sensibilidad, el GT-730FL-S ofrece un buen rendimiento de navegación incluso en cañones urbanos.

Unidad USB de rastreo GPS descontinuada, que registra la posición del usuario cada cierto tiempo y transferir estos datos a través de USB. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.

i-gotU GT-120B



Especificaciones:
Dimensiones: 44.5mm x 28.5mm x 13.8mm
Peso: 21.5g
Temperatura de operación: -10°C ~ +50°C
Voltaje de entrada: 5V
Protocolos: GPS & QZSS
Interfaz: Micro-USB
Canales: 22
Bluetooth: Sí, BLE
Sensibilidad: -148dBm / -163dBm
Batería: Sí, 380mAh

Descripción:
Dispone de detección y compensación multitrayectoria en interiores y exteriores que elimina drásticamente el error ionosférico y los efectos multitrayectoria. La precisión de los datos mejora.
GT-120B tiene interfaces duales usb y BLE. Los datos se pueden descargar a través de usb o BLE. En lugar del cable USB propietario de GT-120, GT-120B utiliza ahora un cable micro-usb estándar.

Unidad de rastreo GPS, que registra la posición del usuario cada 1, 5, 10, 15, 30, 60, 3600 segundos y puede transferir estos datos a través de USB o bluetooth a un computador o smartphone. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.

Bad Elf 2300



Especificaciones:
Dimensiones: 17.8mm x 60.7mm x 76.2mm
Peso: 90.7g
Temperatura de operación: Desconocido
Voltaje de entrada: 5V
Protocolos: GPS & GLONASS
Interfaz: USB
Canales: Desconocido
Bluetooth: Sí
Sensibilidad: -148dBm / -163dBm
Batería: Sí, 24 horas

Descripción:
Receptor GPS + GLONASS WAAS Bluetooth precisa de alto rendimiento a 2,5 m mejora la utilidad de su iPad, iPhone o iPod touch sin una conexión a Internet o suscripción mensual.

Unidad de rastreo GPS, con pantalla que muestra latitud y longitud en una pantalla, además registra la posición del usuario cada cierto tiempo y puede transferir estos datos a través de USB o bluetooth a un computador o smartphone. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.

Wearables GPS

Los wearables GPS son dispositivos de geolocalización que pueden ser vestidos, para mostrar o registrar información sobre ubicaciones previas.

Garmin Foretrex 601/701



Especificaciones:
Dimensiones: 74mm x 43mm x 23mm
Peso: 88g con pilas
Tamaño pantalla: 2 pulgadas
Memoria: 16 GB Expandible
Protocolos: GPS, GALILEO, GLONASS
Interfaz: Micro USB
Conexiones: Bluetooth, ANT+
Batería: Sí, 2 pilas AA 48 horas

Descripción:
Navega a cualquier lugar del mundo con la máxima libertad con los nuevos Foretrex 601 y Foretrex 701, los resistentes navegadores GPS fabricados de conformidad con los estándares militares. Mantén el rumbo en prácticamente cualquier lugar gracias a los sistemas por satélite GPS, GLONASS y Galileo.

Dispositivo GPS wearable que puede registrar hasta 1000 tracks. Puede transferir datos a través de USB, Bluetooth o ANT+. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.



Qstarz BT-Q1000XT

Especificaciones:
Dimensiones: 71.1mm x 45.7mm x 20.3mm
Peso: 65g
Tamaño pantalla: Ninguna
Memoria: 345,600 registros (40 días)
Interfaz: USB
Protocolos: DGPS & QZSS
Conexiones: Bluetooth
Batería: Sí, 42 horas

Descripción:
Bluetooth Data Logger Receptor GPS (66 ch, AGPS, sensor de vibración, 400K waypoints)

Unidad de rastreo GPS con pantalla de 3.1 pulgadas, para montar en muñeca y uso en bicicleta. Registra la posición del usuario cada 15 segundos y puede transferir estos datos a través de USB y bluetooth a un computador o smartphone. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.



GlobalSat NW-360HR

Especificaciones:
Dimensiones: Desconocidas
Peso: Desconocido
Tamaño pantalla: 2.2 pulgadas
Memoria: Desconocida
Interfaz: Ninguna
Protocolos: GPS, LTE, NB-IoT
Conexiones: Bluetooth de baja energía
Batería: Sí, 96 horas

Descripción:
NW-360HR es un dispositivo wearable integrado con tecnologías BLE/ GPS/ NB-IoT/ LTE-M1. La combinación de GPS, BLE(Beacon) y NB-IoT(o LTE-M1) le permite realizar un seguimiento del personal importante. El botón de ayuda le permite enviar inmediatamente una solicitud de emergencia a la plataforma de servicios de back-end.

Dispositivo GPS wearable para dar seguimiento a personal o adultos mayores que registra el posicionamiento de un usuario cada 60 minutos o menos. Puede transferir datos a través de USB y Bluetooth de baja energía. Además de monitorear al usuario también cuenta con un botón de emergencia que notifica a una plataforma back-end. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.

Dispositivos portátiles GPS

Los dispositivos portátiles GPS, muestran la ubicación y otros datos al usuario, además, la mayoría de estos dispositivos pueden guardar las ubicaciones previas.



Garmin GPSMAP 66i

Especificaciones:
Dimensiones: 66mm x 163mm x 35mm
Peso: 241g
Tamaño pantalla: 3 pulgadas
Memoria: 16 GB Expandible
Protocolos: GPS, GALILEO
Interfaz: Micro USB
Conexiones: Wi-Fi, Bluetooth, ANT+
Batería: Sí, 35 horas

Descripción:
Un dispositivo de mano GPS y de comunicación por satélite accionado por botones que incluye mapas TopoActive de Europa y la tecnología inReach® de Garmin.

Dispositivo GPS portátil que puede registrar waypoints y ubicaciones previas por hasta 16GB con capacidad de expansión por MicroSD. Puede transferir datos a través de USB, Bluetooth, Wi-Fi o ANT+. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.



Garmin inReach Mini 2

Especificaciones:
Dimensiones: 51.7mm x 99mm x 26.1mm
Peso: 100g
Tamaño pantalla: 1.3 pulgadas
Memoria: No
Protocolos: GPS, GALILEO, QZSS
Interfaz: USB-C
Conexiones: Bluetooth, ANT+
Batería: Sí, 14 días

Descripción:
Un dispositivo de mano GPS y de comunicación por satélite accionado por botones que incluye mapas TopoActive de Europa y la tecnología inReach® de Garmin.

Dispositivo GPS portátil minimalista de larga duración que puede registrar waypoints y actividades, pero tiene una capacidad limitada. Puede transferir datos a través de Bluetooth, ANT+ y USB. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.



Garmin eTrex 22x

Especificaciones:
Dimensiones: 54mm x 103mm x 33mm
Peso: 141.7g con pilas
Tamaño pantalla: 2.2 pulgadas
Memoria: 8GB Expandible
Protocolos: GPS, GLONASS
Interfaz: mini USB
Conexiones: Ninguna
Batería: No, utiliza pilas AA, hasta 25 horas

Descripción:
Un dispositivo de mano GPS y de comunicación por satélite de bajo precio para senderismo y excursionismo.

Dispositivo GPS portátil de bajo precio que puede registrar waypoints y actividades hasta un máximo de 8GB expandibles por MicroSD. Puede transferir datos únicamente por USB. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.



Garmin Montana 700

Especificaciones:
Dimensiones: 87.6mm x 183mm x 32.7mm
Peso: 397g
Tamaño pantalla: 5 pulgadas táctil
Memoria: 16 GB
Protocolos: GPS, GLONASS, GALILEO
Interfaz: Micro USB
Conexiones: Wi-Fi, Bluetooth, ANT+
Batería: Sí, 18 horas, o 3 pilas AA

Descripción:
Con mapas en los que se pueden establecer rutas para carreteras y senderos, el dispositivo de navegación Montana 700 incorpora funciones avanzadas en un resistente formato de 5" que es ideal para la navegación a pie, en bicicleta, en kayak, en motocicleta, en quad en vehículo todoterreno y mucho más.

Dispositivo GPS portátil de pantalla táctil que puede registrar waypoints y ubicaciones previas por hasta 16GB. Puede transferir datos a través de USB a un computador. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.



Magellan eXplorist 310

Especificaciones:
Dimensiones: 51.7mm x 99mm x 26.1mm
Peso: 147.4g
Tamaño pantalla: 2.2 pulgadas
Memoria: 2GB
Protocolos: GPS
Interfaz: USB
Conexiones: Ninguna
Batería: Sí, 2 pilas AA 18 horas

Descripción:
Receptor GPS resistente al agua IPX-7, pantalla a color que se puede leer con la luz solar y GPS SiRFstarIII de alta sensibilidad.

Dispositivo GPS portátil de bajo precio que puede registrar waypoints y actividades hasta una capacidad de 2GB. Puede transferir datos a través de USB. No se encontró un caso de investigación previo donde este modelo se utilizara.

Contadores infrarrojos

Los contadores de visitantes son dispositivos estáticos/de instalación permanente, que cuentan la cantidad de personas que pasan por un punto de interés. Tiene la desventaja de que cualquier situación que detenga el infrarrojo será contado, esto incluye animales, objetos, etc.



DiamondTraffic TTC-4420

Especificaciones:
Dimensiones: 255mm x 75mm x 180mm
Peso: 3.6kg
Energía: 4 Pilas "D"
Memoria: 10000 intervalos de 1 hora (+400 días)
Distancia de detección: 20 metros
Pantalla: Sí

Descripción:
Instrumento portátil que funciona con pilas para contar el uso de los senderos en zonas remotas. El Trail Counter original fue diseñado, desarrollado y fabricado durante años en virtud de un acuerdo con el Servicio Forestal.

Contador infrarrojo basado en el contador diseñado para el NPS de E.E.U.U. Este dispositivo ha sido usado en múltiples publicaciones de control de visitantes, por ejemplo, para estimar el flujo de visitantes anuales en el parque nacional Daisetsuzan, Japón en conjunto con libros de autorregistro [39] o para crear comparaciones de degradación de senderos dentro de McDowell Sonoran Preserve en Arizona, E.E.U.U. [40].



TrailMaster TM1550

Especificaciones:
 Dimensiones: 190mm x 89mm x 53.3mm & 120.6mm x 82.5mm x 45.7mm
 Peso: 453.6g & 283g
 Energía: 2x 4 Pilas "C"
 Memoria: 16000 eventos (8 a 12 meses)
 Distancia de detección: 45 metros
 Pantalla: Sí

Descripción:

El TM1550 de TrailMaster es un sistema de monitorización de senderos por infrarrojos activos de segunda generación que utiliza un haz de infrarrojos invisible a través del sendero entre el transmisor y el receptor.

Contador infrarrojo de largo rango utilizado para contar flujo de usuarios y en combinación con cámaras para seguimiento y/o fotografía de animales en zonas protegidas. Este dispositivo ha sido utilizado para estimar la cantidad de visitantes en puntos de interés y cabezas de ruta en el parque nacional Yosemite, California, E.E.U.U. [41]



Eco-Counter Pyro Box

Especificaciones:
 Dimensiones: 195mm x 110mm x 275mm
 Peso: 2.7kg
 Energía: Batería con vida de hasta 10 años
 Memoria: Ninguna, trasmite a software
 Distancia de detección: 30 metros
 Pantalla: No

Descripción:

La PYRO-Box es un contador de personas extremadamente sofisticado y versátil que se adapta a muchas aplicaciones. La PYRO-Box puede contar tanto ciclistas como peatones en entornos urbanos y rurales y puede utilizarse tanto en instalaciones temporales como permanentes.

Contador infrarrojo pasivo para usos urbanos y silvestres, trasmite la información detectada a un software a distancia. Puede ser construido dentro de postes para ocultar su presencia. Este dispositivo ha encontrado mayor uso durante la pandemia, sin embargo, no suele ser utilizado en parques nacionales. Ha sido utilizado en áreas alpinas, en Noruega. [42]

Contadores infrarrojos similares en especificaciones a este han sido utilizados para analizar el flujo de visitantes en Tuolumne, Yellowstone y otros parques nacionales de senderismo.

Etiquetas de seguimiento

Las etiquetas de seguimiento son dispositivos de bajo consumo de energía que pueden transmitir su ubicación en tiempo real o lapsos definidos a un dispositivo conectado. Suelen utilizar métodos de geo localización basados en GPS, LTE y BLE para comunicarle a los usuarios su posición y cuando el dispositivo se está alejando del usuario. Estos dispositivos no tienen muchos antecedentes de uso en parques nacionales, sin embargo, se han aplicado en conjunto con drones y smartphones en la ecorregión del Cerrado, Brasil, para darle seguimiento a animales salvajes. [43]



Apple AirTags

Especificaciones:
Dimensiones: 31.9mm x 31.9mm
Peso: 11g
Rastreo: Apple U1 (Radio)
Proximidad: Bluetooth y NFC
Temperatura operativa: -20°C a -60°C
Batería: Sí, Tipo botón CR2032

Descripción:
Ayuda a encontrar tus cosas muy fácilmente. Ponle uno a tus llaves y otro a tu mochila para que siempre puedas ver su ubicación en la app Encontrar. Además, esta app también te permite localizar tus dispositivos Apple y mantenerte en contacto con tus familiares y amistades.

Dispositivo localización de artículos a través de señales de radio de alta frecuencia y bajo alcance. Este método es más preciso que GPS+Bluetooth.



Tracki GPS Tracker

Especificaciones:
Dimensiones: 44.5mm x 38.1mm x 14mm
Peso: 35g
Rastreo: GPS+LTE
Proximidad: Bluetooth y Wi-Fi
Temperatura operativa: Desconocida
Batería: Sí, desde 2 días a 3 meses.

Descripción:
Con una cobertura mundial de 190 países, puede rastrear cualquier cosa que se mueva, saber dónde están sus activos y tener la tranquilidad de saber que puede recuperarlos si se los roban.

Dispositivo de localización de artículos a través de GPS y 4G LTE. Este método es preciso y de largo alcance, pero requiere de una mensualidad para pagar el servicio LTE. Cuenta con un botón de emergencia que notifica al 911.

Otros dispositivos de control de flujo

Existen otros tipos de dispositivos de control de flujo no contemplados en este proyecto por ser considerablemente similares a los ya evaluados, el más prominente de estos son las cámaras de conteo, las cuales toman fotografías de puntos de interés y a través de humanos o inteligencia artificial se identifica la cantidad de personas en una ubicación en un tiempo. Este tipo de dispositivos ha sido utilizado previamente en parques nacionales como en el Half Dome de Yosemite, California, E.E.U.U o en el parque nacional Monte Wuyi, República Popular China para identificar la sobrepoblación en puntos de interés. [7]

Comparación de tipos de referenciales

A continuación, se compara los cinco tipos de dispositivos estudiados para definir las características comunes entre ellos. Es importante mencionar la diferencia fundamental entre dos grupos de dispositivos, el primero son los contadores infrarrojos tanto pasivos como activos, que normalmente son estáticos y todos los visitantes de un parque que pasan por un área utilizan, por lo tanto, esta

solución requiere una inversión menor y un mantenimiento más fácil. El segundo grupo son los dispositivos de rastreo, estos dispositivos pueden aumentar significativamente el precio y dificultando el mantenimiento, añadiendo el riesgo de pérdida o robo. Existen rastreadores de menor precio que solo registran el posicionamiento para ver verificado luego.

	Interacción activa por el usuario	Geolocalización en tiempo real	Registra ubicación	Muestra ubicación	Contado de personas
Registradores de datos GPS	No presenta	No presenta	Normalmente presenta	No presenta	No presenta
Wearables GPS	Algunas veces presenta	Normalmente presenta	Algunas veces presenta	Normalmente presenta	No presenta
Dispositivos portátiles GPS	Normalmente presenta	Normalmente presenta	Algunas veces presenta	Normalmente presenta	No presenta
Contadores infrarrojos	No presenta	No presenta	No presenta	No presenta	Normalmente presenta
Etiquetas de seguimiento	No presenta	Normalmente presenta	No presenta	Normalmente presenta	No presenta

Figura 7. Tabla comparativa de dispositivos. Fuente: Creación propia

Para este proyecto se prioriza la posibilidad de saber dónde se encuentra cada usuario de manera individual, pero la inversión tiene que ser mucho menor que una unidad GPS portátil. Podría investigar una solución capaz de fusionar registradores de datos de GPS con contadores o etiquetas de seguimiento que puedan actualizar cada cierto tiempo la posición de un individuo.

Mínimos comunes

Registradores de datos GPS

● = Aplica ○ = No aplica

Dispositivo	Muestra posición	Interfaz USB	Bluetooth/ BLE	Alta sensibilidad -163dBm	Batería	Pantalla	Dimensiones (H*W*D mm)	Peso (g)
Canmore GT-740 FL	○	●	○	●	●	○	69.8x29.7x15.6	15
Canmore GT-730 FL-S	○	●	○	●	●	○	77.4x28x17.8	34
i-gotU GT-120B	○	●	●	●	●	○	44.5x28.5x13.8	21.5
Bad Elf 2300	●	●	●	●	●	●	76.2x60.7x17.8	90.7

Figura 8. Mínimos comunes - Registradores de datos GPS. Fuente: Creación propia

Los registradores de datos tienen la ventaja de que son de bajo precio, y registran la ubicación cada lapso de tiempo determinado (por ejemplo, cada 60 segundos), la desventaja de estos dispositivos es que la información suele transmitirse a una base de datos una vez han dejado de utilizarse, conectándolos a un computador. Algunos cuentan con bluetooth de baja energía que pueden transmitir datos por cercanía.

Wearables ● = Aplica ○ = No aplica

Dispositivo	Registro de posición	Muestra posición	Bluetooth/ BLE	GPS	LTE	Memoria Expandible	Batería	Pantalla	Dimensiones (H*W*D mm)	Peso (g)
Garmin Foretrex 601/701	○	●	●	●	○	○	●	●	74x43x23	88
Qstarz BT-Q1000XT	●	○	●	●	○	○	●	○	71.1x45.7x20.3	65
GlobalSat NW-360HR	●	●	●	●	●	●	●	●	N/A	N/A

Figura 9. Mínimos comunes - Wearables GPS. Fuente: Creación propia

Los wearables tienen la ventaja de siempre estar juntos a las personas que lo adquirieron, en lugar de estar unidos a una maleta u objeto. Algunos pueden registrar cada cierto tiempo la posición por GPS y transmitirla a través de Bluetooth o LTE. La principal desventaja es que el precio aumenta radicalmente según las características.

Portátiles ● = Aplica ○ = No aplica

Dispositivo	Registro de posición	Bluetooth/ BLE	Wi-Fi	Memoria Expandible	Batería	Pantalla	Dimensiones (H*W*D mm)	Peso (g)
Garmin GPSMAP 66i	●	●	●	●	●	3"	163x66x35	241
Garmin inReach Mini 2	○	●	○	○	●	1.3"	99x51.7x26.1	100
Garmin eTrex 22x	○	○	○	●	○	2.2"	103x54x33	141.7
Garmin Montana 700	●	●	●	○	●	5"	183x87.6x32.7	397
Magellan eXplorist 310	○	○	○	○	●	2.2"	99x51.7x26.1	147.9

Figura 10. Mínimos comunes - GPS Portátiles. Fuente: Creación propia

Los dispositivos portátiles son los más populares con usuarios y comúnmente utilizados, aunque realmente no suelen ser implementados como soluciones en parques nacionales por su elevado precio. La principal ventaja de estos dispositivos es que no todos registran posiciones previas y su enfoque de uso es ver la ubicación en el momento.

Contadores IR ● = Aplica ○ = No aplica

Dispositivo	Trasmisión a software	Memoria	Pantalla	Batería	Peso (kg)	Tiempo de uso (meses)	Rango (m)	Dimensiones (H*W*D mm)
DiamondTraffic TTC-4420	○	●	●	○	3.6	+13 meses	20	255x180x75
TrailMaster TM1550	○	●	●	○	0.74	8 a 12 meses	45	190x89x53.3 & 120.6x82.5x45.7
Eco-Counter Pyro	●	○	○	●	2.7	Ninguno	30	275x195x110

Figura 11. Mínimos comunes - Contadores IR. Fuente: Creación propia

Los contadores IR son de alta utilidad en aplicaciones de parques nacionales debido a sus bajos requerimientos en cuanto a mantenimiento y valor por unidad justificados porque cada dispositivo que se despliega será utilizado por múltiples personas. La desventaja lógica de esta solución frente a los rastreadores es que solo registra cuando alguien paso por una posición, no registra quién ni donde se encuentra en el momento. En otras palabras, es excelente para saber la carga de un punto de interés pero no para encontrar personas dentro de una reserva.

Etiquetas de seguimiento ● = Aplica ○ = No aplica

Dispositivo	Registro de posición	Muestra posición	Bluetooth/ BLE	GPS	LTE	Memoria Expandible	Batería	Pantalla	Dimensiones (H*W*D mm)	Peso (g)
Garmin Foretrex 601/701	○	●	●	●	○	○	●	●	74x43x23	88
Qstarz BT-Q1000XT	●	○	●	●	○	○	●	○	71.1x45.7x20.3	65

Figura 12. Mínimos comunes - Etiquetas de seguimiento. Fuente: Creación propia

Otras soluciones

Otras soluciones como las cámaras mencionadas previamente presentan las mismas ventajas y desventajas que los contadores IR, su característica estática/permanente. La principal diferencia se suele transmitir la información cada vez que se toma una fotografía para contado.

Conclusiones de referenciales

Tomando en cuenta que uno de los enfoques de este proyecto es la seguridad de los visitantes de parques nacionales, esto se coloca como una desventaja para sistemas de fotografía y contado de usuarios, ya que, a pesar de que son dispositivos de control de flujo de visitantes, estos solo nos comunican información cuantitativa sobre los visitantes de manera desactualizada. Por otra parte, a pesar de que la solución idónea sería un dispositivo GPS portátil, estos suelen tener un precio demasiado alto lo cual dificulta la viabilidad de este si fuera necesario entregarlo a usuarios al entrar al parque. Estas dos características extremas nos obligan a ubicar la solución en un punto intermedio, este podría lograrse con registradores de datos GPS que puedan comunicar esta información en tiempo real similar a un sistema de etiquetado de seguimiento. Esto permitiría eliminar las características que suelen aumentar el precio de los dispositivos portátiles (como pantallas y grandes capacidades de memoria) y aún poder distribuir la solución a cada usuario. Además, que el dispositivo dé seguimiento en tiempo real o en lapsos cortos también nos habilitaría la posibilidad de incluir sistemas de emergencia como un botón de emergencia/SOS. La desventaja de no contar con una pantalla/interfaz flexible se puede superar con el uso en sincronía de teléfonos inteligentes, que permitirían al usuario tener más información sobre el dispositivo a través de bluetooth de baja energía (BLE) y poderlo configurar en caso de ser necesario. Una red con mayor cobertura, pero menor precisión es radio, por lo que es una buena opción para que el dispositivo pueda mantenerse conectado en regiones donde redes móviles no estén disponibles.

Análisis tecnológico

Con la investigación de referenciales se pudo identificar gran variedad de dispositivos que cumplen funciones iguales o similares a las que se propone en el proyecto, sin embargo, gran parte de estos dispositivos como los contadores no sirven de referencia para el análisis tecnológico debido a que las tecnologías que estos emplean no son de geolocalización, solo de contado, por lo que se requirió prestar más atención a los productos en el mercado que muestran algún tipo de rastreo y que medios utilizan para lograrlo. La principal característica repetida entre estos dispositivos es la geolocalización por GPS o GPRS la cual tiene una excelente cobertura y considerablemente buena precisión, además, algunos dispositivos utilizan redes móviles como el 4G para funcionar de soporte para el GPS en caso de algún problema de cobertura, la última alternativa utilizada por el Apple Airtag es la geolocalización por radio, la cual, a diferencia del 4G, tiene mucho mejor cobertura, suficiente inclusive para reemplazar el GPS en su totalidad a cambio de menor precisión y la necesidad de infraestructura como múltiples antenas de radio.

	GPRS/EDGE/4G	GPS	Radiolocalización
Precisión	Media-Buena	Buena	Media-Buena
Cobertura	Media-Buena	Muy Buena	Buena
Cantidad de datos	Muy Buena	Buena	Mala
Infraestructura necesaria	Mayor	Menor	Mayor
Latencia	Muy Buena	Mala	Muy Buena

Figura 13. Matriz de comparación de tecnologías. Fuente: Creación Propia

Radio para geo localización

La utilización de radio para el rastreo tanto en interiores como exteriores es una opción excelente que solo se limita por la cantidad de infraestructura presente en el área de aplicación, con su precisión aumentando con base en la cantidad de puntos de acceso en la cercanía. Por otra parte, el rastreo por radio no es una técnica definitiva, si no un conjunto de técnicas que utilizan distintos parámetros para establecer la ubicación y distancia de un receptor, entre ellos se encuentra TOF (Tiempo de vuelo), RSS (Potencia de la señal recibida) y AoA (Ángulo de llegada), cada una de estas tiene distintas aplicaciones y capacidades. Para el desarrollo de este proyecto se requiere que los parámetros utilizados sean capaces de funcionar en exteriores y con la mayor precisión posible mientras exista la menor cantidad de puntos de acceso posibles, debido a la poca infraestructura presenta en parques nacionales.

Tabla II
Comparación de técnicas de rastreo

Environment	Ref.	Parameters used				Additional info context	IMU	Experiment	Simulation
		ToF	RSS	AoA	phase				
indoor	[TBDG17]		x	x					x
	[RSS17]	x					x		
	[LLO ⁺ 19]	x		x	x				x
	[RBZ17]		x			building		x	
	[MMdHB18]		x					x	
	[VRL ⁺ 17]	x	x	x	x				x
	[HLMW16]		x	x					x
	[dHBGV19]		x					x	
	[PDT ⁺ 19]	x	x	x		building			x
[RCS19]	x						x		
[BNMJ19]	x				building			x	
outdoor	[TPS ⁺ 19]	x	x			OSM		x	
	[PPT ⁺ 18]	x				OSM		x	
	[QHD17]	x						x	
	[NC17]		x	x					x
	[PMQ18]		x	x				x	x

Fuente: K. Witrisal et al [44]

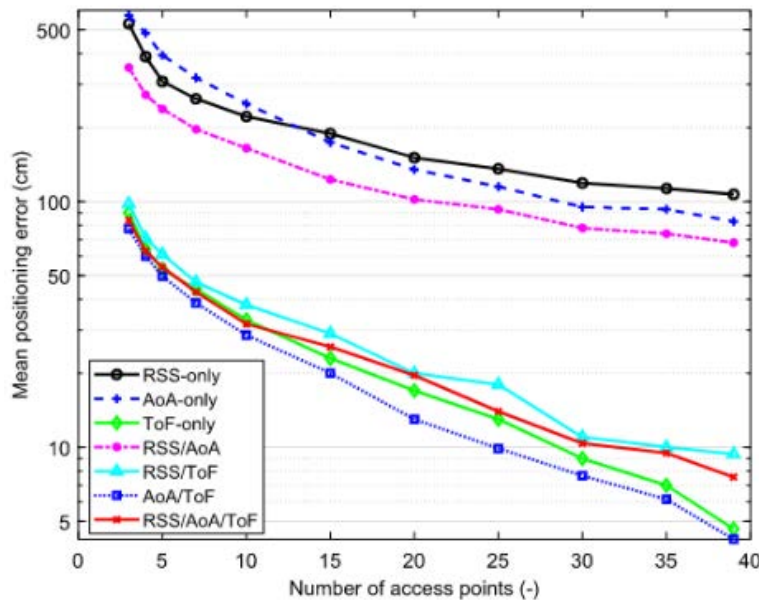


Figura 14. Gráfico de precisión de técnicas de rastreo. Fuente: K. Witrisal et al [44]

Tomando en cuenta la precisión de las técnicas, podemos descartar las técnicas de solo RSS, AoA y RSS+ AoA, siendo AoA+ToF la mejor opción en términos de precisión cuando el número de accesos es menor, sin embargo, para aplicaciones exteriores no existe una referencia que utilice estos dos parámetros, por lo que tenemos que seleccionar la siguiente mejor opción, siendo esta un conjunto de las 3 técnicas o solo la de ToF. Comparándolo con las aplicaciones exteriores también podemos encontrar que no existe una técnica en esta área que involucre las 3 referencias, por lo que nuestra última opción será la de solamente ToF, lo que nos presenta la posibilidad de utilizar PPT+18 y QHD17, en otras palabras, un dispositivo capaz de utilizar radio en conformidad con alguna de estas dos referencias será suficiente para cumplir con los requisitos del producto.

Cobertura de redes en parques nacionales

Si se pretende que el dispositivo utilice alguna tecnología de redes móviles ya sea GSM o GPRS fue necesario identificar si la cobertura de ya sea GSM, 3G o 4G es suficiente dentro de los parques nacionales, especialmente si uno de estos se va a seleccionar para un plan piloto. También hay que comparar la cobertura de los proveedores nacionales de este servicio, siendo estos Kolbi, Liberty y Claro.

Por otra parte, cabe destacar que la SUTEL no provee porcentajes de cobertura específicos de los parques, por lo que para poder obtener un estimado de cobertura de cada parque nacional es necesario separar cada uno en los distritos que lo componen, evaluando el porcentaje de cobertura de cada uno de los distritos y obteniendo un promedio de cobertura. Además, también se investigaron mapas de cobertura publicados por Nperf para poder encontrar puntos específicos dentro de los parques nacionales que los usuarios han reportado como ausentes de cobertura.

Para limitar el estudio se decidió primero seleccionar un conjunto de parques nacionales que son excelentes candidatos para un plan piloto, seleccionando los mapas de un tamaño mediano, debido a que un parque muy pequeño podría dar datos limitados sobre el funcionamiento y uno de gran tamaño podría ser difícil de introducir el plan o tener severos problemas de cobertura. Otro parámetro por tomar en cuenta es la cantidad de visitantes anualmente, con los parques que presentan una gran visitación siendo más tomados en cuenta. También se descartó en el estudio los parques nacionales con grandes cuerpos de agua como parques marinos y varios parques de playa que tienen un terreno mínimo, los únicos parque nacionales que no fueron filtrados de esta manera corresponde al Parque Marino Ballena y el Parque Manuel Antonio, debido a la altísima visitación que estos dos presentan.

Utilizando los filtros previamente mencionados se escogieron un total de 6 mapas candidatos, lo cuáles son: Manuel Antonio, Marino Ballena, Volcán Tenorio, Volcán Poas, Volcán Arenal y Rincón de la Vieja. Una vez seleccionados estos candidatos se procedió a analizar la cobertura para confirmar la viabilidad de las redes móviles en parques nacionales y además seleccionar un posible parque para el plan piloto realizado más adelante en este proyecto.



Figura 15. Comparación de área terrestre de los parques candidatos. Fuente: SINAC [45], creación Propia

Tabla III

Cobertura de redes en parques nacionales de Costa Rica

Manuel Antonio						
Distritos	Claró		kölbi		LIBERTY	
	3G	4G	3G	4G	3G	4G
Quepos	93%	63.9%	99.4%	85.2%	99%	91.7%

Volcán Poas						
Distritos	Claró		kölbi		LIBERTY	
	3G	4G	3G	4G	3G	4G
Sarapiquí	98%	NA	100%	89.8%	100%	100%
Río Cuarto	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Toro Amarillo	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bolívar	72.8%	61.8%	100%	60%	98.8%	87.4%
San Roque	80.4%	56.1%	99%	71.7%	98%	91.3%
San Isidro	73.1%	65.8%	99.1%	76.7%	96.2%	86.1%
San Juan	97.9%	91.1%	99.9%	95.7%	100%	99.5%
Sabana Redonda	94.4%	92.6%	100%	97.1%	100%	99.4%
Sabanilla	92.7%	87.8%	99.8%	90.3%	99.5%	97.5%
Promedio	87%	75.9%	99.69%	83%	98.9%	94.3%

Arenal						
Distritos	Claró		kölbi		LIBERTY	
	3G	4G	3G	4G	3G	4G
La Fortuna	96.9%	88.5%	99.9%	95.9%	99.9%	99.4%
Peñas Blancas	58.3%	100%	99.7%	88.7%	99.6%	80.9%
Tronadora	97.6%	-	99.8%	98.2%	99.5%	-
Promedio	84.3%	94.3%	99.8%	94.3%	99.7%	90.2%

Volcán Tenorio						
Distritos	Claró		kölbi		LIBERTY	
	3G	4G	3G	4G	3G	4G
Bijagua	98.4%	95.1%	99.7%	94.7%	98.4%	-
Palmira	93.8%	-	100%	97.3%	98.8%	-
Tierras Morenas	95%	87.5%	99.9%	95.9%	99.4%	-
Cote	98.7%	-	99.3%	100%	100%	100%
San Rafael	98.9%	-	99.7%	90.6%	99.7%	99.4%
Katira	-	-	99.7%	96.7%	98.9%	99.1%
Promedio	96.96%	91.3%	99.72%	95.87%	99.2%	99.5%

Marino ballena						
Distritos	Claró		kölbi		LIBERTY	
	3G	4G	3G	4G	3G	4G
Bahía ballena	73.9%	-	99.7%	86.8%	98.5%	99.4%

Rincón de la Vieja						
Distritos	Claró		kölbi		LIBERTY	
	3G	4G	3G	4G	3G	4G
Mogote	95.5%	-	100%	88.6%	99.7%	93.2%
Aguas Claras	98.3%	71.7%	100%	88.9%	98.5%	-
Dos Ríos	98.8%	70.6%	100%	96.5%	99.6%	100%
Mayorga	88.1%	-	99.8%	61.1%	97.7%	-
Cañas Dulces	90.8%	-	99.9%	67.6%	98.3%	95.3%
Curubandé	79.4%	46.1%	100%	69.2%	99%	97.8%
Liberia	95.6%	76.1%	99.8%	83.9%	99.8%	99%
Promedio	92.4%	66.1%	99.9%	79.5%	98.9%	97.1%

Fuente: SUTEL [46], creación propia.

Tomando en cuenta la cobertura de las redes, se pudo identificar que la mejor cobertura dentro de los parques nacionales en promedio la presenta el proveedor Kolbi en la tecnología 3G (con un promedio de cobertura de 99.7% en los 6 parques estudiados), por lo que un el dispositivo debe de requerir un módulo capaz de acceder a 3G, permitiendo que el componente tenga un menor precio comparado con sus contrapartes de 4G y 4G LTE. Por otra parte, con la cobertura en 3G más baja siendo de 99.4%, se puede confirmar que las redes móviles son una infraestructura suficientemente completa como para permitir el funcionamiento constante del dispositivo.

Cobertura de parques nacionales	
Servicio	kölbi 3G
Manuel Antonio	99.4%
Volcán Poás	99.7%
Arenal	99.8%
Volcán Tenorio	99.7%
Marino Ballena	99.7%
Rincón de la Vieja	99.9%
Promedio	99.7%

Figura 16. Promedio de cobertura de Kolbi 3G en parques candidatos. Fuente: Creación Propia

Energía

El dispositivo tendrá que autosostenerse a nivel de energía por lo que requerirá poder almacenar electricidad por el mínimo de tiempo que las áreas protegidas se encuentran abiertas al público, lo cual normalmente suele ser entre las 8 de la mañana y 4 de la tarde. En otras palabras, la batería tiene que ser capaz de mantenerse el producto funcional por un mínimo de 8 horas. Si se utiliza como referencia un Arduino micro que en estado de reposo consume alrededor de 46mA [48], y tomando en cuenta que cada cierto tiempo tendrá que procesar la geolocalización además de mantener los diodos LED funcionales durante las 8 horas, el consumo del producto será claramente mayor que estos 46mA. Una batería de 1200 mAh puede soportar este estado de reposo por un total de 26.08 horas [48], lo que significa que el dispositivo puede consumir más de 3.25 veces en su estado funcional para que una batería de 1200mAh no sea capaz de sustentar el producto por un total de 8 horas.

Función-Componente

Función		Componente
Ubicar el dispositivo	➔	Antena GPS, Módulo SIM.
Alertar en emergencia	➔	Emisor de radio, Módulo SIM.
Transferir información	➔	Antena GSM, Módulo SIM.
Autosustentarse eléctricamente	➔	Batería.
Procesar y encriptar datos	➔	Procesador (ej: Arduino, etc)

Figura 17. Diagrama función-componente. Fuente: Creación Propia

Conclusión del análisis tecnológico

A través del análisis tecnológico se definió la viabilidad de utilizar tanto radio como GSM como medios alternativos al GPS, en este caso se pretende utilizar ambos como apoyos en caso de que uno no funcione, siendo el GPS el encargado de la ubicación, el GSM el encargado de la transmisión de datos y radio solo utilizándose en casos de emergencia. Una ventaja de estas tecnologías seleccionadas es que existen módulos en el mercado capaces de funcionar con 2 o 3 de estas tecnologías de manera simultánea. Por otra parte, también se identificó que una batería de un tamaño menor y una capacidad de 1200mAh será suficiente para poder mantener estas tecnologías funcionando por el tiempo mínimo mencionado previamente. Además, buscando referencias en el mercado de los componentes a utilizar se estima que el producto debe tener unas medidas mínimas de 50x41x13.3mm para poder contener dichos componentes, la medida final del producto se acercará a este estimado.

Análisis Perceptual

Morfología

Utilizando los referenciales previamente estudiados se realizó un análisis morfológico para identificar las principales características de los productos, sin embargo, el enfoque de este apartado será en los dispositivos de menor tamaño y wearables. Se excluyeron los contadores y cámaras debido a la gran diferencia con el tipo de dispositivo seleccionado para este proyecto.



Forma:

Los dispositivos estudiados presentan mayoritariamente formas prismáticas rectangulares, y superficies planas sin inclinaciones. Algunos dispositivos presentan superficies convexas, especialmente los que tienen forma de reloj o disco. Los dispositivos con forma prismática tienden a tener sus vértices/esquinas redondeadas para facilitar el uso en la mano de las personas.



Finalizado:

La mayoría de los dispositivos utilizan principalmente plásticos con finalizado mate y algunas piezas en aluminio. Pocos dispositivos utilizaron plásticos con finalizados brillantes, probablemente para evitar raspones.



Transiciones:

Las transiciones entre piezas y superficies son claramente visibles e incluso marcadas por diferenciaciones en materiales y colores, por ejemplo, algunos dispositivos tienen una cara de un color llamativo, pero la mayoría del chasis es de color negro.

Moodboard

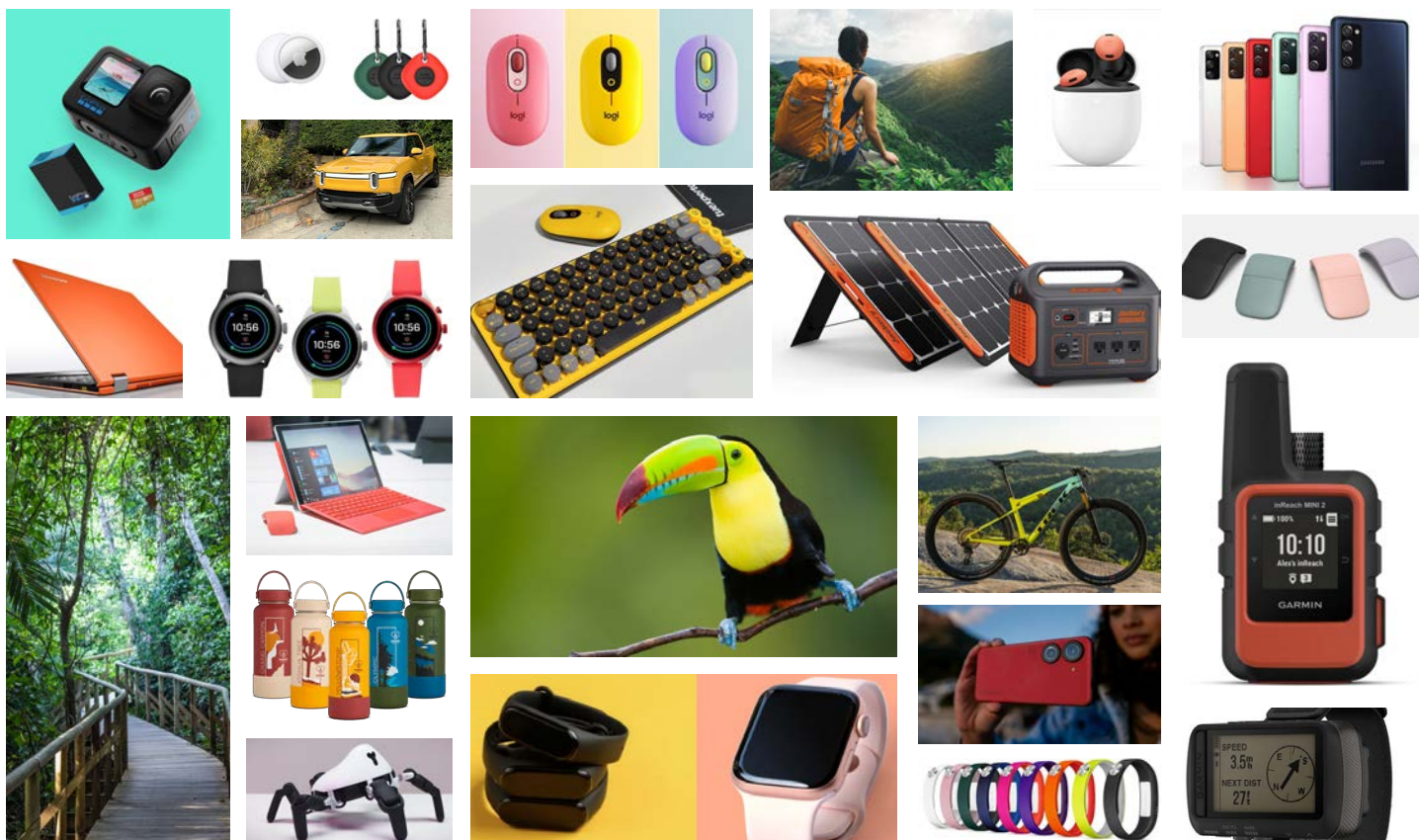


Figura 18. Moodboard. Fuente: Creación Propia

Análisis del moodboard

A través de la creación de un moodboard se pudo concluir las similitudes en el lenguaje de diseño en productos, especialmente aquellos diseñados para exteriores y ecoturismo. La característica principal que se repite en estos productos es el uso de colores saturados con finalizados mates y una ausencia de curvas marcadas, la mayoría de los ángulos son redondeados y no existen curvas complejas. El principal tema en el moodboard es la naturaleza, la exploración y la actividad en ambientes externos. Los materiales dominantes dentro del moodboard son los plásticos especialmente con finalizados mates, con una distribución de colores 80/20 entre negro mate y colores saturados o viceversa, el vidrio también hace presencia, pero tiende a tener un finalizado mate para evitar la reflexión del sol, sin embargo, esta característica no aplica en todos los productos. También se utilizan metales para generar contraste con los finalizados mates, aunque en menor escala. A pesar de la presencia de colores tan saturados, el diseño final de los productos analizados termina siendo bastante sobrio e incitan a la exploración de las personalidades y la relación con el exterior.

Ejes semánticos



Figura 19. Ejes semánticos. Fuente: Creación Propia

Cuadrante seleccionado

El producto busca ser llamativo e indirectamente incitar a una exploración segura de nuestros alrededores, mientras mantiene un lenguaje de diseño simple debido a que el producto tendrá poca interacción con el usuario más allá de vestirlo, por lo tanto, se decidió utilizar como referencia el cuadrante simple-extravagante, que permite que el lenguaje de diseño a utilizar tenga colores más llamativos sin volver complejas las superficies que lo componen, un diseño mayormente utilitario que hace uso de la cromática para impulsar su atractivo.

Simple-Extravagante



Mínimos comunes

- Morfológicamente los productos se componen de curvas simples, esquinas y bordes redondeados de radios menores, superficies casi planas y de planos o piezas separadas para crear contraste.
- Cromáticamente se emplean colores altamente saturados en contraste con metales o colores negros.
- En finalizado la mayoría de estos productos utilizan mate en conjunto con metales o solo finalizados mate.
- Los materiales principalmente utilizados son el plástico y el metal, y suelen utilizar en contraste uno con el otro, usualmente en distribuciones 80/20.

Análisis ergonómico

El producto se caracteriza por cubrir una población meta considerablemente amplia, con posibles usuarios desde la niñez hasta adultos mayores, cualquier usuario que quiera realizar turismo en parques nacionales es por defecto un usuario potencial del dispositivo, y este debe ser capaz de funcionar de igual manera en todos estos usuarios. En el análisis ergonómico se definieron 3 características importantes del producto para asegurar su uso sea cómodo y seguro; la forma en que el usuario va a utilizar el producto, materiales que se pueden utilizar para evitar reacciones de la piel y el rango antropométrico que debe cumplir el producto.

Interfaz e interacción:

A pesar de que el producto no tiene una interacción compleja con el usuario visitante, es importante analizar esta para poder crear una experiencia que oculte dicha interacción, permitiendo al usuario sentirse cómodo sin que este se recuerde de estar utilizando el dispositivo y solo tenga que directamente utilizarlo en caso de emergencia a través del botón de S.O.S. Además, es de máxima importancia asegurar que el dispositivo no se va a separar del usuario, encontrar a las personas en una situación de emergencia es crítico, por lo que si el usuario se logra separar del dispositivo podría resultar en el equipo de rescate encontrando los objetos personales del usuario o incluso solo el dispositivo, en otras palabras, perdiendo tiempo crítico en el rescate por información errónea que el dispositivo está comunicando.

Wearables - Muñeca:

Los dispositivo vestidos de la muñeca tienen la ventana de que son los más fáciles de colocar, esta acción normalmente solo se tiende a dificultar ligeramente cuando el visitante este utilizando ropa de varias capas o capas gruesas, como en el caso de un abrigo grueso para ambientes fríos, este tipo de vestimenta es común dentro de ciertos parques nacionales, especialmente los de montaña, aunque en comparación con otros wearables, los vestidos en la muñeca siguen siendo más fáciles de colocar. La principal desventaja de este tipo es que el sistema de ajuste tiene que ser capaz de ajustarse a una gran cantidad de tamaños de muñeca, algunos elásticos pueden ser muy apretados en muñecas con mayor circunferencia, o algunos velcros pueden quedar mal conectados para intentar ajustarse alrededor de una muñeca de menor circunferencia. Esta opción es principalmente útil si se logra encontrar un balance entre estos ajustes o un sistema capaz de cubrir la mayor cantidad de usuarios potenciales posibles. Una probable dificultad con este tipo de wearable es que los dispositivos no pueden ser muy grandes si no se vuelven mucho más notorios e incómodos que otros tipos de dispositivos mencionados en este apartado.

Wearables - Brazo:

Los dispositivos vestidos alrededor del brazo se diferencian de los de muñeca debido a que

requieren ser de una circunferencia mayor, por lo que velcro es normalmente favorecido ante los elásticos. Estos sistemas de ajuste son más difíciles de colocar y es más difícil ignorar su presencia, sin embargo, cuenta con la característica de que puede colocarse encima de la ropa, facilitando su compatibilidad con abrigos gruesos. Su principal ventaja es que se pueden incorporar dispositivos de mayor tamaño en esta área del cuerpo. Debido a que el dispositivo se coloca en el exterior del brazo y es más difícil para un humano calcular el tamaño de este es más probable hacer que este dispositivo entre en contacto con otras superficies, por lo que reducir el tamaño lo más posible es recomendable.

Wearables - Talón:

Similar en características a los dispositivos vestidos alrededor de la muñeca, sin embargo, la dificultad de colocación es mucho más alta, además de que si el producto es de un tamaño mayor este puede incitar a tropiezos, colocando al dispositivo en contra de los objetivos del trabajo. Este tipo de dispositivo no tiene muchas ventajas sobre los de muñeca más allá de que es fácil de ocultar, una ventaja no necesaria para este proyecto que incluso va en contra de lo concluido en el análisis perceptual.

Colgante:

Estos dispositivos cuentan con un ojal o argolla para poder conectar a alguna otra indumentaria como mochilas o llaveros, en el caso de nuestro producto este tiene que poder ser colocado o removido fácilmente de manera intencional y difícil de remover de manera accidental, por lo que debería de utilizar algo más parecido a un mosquetón. La principal desventaja de este tipo de dispositivo es que tiene que estar unido a una pieza de vestimenta o indumentaria, si una persona no puede unir el dispositivo a su ropa va a requerir conectarlo a una mochila, bolso de mano o incluso llevarlo en la mano, lo cual puede provocar que la persona extravíe el dispositivo o en el peor de los casos, si sufre un accidente, el dispositivo podría separarse del usuario dando la última posición conocida del visitante y no la ubicación actual. Estos dispositivos requieren que tanto la cuerda como el mismo dispositivo sean de un tamaño menor, ya que dispositivos grandes pueden columpiarse y chocar constantemente con la persona o su indumentaria, provocando que esta oscilación se vuelva incluso molesta y afecta el requerimiento de ser poco notorio.

Handheld:

Este tipo de dispositivo permite la mayor flexibilidad de diseño en cuanto a dimensiones y características y son especialmente útiles cuando la interfaz es a través de una pantalla, sin embargo, según los objetivos que se establecen en este proyecto no es necesario utilizar este tipo de interacción por lo que cargar el dispositivo en la mano toda la visita solo se volvería una incomodidad e incluso deshabilitaría a los usuarios a realizar otras actividades que requieran de sus manos, en otras palabras, este tipo no cuenta con ninguna ventaja que sobrepase las desventajas.

Accesorios de teléfono:

Una opción viable es crear el dispositivo como un accesorio de teléfono, debido a que el dispositivo ya requiere estar sincronizado a un teléfono para su uso, estos facilitarían el uso de este y evitaría la posibilidad del dispositivo de separarse del teléfono inteligente, sin embargo, no remueve la posibilidad de que el usuario se separe de su teléfono y por lo tanto del dispositivo, perdiendo el seguimiento del visitante. Por otra parte, para hacer que el dispositivo no se separe fácilmente de manera accidental del teléfono es necesario integrar el mismo lo más posible al teléfono, no basta con simplemente conectarlo por USB y dejarlo colgar, ya que tomaría todas las desventajas del colgante y sería más propenso a extraviarse. Debido a la gran cantidad de teléfonos distintos en el mercado no se puede crear una solución universal para adjuntarlo a un teléfono, por ejemplo: algunos dispositivos podrán utilizar imanes para pegarse a la parte trasera de un teléfono, pero no todos los smartphones cuentan con carga inalámbrica, o si el producto está integrado a un estuche, este mismo solo sería compatible con un modelo de teléfono en específico. Esta opción requiere mucha más exploración para encontrar una solución que responda a la mayoría de las problemáticas que presenta.

Materiales:

En esta sección se explorará los materiales más comúnmente usados para estar en contacto con la piel humana y cuáles se tienen que evitar, también se explorará que tipo de materiales tienen características como la rugosidad que puede afectar la piel o generar molestia en el usuario durante el movimiento realizado en las actividades.

Materiales:

Es de importancia asegurar de que los materiales utilizados para la carcasa del dispositivo no generen alergia o efectos negativos en la piel. Sin embargo, esto no limita tanto las posibilidades a emplear ya que gran cantidad de compuestos y polímeros pueden ser utilizados. Otra característica a tomar en cuenta que tanto se puede calentar o enfriar el material, por ejemplo, los metales, cuando se encuentran en contacto con la piel pueden provocar quemaduras por tanto frío como calor, lastimando al usuario cuando se presentan temperaturas extremas.

Textura:

En cuanto a texturas es de importancia utilizar superficies lisas y no rugosas, debido a que como el dispositivo va a estar en constante contacto con la piel durante movimiento, el rozamiento podría generar irritaciones o daños directos a la piel. Las texturas rugosas solo deben ser utilizadas en áreas de contacto, como agarres o similares, en el caso de wearables estas áreas son mínimos y esta inclusión se ve como innecesaria.

Ajuste:

En el caso de los wearables, estos requieren sistemas de ajuste para acomodarse en

muñecas y brazos, por lo que estas superficies son las que pueden estar en contacto con la piel, la mayoría de los materiales no lastiman la piel, como es en el caso de imanes o elásticos, sin embargo, telas y velcro ocupan estar diseñadas de manera que no rosen constantemente contra la piel, porque podrían lastimar al usuario por rozamiento.

Rango antropométrico

Debido a las limitaciones de estudios antropométricos en Costa Rica, se optó por utilizar tablas antropométricas publicadas por la Universidad de Guadalajara [49], referenciando tablas antropométricas de la población laboral colombiana entre 20 y 59 años tanto femenina como masculina para utilizar como acercamiento a las medidas de un costarricense. Se tomó en cuenta medidas de perímetro de muñeca, perímetro de brazo y perímetro metacarpial. A continuación, se adjunta una tabla que incluye las medidas antropométricas utilizadas en este análisis.

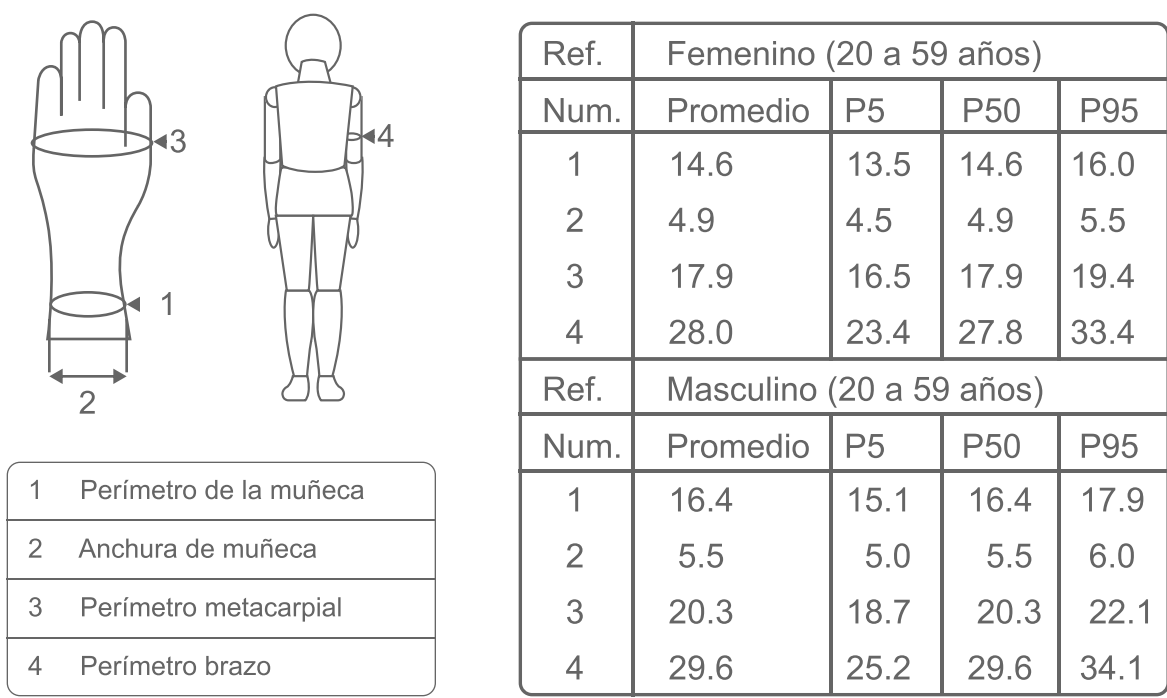


Figura 20. Medidas antropométricas población laboral colombiana 20 a 59 años. Fuente: Universidad de Guadalajara [49], creación propia

Perímetro de la muñeca

Si el producto es diseñado para ser vestido alrededor de la muñeca es necesario saber los mínimos y máximos de circunferencia a la cual podrá adaptarse, para la medida mínima se utilizará el perímetro de la muñeca en el percentil 5 femenino, el cual corresponde a lo más ajustado posible, una medida de 13.5cm. Para el máximo de ajuste se utilizará el percentil 95 del ancho de la muñeca de adultos masculinos de hasta 59 años para calcular una circunferencia perfecta alrededor de la muñeca, a este valor se aumenta al 125% para asegurar el funcionamiento óptimo. Además, se compara este valor con el perímetro de muñeca correspondiente de 17.9 (como si el usuario ajustara lo más posible el producto) con el resultado sin aumentar al 125%.

Mínimo:
P5 = 13.5



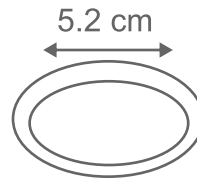
Máximo:
 $6.0 \times \pi = 18.4$ [$\times 1.25 = 23.0$]



Ancho de la muñeca

El centro del dispositivo debe tener una medida promedio que ayude a la mayor cantidad de usuarios sentirlo cómodo y aún permite tener los componentes en el interior. Esta medida se obtiene calculando el promedio del ancho de muñeca del percentil 50 femenino y masculino.

$$\frac{4.9 + 5.5}{2} = 5.2 \text{ cm}$$



Perímetro del brazo flexionado

Si el producto es diseñado para ser vestido alrededor del brazo es necesario identificar el máximo de circunferencia del brazo a la cual podrá adaptarse, para identificar este máximo de ajuste se utilizará el percentil 95 del perímetro del brazo flexionado de adultos masculinos de más de 30 años en comparación, a este valor se aumenta al 125% para asegurar el funcionamiento óptimo encima de la ropa. La medida mínima tiene que corresponder al perímetro de brazo en reposo del percentil 5 femenino.

Mínimo reposo:
P5 = 23.4cm



Máximo flexionado:
 $35.6 \times 1.25 = 44.5\text{cm}$



Conclusiones

Tras el análisis se pudo identificar un conjunto de puntos importantes a tomar en cuenta durante el diseño del producto, entre ellos se puede mencionar los siguientes:

- Evaluar la interacción del sistema de ajuste con el usuario para identificar incomodidades que podrían presentarse, en el caso de los wearable como la banda va a ser colocada y ajustada para asegurar el usuario puede colocárselo de forma cómoda y ojala por sí mismo, evitando la necesidad de tener una persona asistiendo al usuario que lo vestirá.
- Evaluar múltiples sistemas de ajuste para encontrar la solución que permita a la mayor cantidad

de usuarios utilizar el producto de forma segura, por ejemplo, el velcro es una excelente solución de precio menor pero tiene que evitar el contacto directo con la piel para evitar irritaciones en la piel.

- Evaluar la superficie del material seleccionado en situaciones de fricción para evitar lastimar al usuario durante el rozamiento, ciertas telas más rugosas podrían afectar al usuario por que un producto con finalizado liso como fibras sintéticas y silicón son mucho más funcionales para el producto.
- Es bueno explorar alternativas, sin embargo, los wearables (especialmente brazo y muñeca) y los colgantes muestran más ventajas sobre handhelds y cualquier integrado a un teléfono ya que son más cómodos para realizar actividades dentro de los parques nacionales y tienen un rango amplio de cobertura antropométrica.

Concepto de diseño



Figura 21. Mapa del concepto. Fuente: Creación Propia

¿Qué es?

Un sistema de transferencia de información sobre flujo de visitantes para parques nacionales, que permite a los encargados saber el estado y la ubicación de los visitantes del parque.

¿Para qué?

Para mejorar el rendimiento del trabajo realizado por los administradores del parque nacional y mejorar la seguridad de los visitantes del parque.

¿Para quién?

Para las personas que realizan ecoturismo en parques nacionales y los administradores de dichos parques.

¿Dónde?

En áreas protegidas alrededor del país que cuentan con características distintas y suelen ser silvestres con poco control y presencia humana.

¿Cómo?

Con un dispositivo de registro de datos que permita a las personas compartir su ubicación dentro del parque durante su visita.

Análisis de funciones y sistemas

El análisis de funciones se realizará bajo la perspectiva de tanto el usuario consumidor como el usuario administrador.

- ¿Qué busca el usuario del nuevo producto?

Visitante: Utilizar el producto como un respaldo de seguridad cuando realiza actividades dentro de parques nacionales.

Administrador: Que el producto pueda recopilar información sobre los visitantes del parque para ellos.

- ¿Qué debe hacer el nuevo producto?

Registrar y transmitir la ubicación del producto, el cuál comúnmente se encuentra con el visitante, cada cierto tiempo a los administrador.

- ¿Por qué debe hacerlo?

Para poder transferir esta información a los administradores del parque y que ellos puedan tomar decisiones de control de flujo de visitantes.

- ¿Debe hacer algo más?

Poder alertar a los administradores en caso de una emergencia.

- ¿Puede hacerse de otro modo?

A través de un contador de usuarios o puestos de control. Los usuarios también pueden adquirir registradores GPS por sí mismos y compartir esta información con los administradores.

Declaración de funcionamiento:

El producto va a darle seguimiento y registrar la ubicación del usuario que lo lleva cada una cantidad de tiempo definida. El producto utilizará un chip SIM para transmitir datos a través de redes móviles cada vez que este tenga señal. La información será enviada a un servidor donde se recolectará y respaldará la información, guardaparques podrán acceder a esta información a través de un mapa, para ver el flujo de usuarios, una vez el viaje se ha completado y el producto se ha devuelto la información será respaldada y servirá como insumo para caracterizar el área protegida y las tendencias de sus usuarios.

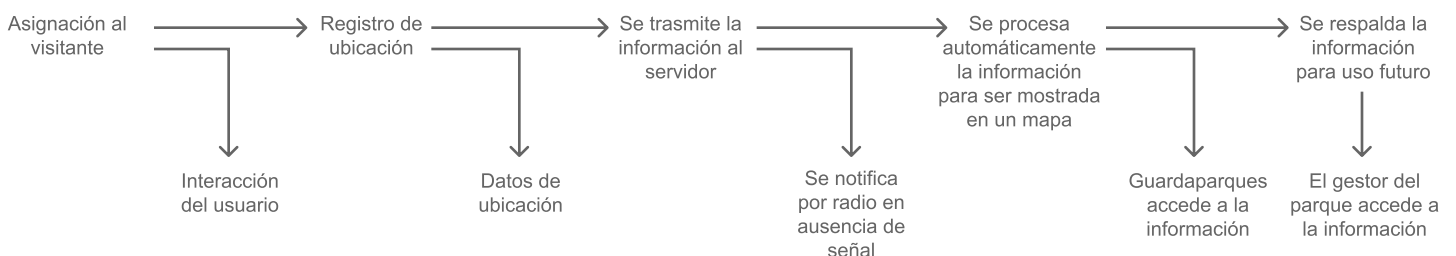


Figura 22. Diagrama de la declaración de funcionamiento. Fuente: Creación Propia

Principios de funcionamiento

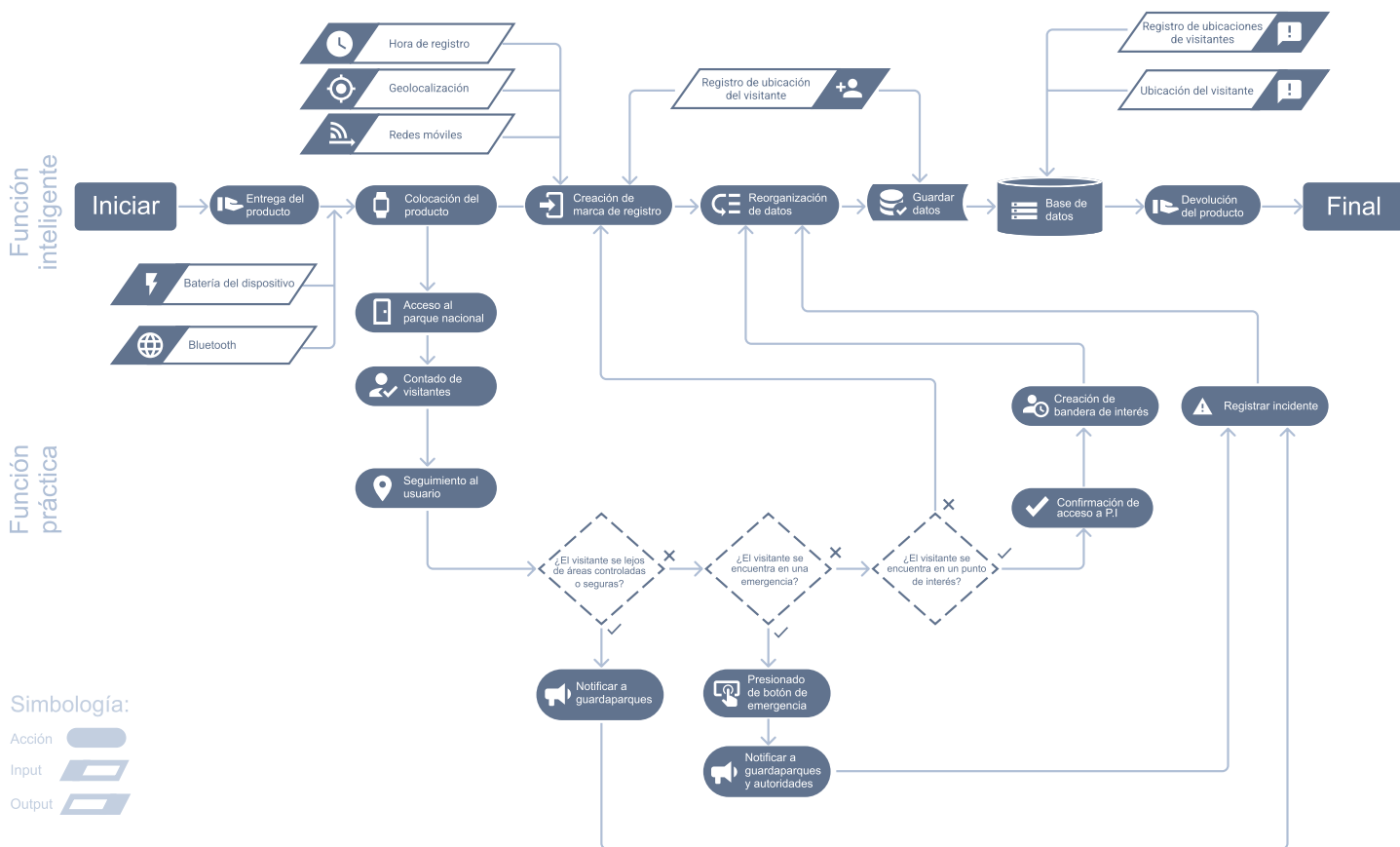


Figura 23. Flujograma del principio de funcionamiento. Fuente: Creación Propia

Descripción del funcionamiento:

“El visitante llega a la entrada controlada del parque nacional y recibe un wearable, este dispositivo está conectado a redes móviles a través de SIM. Una vez el usuario viste su wearable podrá entrar al parque, este dispositivo registrará la posición del usuario cada cierto tiempo en su memoria interna y utilizará las redes para subir esta información cada cierto tiempo. Si el dispositivo no tiene cobertura enviará esta información apenas tenga y enviará notificaciones por radio de posición. Si nunca logra tener cobertura la información será enviada al final de su visita por bluetooth en un puesto de control. En caso de que el usuario todavía vistiendo su wearable se aleje de las áreas que los administradores consideren como “seguras” el dispositivo cambiará el nivel de riesgo percibido. El dispositivo también podrá, a través de un botón de emergencia, notificar a los guardaparques y autoridades haciendo uso de redes móviles o radio, dependiendo de lo que se encuentre disponible en el instante. Una vez el usuario termina su visita, el mismo entrega el dispositivo para que se le dé mantenimiento y se descargue la información interna para respaldado.”

Proceso funcional



Figura 24. Proceso funcional del dispositivo. Fuente: Creación Propia

Lista de funciones

Función principal:

Dar seguimiento a la ubicación y estado de un visitante de parques nacionales.

Funciones:

- Registrar la ubicación y hora del visitante cada cierto tiempo.
- Conocer información sobre cada visitante del parque.
- Contar la cantidad de visitantes del parque.
- Permitir el seguimiento a las capacidades del parque.
- Registrar la información de flujo de visitantes.
- Facilitar la respuesta a emergencias.
- Compartir la información de ubicación con el cuerpo administrativo.
- Notificar a los guardaparques cuando una persona se encuentra lejos de su smartphone y es incapaz de compartir su ubicación.
- Alertar a las autoridades y guardaparques cuando una persona requiera de asistencia por una emergencia.
- Identificar cuando un usuario entra en un punto de interés dentro del parque.
- Contar la cantidad de visitantes dentro de un punto de interés.
- Permitir el acceso de datos a los administradores del parque.
- Mostrar la ubicación actual de todos los visitantes del parque a los administradores.
- Identificar cada uno de los dispositivos de seguimiento en el parque como entidades distintas.
- Calificar el nivel de riesgo con base en la ubicación del visitante.

Mapa de funciones

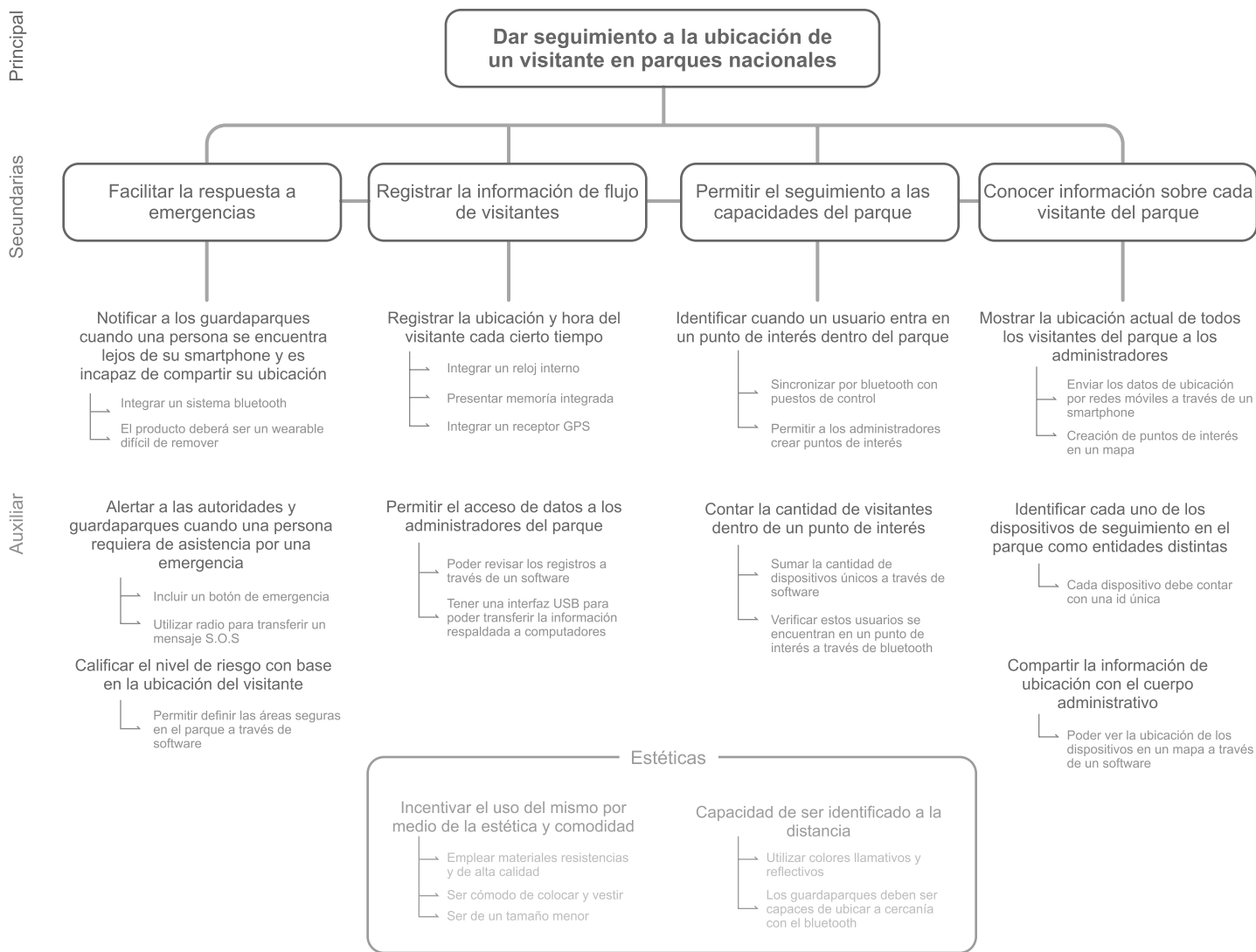


Figura 25. Mapa de funciones. Fuente: Creación Propia

Mapa de sistemas

Solución de diseño

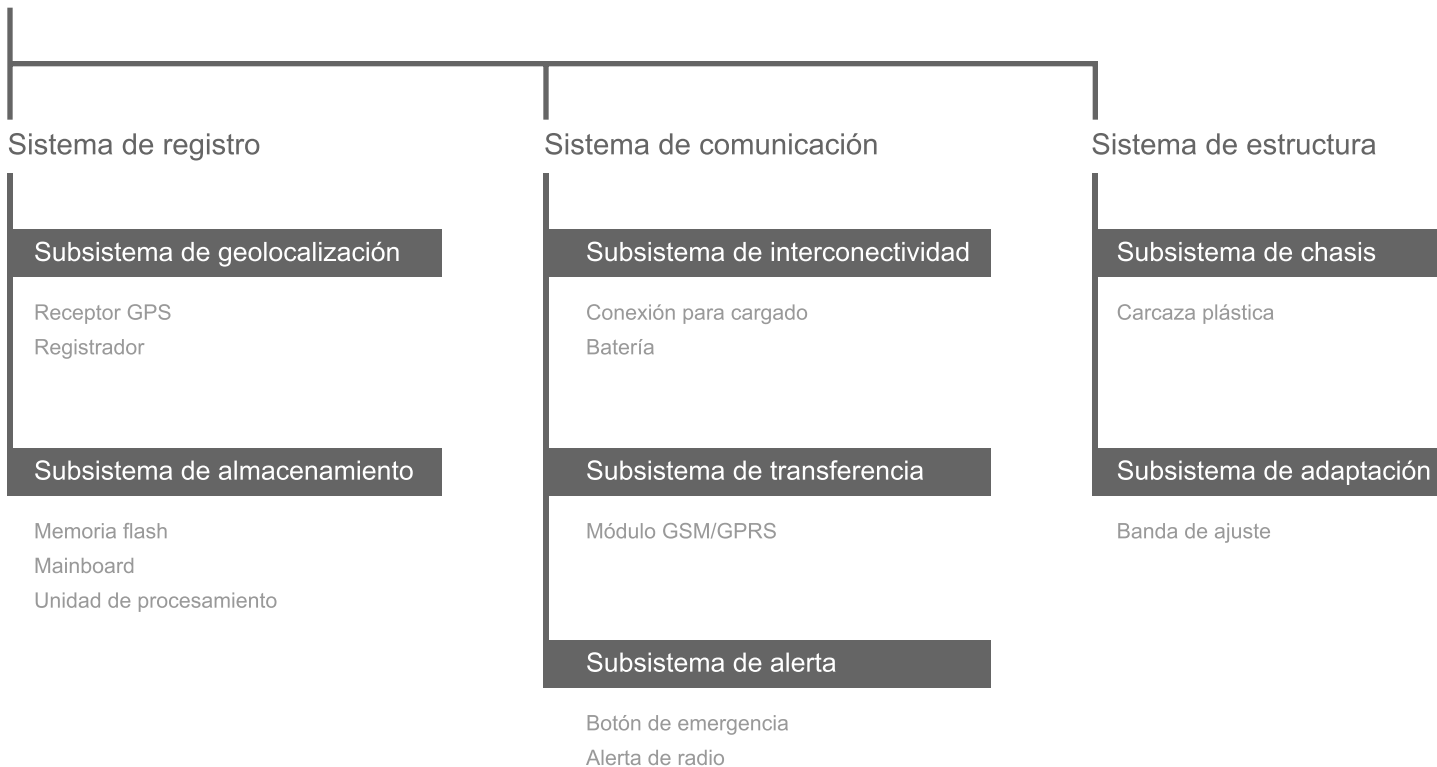


Figura 26. Mapa de sistemas. Fuente: Creación Propia

Arquitectura

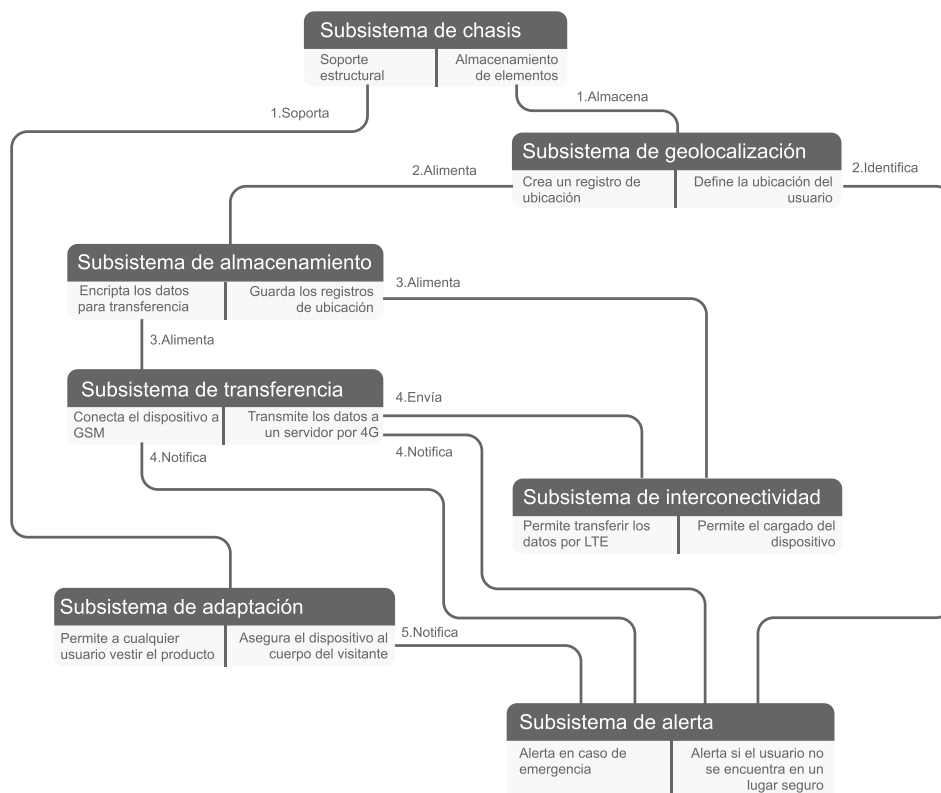


Figura 27. Arquitectura del sistema. Fuente: Creación Propia

Funciones por sistema

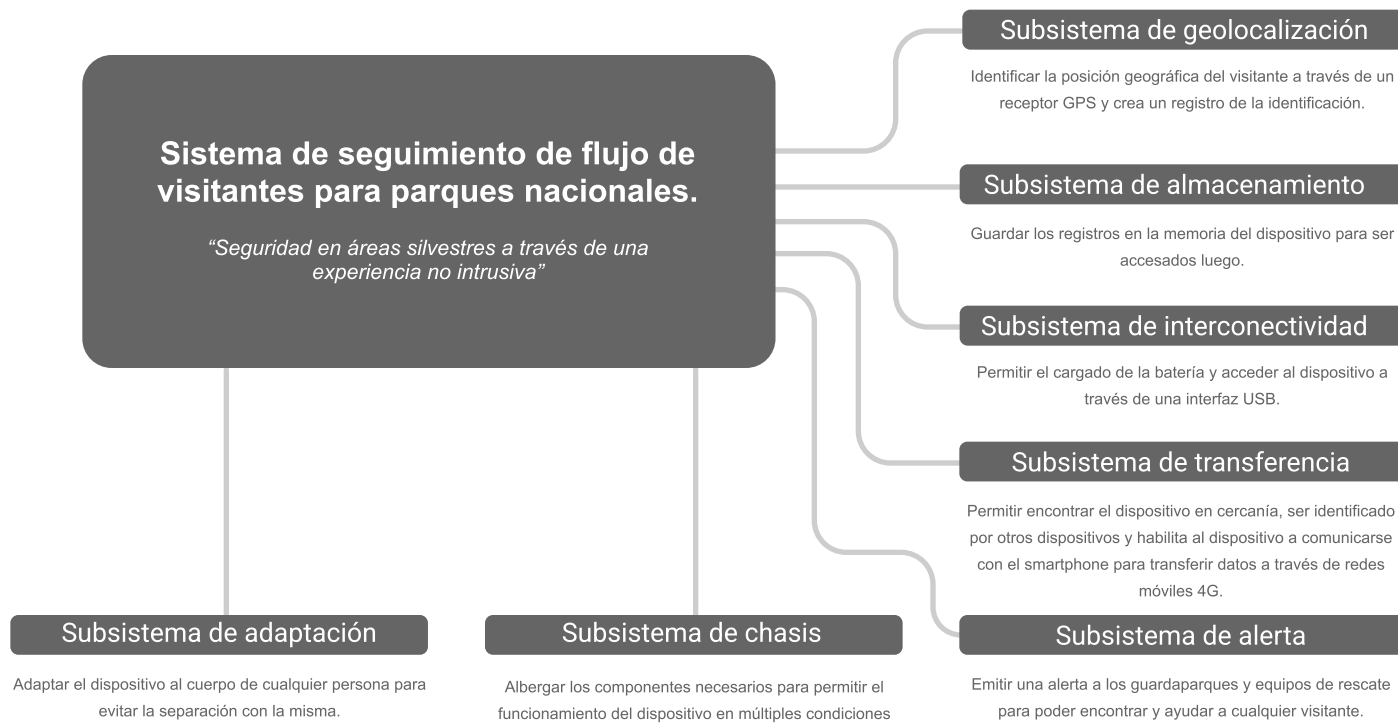


Figura 28. Funciones por sistema. Fuente: Creación Propia

Descripción de sistemas

Sistema de registro:

Se refiere a los componentes del dispositivo que crear los registros de información para ser accedidos luego, estos datos se obtienen por medio de una antena GPS y son registrados en memoria como metada.

Sistema de comunicación:

Se refiere a los componentes del dispositivo que se encargan de conectar el mismo con otros dispositivos o bases de datos. Hace uso de conexiones BLE para poder acceder a los datos en su memoria y conexiones de pines para cargar el dispositivo y de conexiones de radio para poder alertar a guardabosques en caso de emergencia.

Sistema de estructura:

Es la parte exterior del producto y que se encuentra en contacto con el ser humano, mantiene a salvo los componentes internos para asegurar su funcionamiento en distintos ambientes y además, se adapta al cuerpo del usuario con el objetivo de evitar extravío.

Arquitectura del ecosistema

El dispositivo utiliza GPRS para ubicarse espacialmente y guarda esta meta data en su memoria flash, comunicándose de manera inalámbrica con antenas de GSM y radio para enviar información, siendo GSM prioritario. En caso de emergencia y carencia de cobertura se utiliza radio para enviar un S.O.S, utilizando el tiempo de viaje de la señal recibida para estimar la posición del dispositivo de la manera más precisa posible (con un error de precisión de mínimo 1 metro) para luego comunicarla a una torre de radio. Cuando el GSM se encuentra disponible, el caso más común, el dispositivo utilizaría 4G LTE para comunicar la información de coordenadas obtenida del GPRS, viajando hasta una antena de GSM y a través de internet a un computador en las oficinas de los administradores del parque el cuál procesa todas las señales recibidas para generar un mapeado del estado actual del parque.

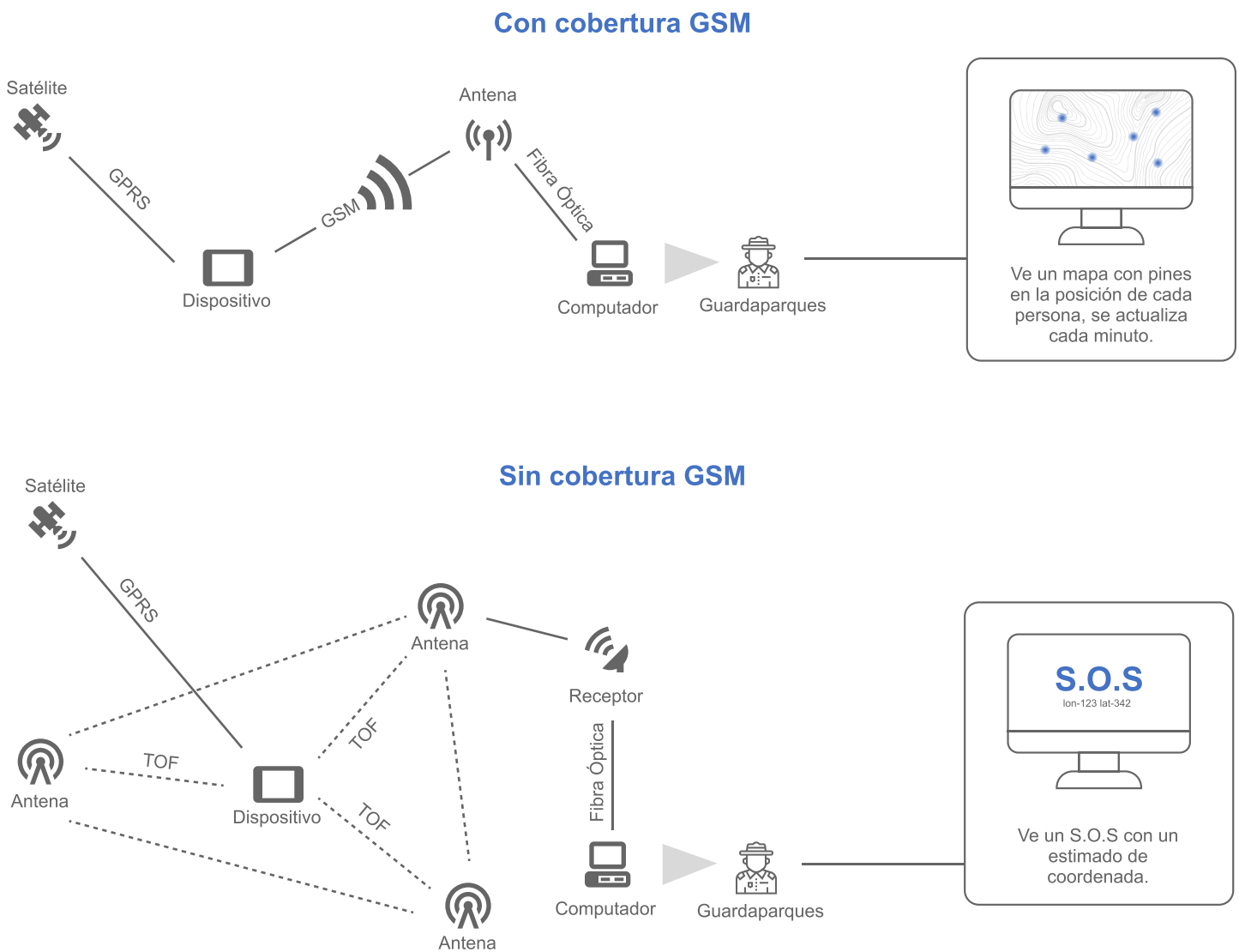


Figura 29. Gráfico de la arquitectura del ecosistema. Fuente: Creación Propia

Componentes de la arquitectura del sistema de seguimiento



Figura 30. Componentes de la arquitectura del ecosistema. Fuente: Creación Propia

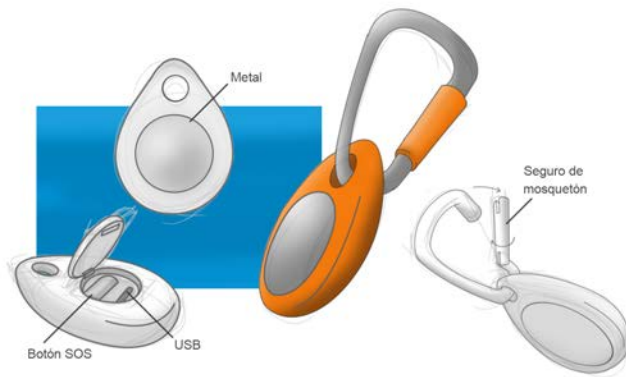
Tabla IV
Requisitos del producto

<p>Ayudar a la respuesta a emergencias dentro de parques nacionales.</p>	<p>Permitir al usuario crear una alerta de S.O.S para ser asistido rápidamente.</p> <p>Permitir a guardabosques saber la ubicación de dispositivo que se encuentra en una emergencia.</p> <p>Permitir al equipo de rescate ubicar el dispositivo en cercanía.</p> <p>Utilizar colores llamativos para facilitar la identificación a distancia.</p>	<p>R</p> <p>R</p> <p>D</p> <p>D</p>	<p>Botón de emergencia y un emisor de radio.</p> <p>Compartir datos de GPS a través de 4G a un software de seguimiento.</p> <p>Utilizar bluetooth para poder encontrar dispositivos en cercanía.</p> <p>Materiales plásticos con finalizado mate y colores saturados distintivos del entorno silvestre.</p>
<p>Evitar que la seguridad de un visitante se vea comprometida.</p>	<p>Identificar cuando un usuario se encuentra en mayor riesgo o se aleja de las áreas controladas.</p> <p>Evitar que el dispositivo se separe del usuario.</p>	<p>D</p> <p>R</p>	<p>Bluetooth por cercanía en conjunto con GPS para identificar salida de áreas seguras configuradas en software.</p> <p>Sistemas resistentes que sean difíciles de remover o derribar</p>
<p>Ser cómodo de utilizar y no intrusivo a la hora de realizar actividades dentro de parques nacionales.</p>	<p>Adaptarse a la mayor cantidad de personas posibles de manera que remover el dispositivo de manera accidental sea difícil.</p> <p>Presentar un tamaño lo más pequeño posible que no se intrometa al realizar actividades.</p> <p>Usar materiales que se sientan bien al contacto con la piel y no generen reacciones.</p>	<p>R</p> <p>D</p> <p>D</p>	<p>Banda de ajuste que funcione con la mayor cantidad de personas.</p> <p>Componentes unificados en un solo board para disminuir el espacio interno.</p> <p>Materiales con textura suave o ligera que no genere reacciones.</p>
<p>Facilitar información al los administradores de parques nacionales sobre ubicación y densidad.</p>	<p>Mostrar la ubicación geográfica a los guardabosques.</p> <p>Identificar cuando un usuario entra a un punto de interés</p> <p>Poder identificar el dispositivo de cada usuario por separado.</p>	<p>R</p> <p>D</p> <p>R</p>	<p>Antena GPS</p> <p>Bluetooth por cercanía en conjunto con GPS para identificar entrada a puntos de interés configurados en software.</p> <p>Identificación única de cada dispositivo asignada al entrar al parque nacional.</p>
<p>Asistir a la toma de decisiones a través de la recolección de información</p>	<p>Registrar cada cierto tiempo la ubicación del usuario para ser analizada luego.</p> <p>Registrar cuando el parque se encuentra superando su capacidad.</p> <p>Registrar cuando sucede un accidente y en que posición.</p>	<p>R</p> <p>D</p> <p>R</p>	<p>Registrador GPS que guarda en memoria.</p> <p>Contado de personas a través de software.</p> <p>Registrador de alertas S.O.S a través de software.</p>
<p>Ser resistente al entorno y permitir al dispositivo funcionar consistentemente</p>	<p>Resistencia al ambiente en temperatura y humedad.</p> <p>Impermeabilidad para evitar el daño de los componentes internos.</p> <p>Autosostenibilidad del dispositivo para funcionar por el mayor tiempo.</p>	<p>R</p> <p>D</p> <p>R</p>	<p>Materiales de alta calidad.</p> <p>Reducción de agujeros o conectores.</p> <p>Batería recargable o de alta duración.</p>

D = Deseable R = Requerido

Fuente: Creación propia

Alternativas



Propuesta 1:

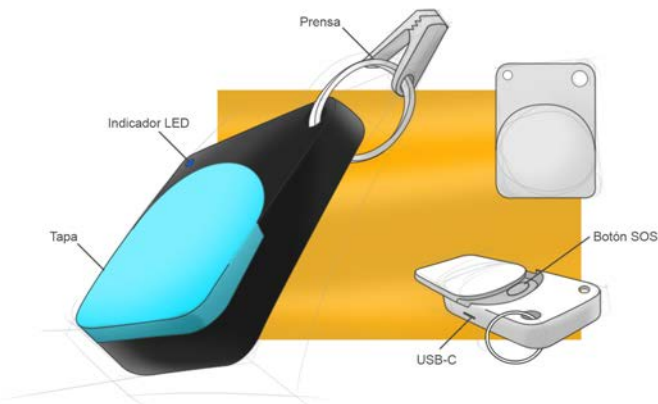
Alternativa de mosquetón

Esta alternativa estilo colgante utiliza un mosquetón para poder colocar en la indumentaria de los visitantes, brinda más libertad de diseño en cuanto a dimensiones y puede tener finalizados plásticos saturados con superficies reflectivas. Su principal desventaja es que depende de que el usuario tenga algo de donde colgar el dispositivo, si no fuera el caso este tendría que cargarlo en su mano o prensarlo dañando una prenda.

Propuesta 2:

Alternativa de llavero

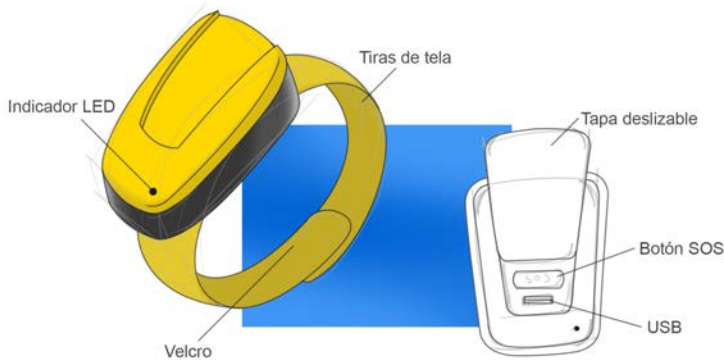
Este estilo de alternativa utiliza un sistema en enganche más universal, sin embargo, este sistema de enganche podría mostrarse débil en uso, también la seguridad de este depende de a la parte de la ropa a la cual el usuario lo enganchó. La ventaja de esta alternativa es que es permite mayor tamaño de componentes y cubre el botón de SOS de mejor manera.



Propuesta 3:

Alternativa de brazo

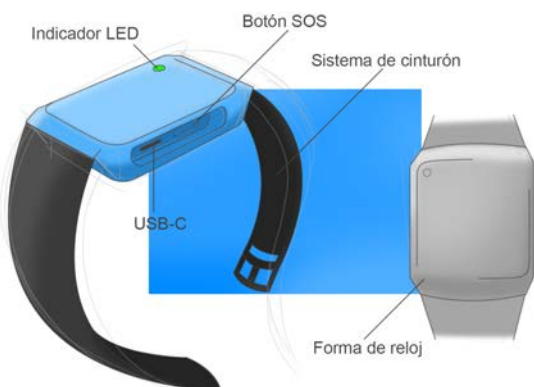
Esta alternativa se viste alrededor del brazo y utiliza una tira de tela con velcro para ajustarse a cualquier tamaño de brazo, además, oculta bien los puntos críticos del producto como el conector USB y el botón de emergencia. Es de un color llamativo para ser fácilmente visible e incluso puede ser vestido encima de abrigos. Una desventaja de esta alternativa es que puede ser innecesariamente grande.

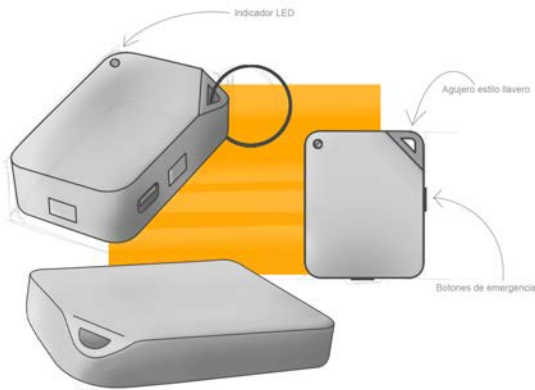


Propuesta 4:

Alternativa de reloj

Esta alternativa utiliza tiras similares a la de un reloj, estas son altamente resistentes pero el rango de adaptabilidad es mucho menor que otros sistemas de ajuste, coloca el botón y entrada USB en un valle para evitar acceso de manera accidental. Como los puntos críticos del producto se encuentra más expuestos esta alternativa no presenta gran resistencia a líquidos.

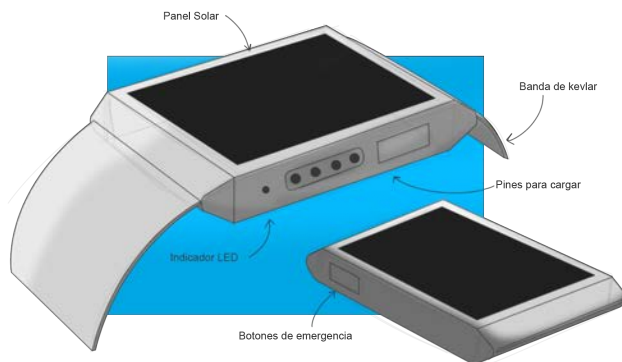




Propuesta 5:

Alternativa dispositivo

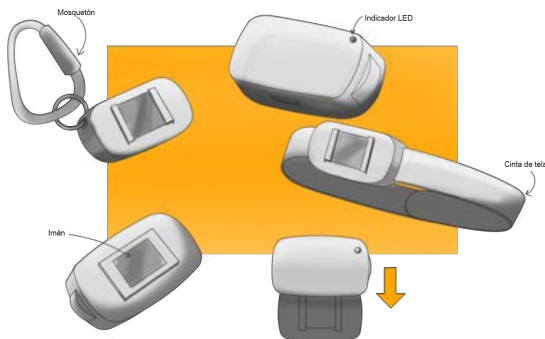
Esta alternativa más tradicional busca asimilar el producto a los que ya se encuentran en el mercado para dar seguimiento a objetos. Requiere de la presión de dos botones de manera simultánea para activar la alarma de emergencia e introduce un agujero de llavero en el cuerpo. Su principal desventaja es el tamaño y lo poco fiable que es su sistema de unión.



Propuesta 6:

Alternativa autosostenible

Esta alternativa busca acercar el dispositivo a la fiabilidad y sostenibilidad lo más posible, con la utilización de pines pogo para cargar el dispositivo sin requerir de un conector débil al agua, además utiliza un panel solar en la parte superior para devolver energía a la batería durante el uso. La principal desventaja es el gran tamaño que podría ser incomodo de usar en la muñeca y lo frágil que es una superficie como un panel solar.


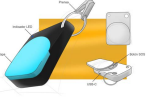

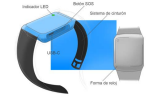

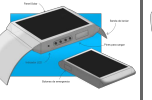



Propuesta 6:

Alternativa adaptable

Esta alternativa permite al dispositivo cambiar su sistema de unión al cuerpo a través de imanes que aseguran el dispositivo en su lugar, de esta manera el dispositivo puede ser utilizar en distintos escenarios. La principal desventaja de esta alternativa es que el botón de emergencia es muy fácil de presionar y si el sistema de imanes no es correctamente solucionado podría ser un punto débil que genere pérdidas del dispositivo o la separación no deseada.

Tabla V
Matriz de alternativas

Criterio		 Alternativa 1	 Alternativa 2	 Alternativa 3	 Alternativa 4	 Alternativa 5	 Alternativa 6	 Alternativa 7
Requerimientos, valor = 10	Permitir al usuario crear una alerta de S.O.S para ser asistido rápidamente.	6/10	8/10	8/10	5/10	10/10	10/10	4/10
	Evitar que el dispositivo se separe del usuario.	10/10	6/10	9/10	10/10	6/10	10/10	10/10
	Adaptarse a la mayor cantidad de personas posibles de manera que remover el dispositivo de manera accidental sea difícil.	6/10	10/10	10/10	8/10	6/10	8/10	10/10
	Resistencia al ambiente en temperatura y humedad.	10/10	6/10	10/10	6/10	6/10	8/10	8/10
	Autosostenibilidad del dispositivo para funcionar por el mayor tiempo.	4/10	6/10	8/10	6/10	8/10	10/10	6/10
Deseados, valor = 5	Utilizar colores llamativos para facilitar la identificación a distancia.	5/5	4/5	5/5	4/5	3/5	3/5	5/5
	Presentar un tamaño lo más pequeño posible que no se intrometa al realizar actividades.	5/5	4/5	1/5	4/5	3/5	3/5	4/5
	Usar materiales que se sientan bien al contacto con la piel y no generen reacciones.	5/5	5/5	3/5	4/5	5/5	4/5	4/5
	Impermeabilidad para evitar el daño de los componentes internos.	5/5	3/5	4/5	3/5	3/5	5/5	4/5
Puntuación		56	52	58	50	50	59	55

Fuente: Creación propia

Alternativa seleccionada para mejora

A través de la matriz de alternativas no se logró identificar una alternativa definitiva, sin embargo, se puede identificar un conjunto de 3 grupos con características que podrían funcionar en el diseño final. La alternativa final tiene que ser una pieza de mayor tamaño que sea principalmente utilizada alrededor del brazo, cualquier otra característica será evaluada por separado para encontrar una solución final mejor optimizada al uso.

Análisis de alternativas

Las alternativas se pueden dividir en 3 grupos, el de primer nivel corresponden a la alternativa 3 y 6, y servirán de lienzo para la creación de una alternativa final. El segundo grado se compone de las alternativas 1 y 7 que servirán como donantes de características de importancia para mejorar el rendimiento del producto. Finalmente, las alternativas de grado tres (alternativa 2, 4 y 5) serán evaluadas pero no serán de gran ayuda para el producto final.

Grado 1:

- El cuerpo base del producto final será cercano al de la alternativa 6, esta opción es la más apta porque es la más pequeña de las dos alternativas de grado 1, siendo esto un requisito de desarrollo para evitar que el producto sea disruptivo por un gran tamaño.
- El principal sistema de unión al cuerpo será una cinta alrededor del brazo, esta opción extraída de la alternativa 3 es la más fácil de adaptar a gran cantidad de personas, sin embargo, se intercambiará el material propuesto de tela a kevlar para mejorar el rendimiento y disminuir la posibilidad de reacciones alérgicas.
- Remover el conector USB y cambiarlo por un conjunto de pines pogo permite el cargado de la batería del producto de una manera 100% impermeable y de fácil conexión para los encargados del mantenimiento del producto.
- Para que el botón de emergencia sea fácilmente accesible se requiere estar expuesto, para evitar el accionado erróneo de este sistema se utilizará la solución de la alternativa 6 que requiere que el usuario mantenga presionado dos botones a la vez para entrar en modo emergencia.
- La sostenibilidad del dispositivo puede aumentarse con el panel solar, sin embargo, esto añade un punto débil al dispositivo que podría dañarse, por lo que solo aprovechar el espacio para colocar una batería más grande es la mejor opción, similar a la alternativa 3.

Grado 2:

- El sistema de adaptabilidad con imanes de la alternativa 7 permite a usuarios que no pueden utilizar la banda por alguna razón, cambiar el sistema a uno de mosquetón (alternativa 1) y adjuntarlo a sus prendas o mochilas, esto sin afectar la fiabilidad del sistema.

Grado 3:

- Las 3 soluciones en esta categoría no aportan soluciones de importancia que ya no hayan sido aportadas por alguna de las otras alternativas.

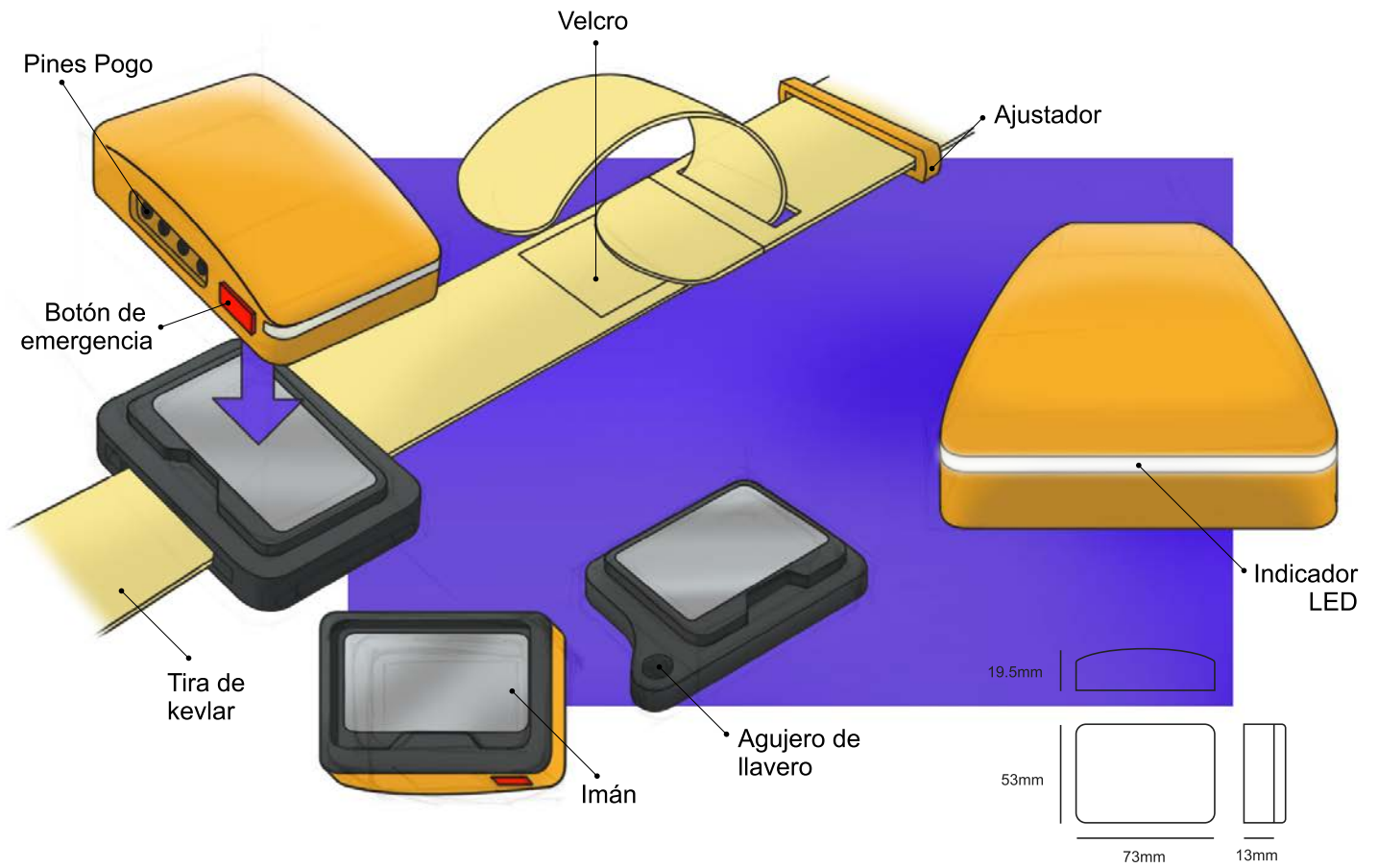


Figura 31. Alternativa final. Fuente: Creación Propia

Mejora de la alternativa final

Tras la realización del primer prototipo digital se identificaron características importantes a rediseñar, entre estas se encuentra:

- Eliminación de la modularidad con piezas separadas, a cambio, el dispositivo es de menor tamaño y todavía es capaz de utilizar tanto bandas como mosquetones.
- Sistema de unión a la banda, de manera que esta sea intercambiable.
- Cambio de la forma del botón a una redondeada.

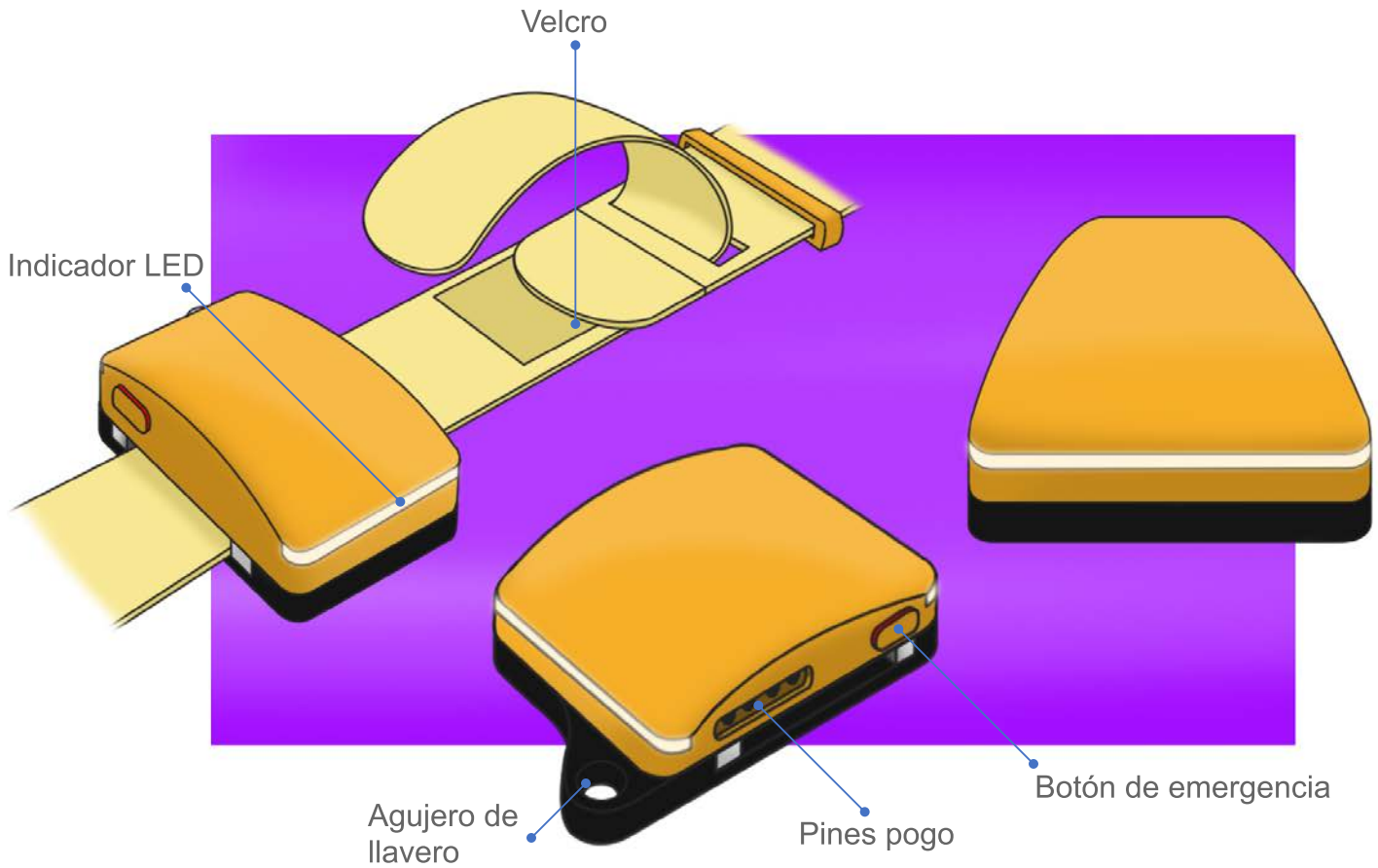


Figura 32. Alternativa final solucionada. Fuente: Creación Propia

Justificación de materiales

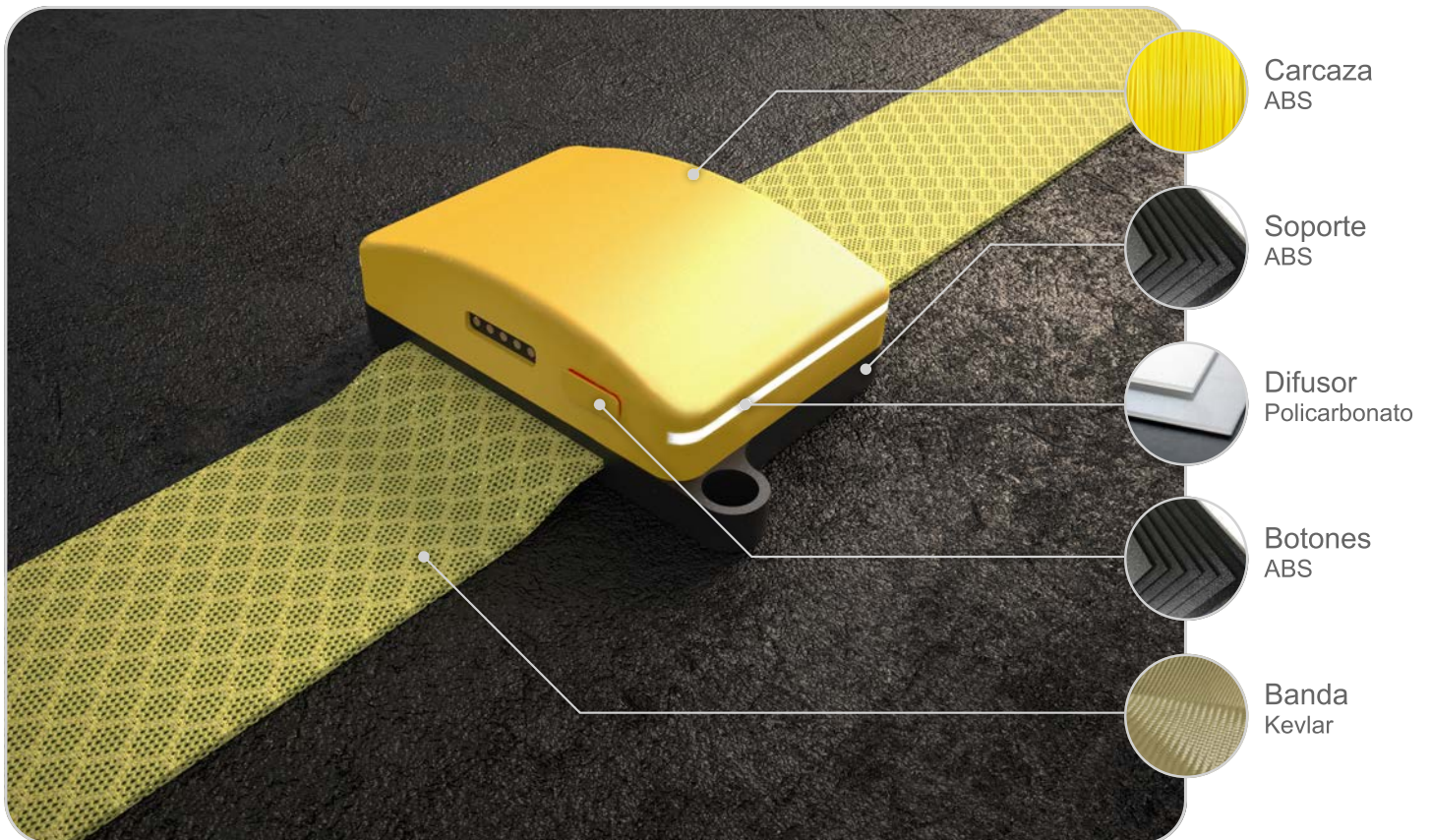


Figura 33. Materiales. Fuente: Creación Propia

Material: ABS

Beneficios: Alta resistencia mecánica y térmica. Tiende a doblarse y distorsionarse antes de romperse. Permite la fabricación precisa por moldeo por inyección. Tiene un excelente acabado.

Justificación: El poder utilizar el moldeo por inyección facilita la fabricación de la pieza a pesar de su pequeño tamaño sin afectar la calidad, además, puede obtenerse en distintos colores altamente saturados. [50]

Material: Policarbonato

Beneficios: Buena resistencia mecánica, permite la transferencia de luz e incluso puede ser más opaco para disipar la misma luz, excelente en aplicaciones relacionadas con iluminación. Tiene excelente acabado.

Justificación: Es una solución de buen precio, fácil fabricación y cumple la tarea de disipar la iluminación de las LEDs interna de buena manera. [51]

Material: Kevlar

Beneficios: Excelente fuerza tensil, resistencia a cortes y perforaciones, resistencia térmica y al fuego. Acabado similar al de la tela y amigable con la piel.

Justificación: Un material flexible que no genera alergia perfecto para crear bandas vestibles alrededor del brazo. Presenta resistencia a perforaciones o cortes que podrían ser ocasionados por rozamientos contra piedras. Es inherente resistente a las llamas, por lo que no puede derretirse sobre la piel. [52]

Listas de componentes normalizados/estandarizados

Dispositivo rastreador



Módulo GSM/GPRS SIM7600A-H

Módulo y antena fabricado por Shenzhen Hurrayup Technology. operativo a 6V compatible con GSM, GPRS, 3G y GPS.

Cantidad: 1



Interruptor táctil impermeable c1201

Interruptor de botón táctil de 4 o 2 pines SMD fabricado por Shenzhen Tuozhi Electronics Co.

Cantidad: 2



Arduino Micro (ATmega32U4)

Microcontrolador basado en ATmega32U4. Operativo a 5V con 16MHz de velocidad de clock y 32Kb de memoria flash. [Datasheet](#)

Cantidad: 1



Conector HTP-CON-M417R

Conector magnético de 4 pines fabricado por HYTEPRO de 5V y 2A.

Cantidad: 1



6V 1200mAh 503562 LiPo

Batería de litio-polímero de 6V con una capacidad de 1200mAh fabricada por Shenzhen BIHUADE New Energy Technology Co.

Cantidad: 1



LED Strip SMD 2835

Tira de diodos LED SMD2835 de luz blanca fabricada por Bnazhiba Electronic Technology.

Cantidad: 2

Dispositivo cargador



Conector HTP-CON-M417R

Conector magnético de 4 pines fabricado por HYTEPRO de 5V y 2A.

Cantidad: 4



N52 Imanes de Neodimio

Imán rectangular de neodimio

Cantidad: 2



18650 Charging Module 5V TP4056

Módulo de carga USB-C modelo 18650 fabricado por IndustrialMaker

Cantidad: 1



Cargador USB-C TA845

Cargador de batería de 5A y 45W modelo EP-TA845

Cantidad: 1



Cable USB-C 60W

Cable de carga tipo USB-C fabricado por Trangjan Industrial Co.

Cantidad: 1

Tornillería (Ambos dispositivos)



Panhead Phillips 2.5mm

Número de parte 7985 M2.5*4 100

Diámetro de rosca: M2.5

Unidad de rosca: 4mm

Tipo: Phillips PanHead

Material: Acero Inoxidable

Sistema de medición: Métrico

Especificaciones: DIN 7985

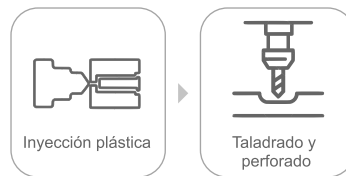
Cantidad: 18

Descripción del proceso de fabricación

Carcasa superior



La cubierta superior se fabrica por inyección plástica de ABS en un color saturado como lo es el amarillo, con espesor de 2mm, luego se maquinan las imperfecciones de las perforaciones.



Carcasa inferior



La cubierta inferior se fabrica por inyección plástica de ABS en color negro, con espesor de 2mm, luego se perforan y crean las roscas para tornillos. Las perforaciones de la banda y mosquetón son maquinadas para solucionar imperfecciones.



Soporte



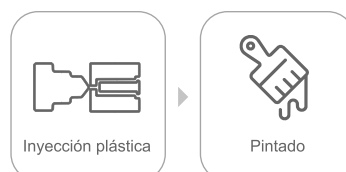
La base interna para separar y acomodar los componentes electrónicos se fabrica por inyección plástica de ABS en color negro, con espesor de 1mm, luego se perforan y crean las roscas para tornillos.



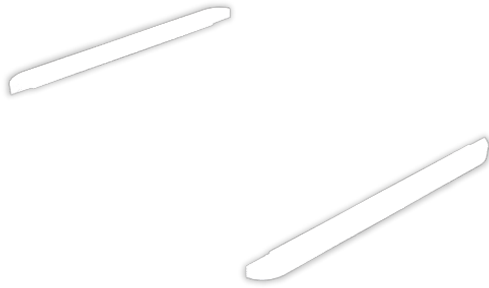
Botones



Los botones se fabrican por inyección plástica de ABS de color saturado como el amarillo, dependiendo de las capacidades del fabricante también se puede emplear impresión 3D. Una vez fabricadas se pintan las caras exteriores de color rojo.



Difusores



Los difusores en policarbonato se fabrican a través del maquinado de una lámina de policarbonato blanco.



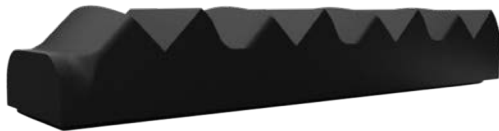
Cinta/Banda



Se fabrica una cinta a partir de una cinta de Kevlar Mil-T-87130, tipo 10, clase 11 fabricado por Bally Ribbon Mills a través del cortado a medida. Una vez la tira se encuentra a medida se realizan perforaciones y se une permanentemente el velcro en las secciones de unión haciendo uso de pegamento. [53]



Cargador - Carcasa superior



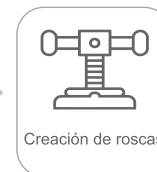
La carcasa superior del cargador se fabrica por inyección plástica de ABS en color negro, con espesor de 2mm. Las perforaciones para los conectores son maquinadas para solucionar imperfecciones.



Cargador - Carcasa inferior

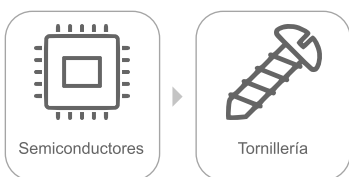


La carcasa inferior del cargador se fabrica por inyección plástica de ABS en color negro, con espesor de 1mm y 2mm. Se perforan y crean roscas para tornillos.



Elementos de fabricación externa y componentes a comprar

Excluyendo los componentes electrónicos necesarios para el funcionamiento del dispositivo y la tornillería necesaria para el ensamble no se requiere de la fabricación externa de ninguna pieza.



Ensamblaje

El proceso de ensamblaje empieza por unión de la carcasa inferior y el soporte haciendo uso de 4 tornillos phillips de 2.5mm, una vez se tiene este subensamble se coloca la batería utilizando pegamento y se atornilla encima de esta los semiconductores (en esta etapa se introduce una tarjeta SIM a la bandeja SIM) haciendo uso de las dos salientes para tornillos phillips de 2.5mm. Los difusores son pegados de manera permanente a la carcasa superior y se aseguran de la misma manera las tiras LED y conectores de pines pogo, dejando los conectores libres para ser instalados en la tarjeta antes de cerrar el dispositivo. Seguidamente se colocan los botones dentro de la carcasa superior para ser colocada en lugar y asegurada de manera permanente con pegamento, colocando los botones encima de los interruptores y asegurando los diodos LED se encuentren conectados. Una vez finalizado el ensamble se puede cruzar la cinta o colocar un mosquetón de hasta 8mm para poder transportar.

En el caso de la base cargadora se introducen los conectores de pines en cada saliente y se conectan al módulo cargador USB por soldadura, todas estas piezas se aseguran en lugar con pegamento. Luego se une de manera permanente con pegamento ambos imanes en cada lado de la caratula superior. Una vez finalizado este subensamble, se atornilla a la carcasa inferior con tornillos phillips 2.5mm.

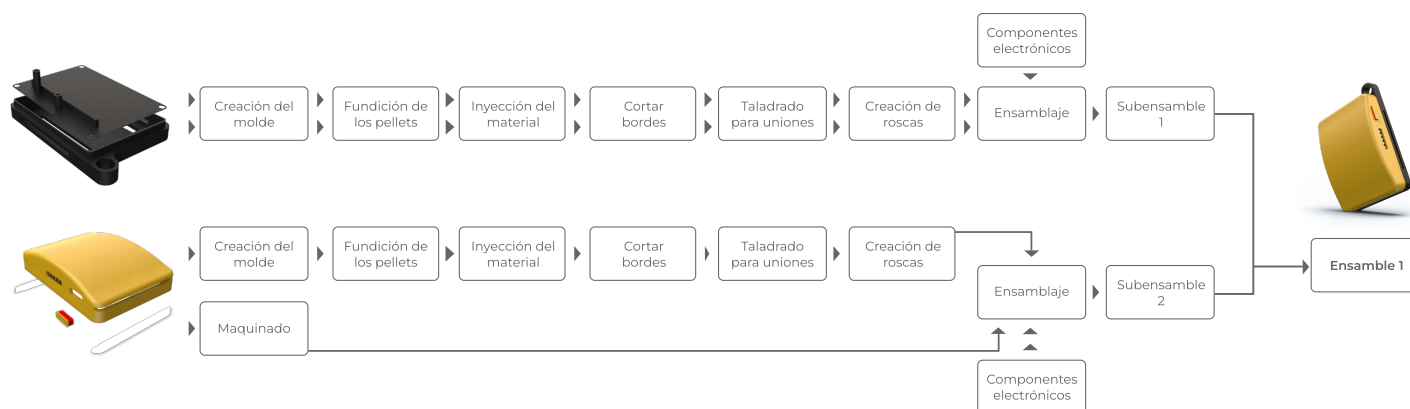


Figura 34. Diagrama de manufactura. Fuente: Creación Propia

Costos aproximados

A continuación, se realiza un estimado del costo que tomaría fabricar un prototipo de manera individual de un solo dispositivo y una base cargadora con soporte para 4 dispositivos simultáneos, estos costos pueden disminuir drásticamente una vez el producto se fabrique en masa con componentes internos especializados para el producto. Es importante destacar que este costo es un aproximado para la fabricación de un prototipo de cargador para 4 dispositivos y un dispositivo rastreador, colocando el precio promedio por dispositivo en esta etapa en 80 dólares por unidad. Una vez su fabricación sea en serie el precio y tamaño de componentes disminuirá considerablemente.

Tabla VI

Costos de componentes y materiales

Componentes	Cantidad	Precio	Precio R	Precio C	Total
Panhead Phillips 2.5mm	18	\$ 0.38	\$ 2.28	\$ 4.56	\$ 6.84
Módulo GSM/GPRS SIM7600E-H1C	1	\$ 30	\$ 30	\$ -	\$ 30
Interruptor táctil impermeable c1201	2	\$ 0.06	\$ 0.12	\$ -	\$ 0.12
Arduino Micro (ATmega32U4)	1	\$ 24.90	\$ 24.90	\$ -	\$ 24.90
Conector HTP-CON-M417R	5	\$ 3.14	\$ 3.14	\$ 12.56	\$ 15.7
6V 1200mAh 503562 LiPo	1	\$ 0.97	\$ 0.97	\$ -	\$ 0.97
LED Strip SMD 2835	1	\$ 1.08	\$ 1.08	\$ -	\$ 1.08
N52 Imanes de Neodimio	2	\$ 1	\$ -	\$ 2	\$ 2
18650 Charging Module 5V TP4056	1	\$ 0.35	\$ -	\$ 0.35	\$ 0.35
Cargador USB-C TA845	1	\$ 6	\$ -	\$ 6	\$ 6
Cable USB-C 60W	1	\$ 1.2	\$ -	\$ 1.2	\$ 1.2

Materiales	Precio unidad
ABS Pellets	\$ 80
Lámina Policarbonato	\$ 3.6 x m2
Kevlar T10 - C11	\$ 60

Costo	Total aproximado
Componentes Rastreador	\$62.5
Componentes Cargador	\$26.66
Total componentes	\$104.66
Materiales	\$89.16
TOTAL aproximado del prototipo	\$183.82

Fuente: Creación propia

Con unidades de carga que soportan varias unidades y dispositivos a un precio reducido es posible para los administradores de áreas protegidas poder desplegar grandes cantidades de dispositivos para poder establecer una base de datos considerable de los usuarios, y de esta manera optimizar su planes de gestión, evitando invertir en soluciones ineficientes, prevención de riesgos, respuesta a incidentes y reparaciones de infraestructura a largo plazo.

Especificaciones de producto

Tabla VII
Especificaciones del producto

Función	Dar seguimiento a la ubicación y estado de un visitante de parques nacionales.
Dimensiones	Altura: 25mm , Ancho: 53mm, Largo: 83mm (72mm)
Energía	Utiliza una batería de litio-polimero para alimentar el producto por más de 16 horas. Se puede cargar a través de un cargador USB-C de 45W junto a otros 3 dispositivos de manera simultánea.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> • La carcasa del producto y soporte interno son fabricados con ABS. • El difusor está fabricado en policarbonato. • La banda del producto está fabricada en kevlar.
Señales y control	<ul style="list-style-type: none"> • GSM/GPRS 4G • Conector a corriente pogo de 4 pines • Conector a corriente del cargador por USB-C de hasta 45W
Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> • La carcasa de tanto el cargador como el dispositivo se crea por inyección plástica de ABS, se perfora cualquier agujero no logable por medio de la inyección y se le crea las roscas para los tornillos de 2.5mm. • Los difusores para los LED se realizan a través de maquinado de una lámina de policarbonato. • La banda es fabricada en kevlar para aumentar la resistencia. • Se utilizan uniones permanentes con pegamento para añadir resistencia al producto.
Montaje	Se ensamblan los dos distintos subensambles, se conectan y unen de manera permanente con pegamento para volver el dispositivo más resistente.
Transporte y distribución	Empaque simple de bajo impacto ambiental diseñado para la venta por lote. El embalaje para transporte en cantidades se encuentra enfocado en mantener el producto a salvo para evitar daños a los componentes electrónicos.
Costes	Coste aproximado de 234\$ por unidad, el precio puede disminuir dependiendo de la cantidad fabricadas.
Ergonomía	Banda de kevlar ajustable en el brazo u otras partes del cuerpo con capacidades entre 23cm y 45cm.

Fuente: Creación propia

Manual de usuario

Guía de uso - Usuario



La interacción usuario-producto se limita a la colocación del producto y el usuario no ocupa interactuar con el producto durante el día salvo sucediera una emergencia, en la cual se requiere del usuario que este mantenga presionados ambos botones de emergencia para entrar en el modo S.O.S del producto.

Guía de uso - Administrador



La guía de usuario administrador indica como puede interactuar con el sistema de seguimiento de usuarios para poder reaccionar en caso de que escale una situación.

Guía de uso - Mantenimiento



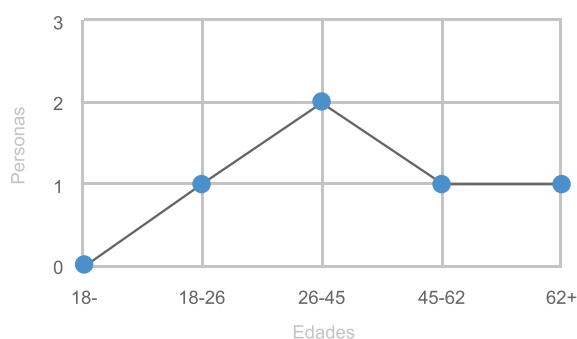
La guía de mantenimiento indica como el operador de mantenimiento puede asegurar el funcionamiento de los dispositivos y recuperar la información registrada durante el día para liberar memoria.

Prueba de ergonomía y usabilidad

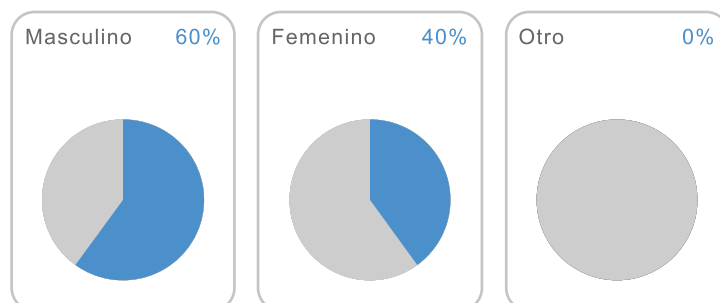
Se realizó una prueba con posibles usuarios de distintos trasfondos y edades, para identificar si el producto es capaz de adaptarse a sus características físicas y es de comodidad durante las interacciones necesarias, además, se les consulto sobre su opinión en el uso del dispositivo y como podrían alterarlo para que lo sientan más cómodo. Esta prueba se realizó con un modelo volumétrico con un prototipo de cinta de ajuste para 32 a 42cm de circunferencia del brazo, lo que corresponde del percentil 50 al percentil 95.

Perfil del tester

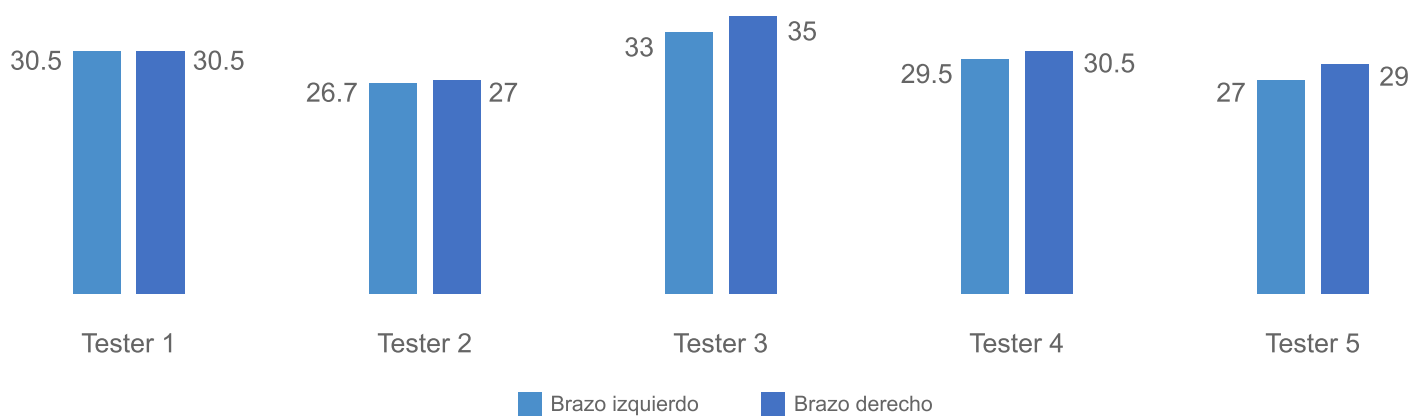
Edad



Género



Medidas de brazo



Medidas de muñeca

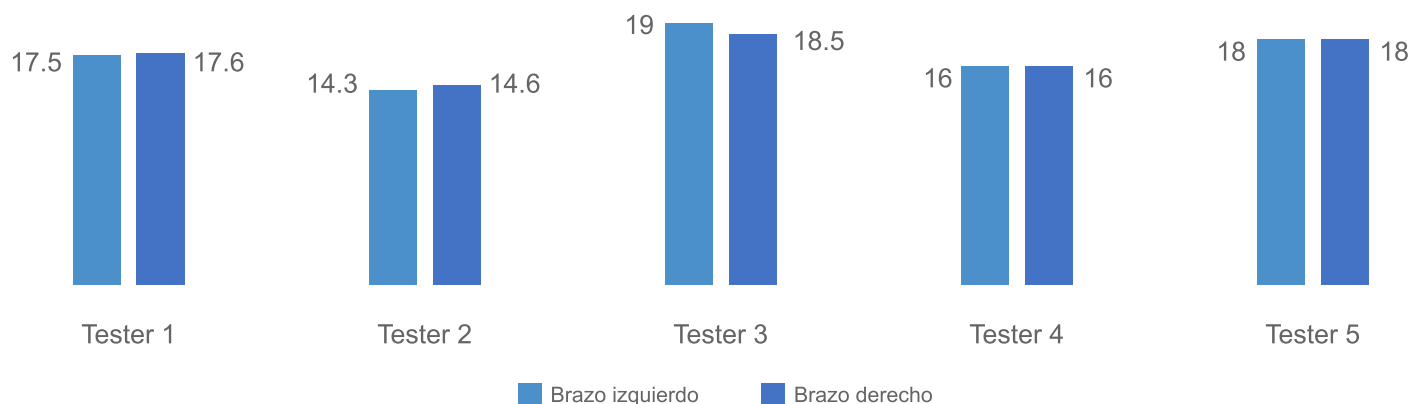


Figura 35. Perfil del tester. Fuente: Creación Propia

Prueba 1:

Se les pidió a los usuarios que se coloquen por su cuenta el dispositivo en el brazo derecho, dando solo una explicación básica de como inicia la unión. Una vez finalizada la prueba se les hizo las siguientes preguntas:

- ¿Es el dispositivo difícil de colocar por usted mismo?
- ¿Haría el sistema distinto en alguna manera?
- ¿Le molesta una vez colocado?

Análisis del resultado:

La totalidad de los usuarios mencionaron la dificultad del dispositivo al colocárselo ellos mismos, uno de los problemas que dificulta esta acción es que el velcro tiende a entrar en contacto mucho más antes de lo que el usuario desea, forzándolos a despegar el velcro con solo una mano. Sin embargo, la mayoría de los usuarios mencionaron no cambiarían nada del sistema, más allá de hacerlo más elástico o más grande el agujero por el que pasa la banda. Por lo tanto, es necesario hacer un ligero rediseño a la posición del velcro y el tamaño del agujero. Ningún usuario le molestó el dispositivo una vez colocado.



Figura 36. Prototipo colocado. Fuente: Creación Propia

Prueba 2:

Se les pidió a los usuarios que con el dispositivo colocado mantenga presionado ambos botones del dispositivo durante varios segundos.

- ¿Le es difícil mantener esa posición?
- ¿Sí los botones estuviera en el lado contrario lo sentiría más cómodo o sería igual?

Análisis del resultado:

Ningún usuario le pareció difícil mantener la posición flexionada mientras activa los botones y no encuentran una diferencia si están ubicados más abajo. Algunos añadieron que para una persona diestra es ligeramente más cómodo accionar los botones si el dispositivo se encuentra en el brazo izquierdo.



Figura 37. Presionado de botones. Fuente: Creación Propia

Prueba 3:

Se les pidió a los usuarios que permitan que le coloquen el dispositivo en el brazo izquierdo y comparen la experiencia de colocarse el dispositivo por si solos:

- ¿Le parece más fácil o cómodo que le coloquen el dispositivo?
- Compare el brazo izquierdo y derecho, ¿Siente más cómodo el dispositivo en alguna de las dos?
- Compare el brazo izquierdo y derecho, ¿Siente los botones son más fáciles de alcanzar en el brazo contrario o le parece igual?

Análisis del resultado:

Los usuarios reportaron que es mucho más fácil que se le coloque el dispositivo y mucho más rápido. Lo que significa que hay que mejorar la experiencia de colocación propia. Por otra parte, a pesar de que los usuarios diestros muestran preferencia por el brazo izquierdo, todos mencionaron realmente no afecta la comodidad del dispositivo y puede ser igual de fácil interactuar con el mismo independientemente del brazo.

Prueba 4:

Con el dispositivo aún colocado se verifican las medidas del sistema de ajuste.

- ¿La tira del prototipo le alcanzó?
- ¿Quedó flojo o apretado?

Análisis del resultado:

El prototipo fue fabricado de manera que no cubre los rangos menores de circunferencia de brazo, siendo el mínimo posible de 32cm, por lo que la mayoría de los usuarios terminaron teniendo el dispositivo flojo por hasta 11 centímetros (una circunferencia de brazo de 21cm), lo que significa que el dispositivo tiene que ser capaz de cubrir rangos debajo del mínimo mencionado en el análisis ergonómico. Es importante mencionar que todos los usuarios estaban utilizando ropa ligera por lo que la circunferencia no aumenta significativamente, esto es de utilidad porque el dispositivo puede ser utilizado en áreas protegidas con un clima más cálido que provocará los usuarios utilicen ropa de este tipo.

Prueba 5:

- ¿Cree que el dispositivo en otra posición del cuerpo le parece apta? (Ej: muñeca, tobillo, etc.)

Análisis del resultado:

Los usuarios comentaron que la ubicación del brazo es la indicada, algunos mencionaron la posibilidad de utilizarlo en la muñeca, aunque les pareció algo grande para esa posición. La mayoría de los usuarios descartaron la posibilidad de utilizarlo en las piernas o tobillos porque opinan será mucho más fácil perder el dispositivo por chocar con ramas o piedras.

Análisis KANO

Prueba KANO

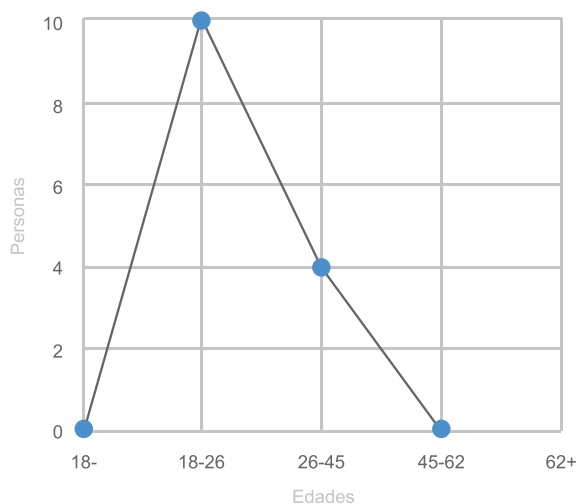
Se realizó una encuesta digital a posibles usuarios de distintos trasfondos y edades que se encuentran dentro del rango de edad propuesto y el posible público meta, para analizar su reacción a la presencia y ausencia de características del producto con el objetivo de hacer un análisis KANO y definir que partes del producto se deben enfocar, reforzar, remover y cuáles no valen la pena incluir a futuro.

Se encuestaron un total de 15 personas que cumplen con las características del público meta, con un nivel de familiaridad alto con dispositivos de seguimiento y una frecuencia de visita a parques nacionales media a baja.

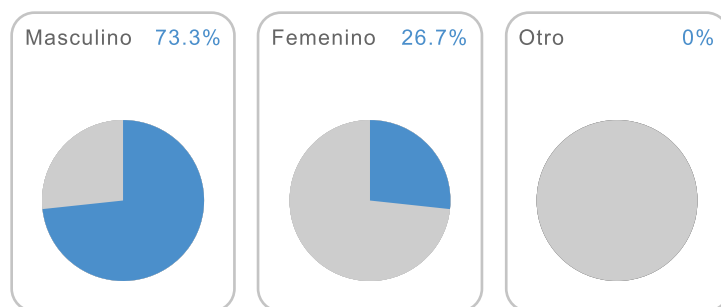
URL del formulario: <https://forms.gle/qkUU8T9QxRXRj1Eh8>

Perfil del encuestado

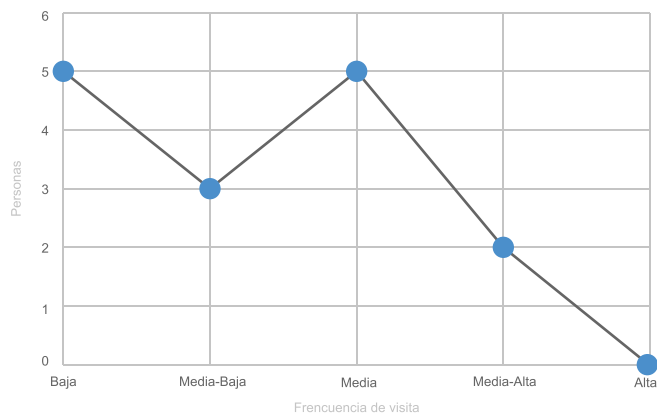
Edad



Género



Frecuencia de visita



Familiaridad con dispositivos de seguimiento

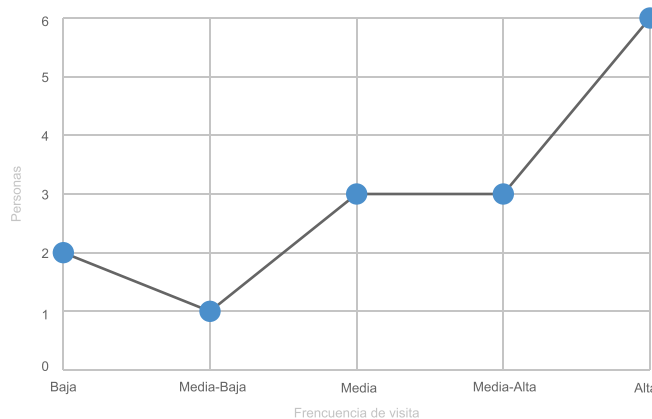


Figura 38. Perfil del encuestado. Fuente: Creación Propia

1. Registro de información

Registro de ubicación



Satisfecho

Insatisfecho

Emociones

Emociones

33.3% Curiosidad

46.7% Preocupación

66.7% Confianza

20% Inconveniencia

0% Aceptación

33.3% Disgusto

Muestra de ubicación en tiempo real



Satisfecho

Insatisfecho

Emociones

Emociones

6.7% Optimismo

6.7% Inseguridad

73.3% Seguridad

33.3% Falibilidad

20% Aceptación

60% Incomodidad

Resultado: La presentación de un registro de ubicación se ve como una característica de entusiasmo cercana a una neutral, donde las personas se encuentran neutral o satisfechas con poder registrar su ubicación, mientras que a muchos no les es de importancia que su ubicación se pueda ver en tiempo real.

2. Banda de velcro

Banda con velcro



Satisfecho

Insatisfecho

Emociones

Emociones

40% Comodidad

46.7% Molestia

33.3% Seguridad

26.7% Inconveniencia

26.7% Facilidad

26.7% Incomodidad

Banda de silicón con ajustes definidos



Satisfecho

Insatisfecho

Emociones

Emociones

33.3% Familiaridad

20% Inconveniencia

26.7% Confianza

26.7% Desconfianza

40% Facilidad

53.3% Incomodidad

Resultado: La utilización de velcro para unir la banda se identifica por los usuarios como una molestia o característica inversa, debido a que existe una preferencia por la solución de una banda de silicón con ajustes, sin embargo, este resultado podría verse afectado por los ejemplos dados son soluciones para la muñeca y no para el brazo, por lo que es necesario realizar más pruebas para definir si de verdad se identifica como una característica inversa.

3. Sistema de emergencia

Combinación de botones



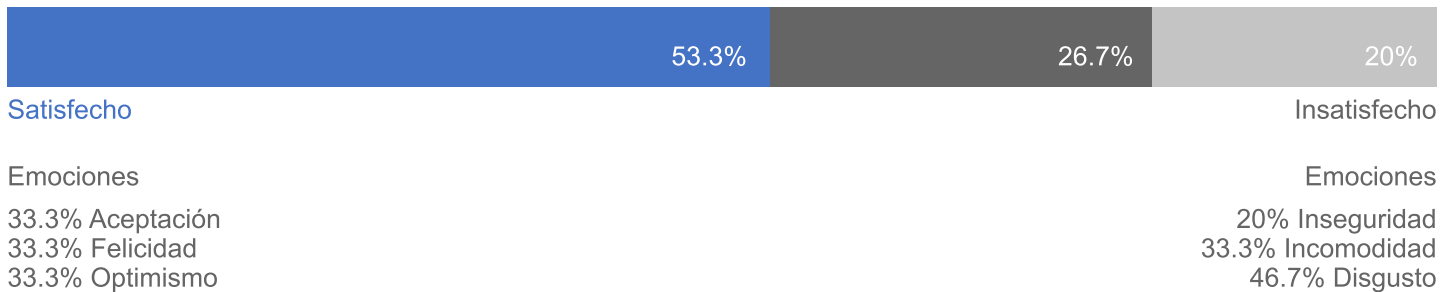
Automático



Resultado: Ambos tipos de sistemas de sistema de emergencia generan satisfacción en los usuarios, esto significa que la característica es cuestionable. Con una ausencia total de insatisfacción, los usuarios ven la conveniencia y seguridad de tener un sistema de estos como el punto de valor y no el cómo se ve activo. Sin embargo, gran parte de los usuarios muestran desconfianza en los sistemas automáticos, probablemente debido a la duda de si el sistema funcionará correctamente en una situación de peligro.

4. Estética

Llamativa



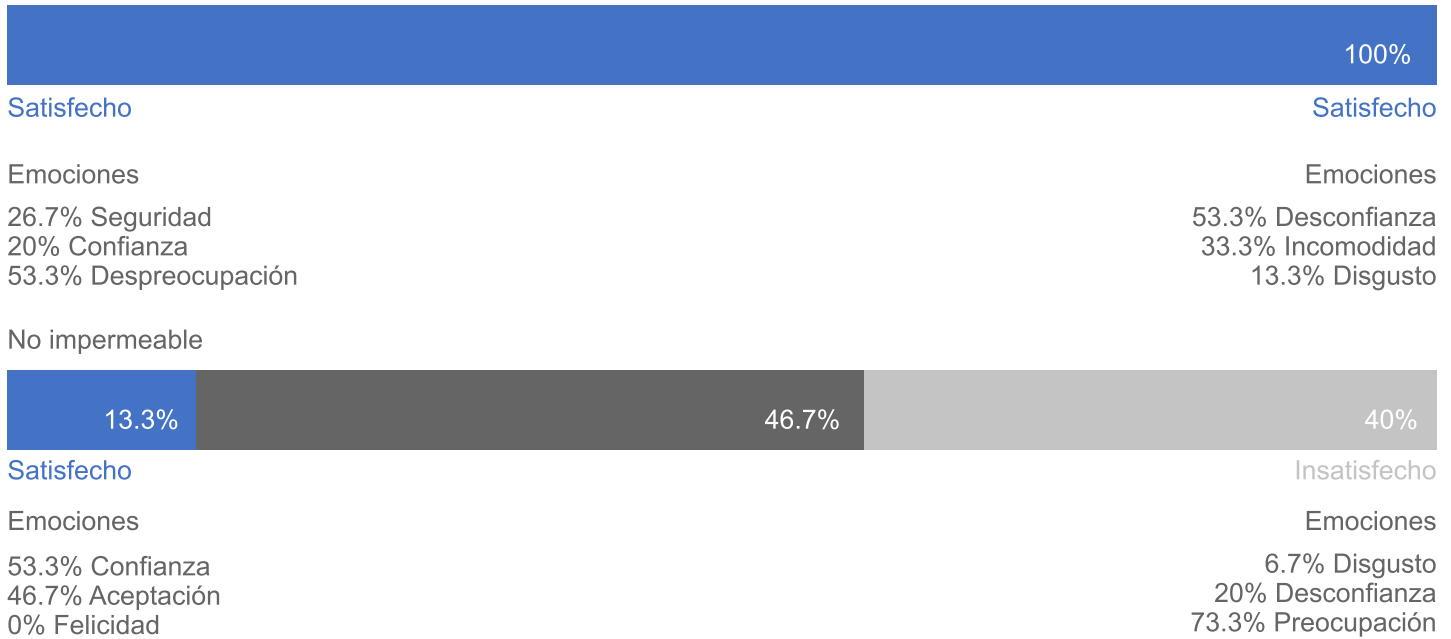
Discreta



Resultado: Ambas estéticas son deseadas por los usuarios, con una preferencia por estéticas discretas, sin embargo, una población muy pequeña encontró disgusto en estéticas más llamativas, lo que permite balancear el requerimiento de ser visible por los administradores con los gustos de los usuarios, justificando la razón de utilizar colores saturados ya que gran parte de la población no tendrá opinión en cuanto a esta estética.

5. Impermeabilidad

Impermeable



Resultado: La impermeabilidad en los productos es una característica de entusiasmo, con la totalidad de los usuarios satisfechos con su presencia y gran parte de estos neutrales en cuanto a su ausencia, por lo que es necesario mantener la característica no solo por los requerimientos de producto sino también por la satisfacción que esta provee a los usuarios.

Resultados de la prueba KANO



Requerido

- Ninguno

De entusiasmo

- Registro de información
- Impermeabilidad

Inversa

- Banda de velcro

Deseada

- Ninguna

Neutral o cuestionable

- Sistema de emergencia
- Estética

Conclusiones:

A través del método KANO se concluye que de las 5 cualidades evaluadas ninguna es estrictamente necesaria para el producto desde el punto de vista del usuario, sin embargo, adiciones como el registro de información e impermeabilidad son características atractivas para los usuarios. Por otra parte, la banda de velcro fue evaluada como una característica inversa, sin embargo, esto debería ser evaluado nuevamente debido a que los ejemplares utilizados en esta prueba KANO no estaban estrictamente relacionados al producto final, siendo estas soluciones para la muñeca y no para el brazo. Finalmente, la estética y como se debe activar el sistema de emergencia no generaron opiniones polarizantes por lo que las características pueden ser reevaluadas más adelante o mantenidas sin generar molestia en el usuario final.

Prueba de percepción estética

Además, paralelo a la prueba KANO también se les consultó a los usuarios sobre percepción del producto final de manera que se pueda clasificar las opiniones de los usuarios y como estos identifican el producto.

Pregunta 1:

¿Usted clasificaría este dispositivo como un producto para uso en ambientes silvestres? Ejemplo: Un producto para senderismo o acampado

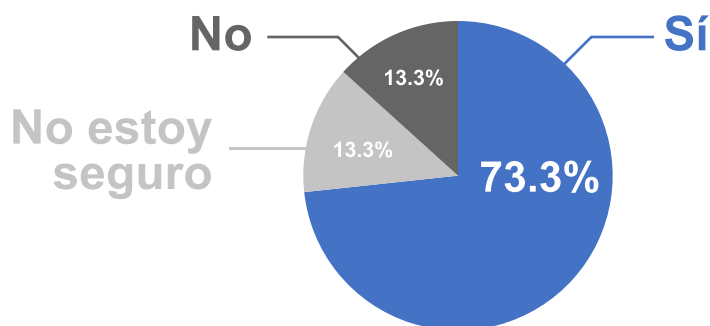
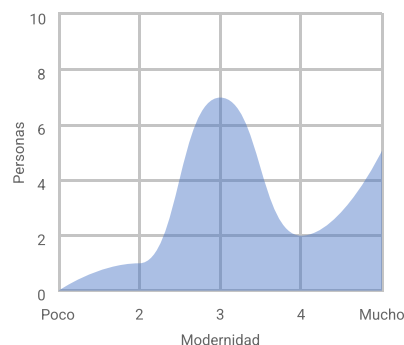


Figura 39. Tipo de producto. Fuente: Creación Propia

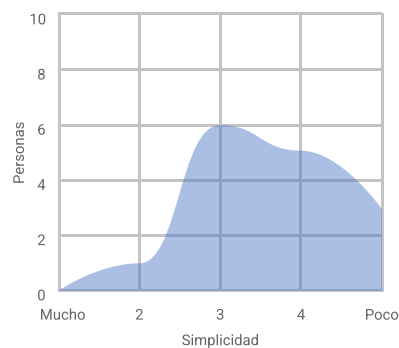
Pregunta 2:

¿Qué tan moderno clasifica este producto?



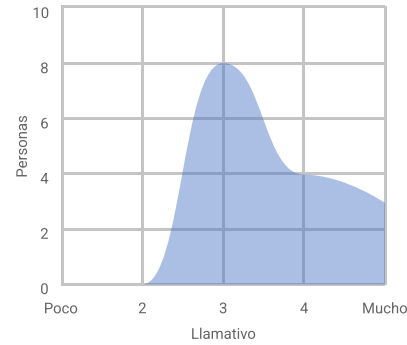
Pregunta 3:

¿Qué tan complejo clasifica este producto?



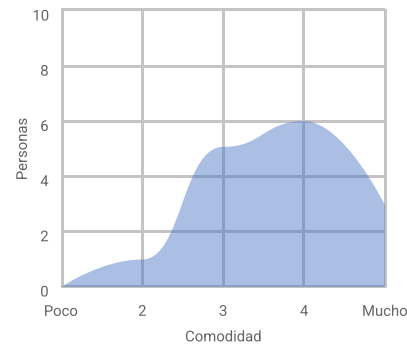
Pregunta 3:

¿Qué tan llamativo encuentra este producto?



Pregunta 4:

¿Qué tan cómodo encuentra este producto?



Ejes semánticos

Se le pidió a los usuarios clasificar en una escala Likert-5 como percibían el producto.

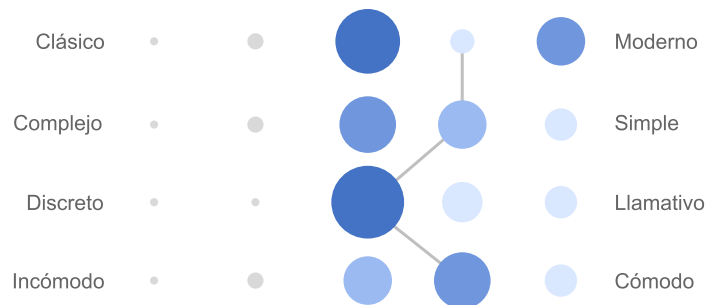


Figura 40. Diferencial semántico. Fuente: Creación Propia

Resultado:

A través del análisis de opiniones brindadas por los usuarios se identificó que el producto se percibe como considerablemente moderno, simple y cómodo, lo cual se encuentra de acuerdo a las metas del producto establecidas durante el análisis perceptual (Simple-Extravagante), sin embargo, la mayoría de los usuarios no identifican el dispositivo como suficientemente llamativo por lo que podría identificarse como un problema presente, debido a que uno de los requisitos de producto era una estética llamativa para ser fácilmente reconocible dentro de un ambiente silvestre, sin embargo, se pueden realizar pruebas en el ambiente a utilizar para confirmar el requisito se cumple correctamente o si se requiere algún cambio en la estética.

Resultados obtenidos

Hike Buddy

Control de flujo no intrusivo



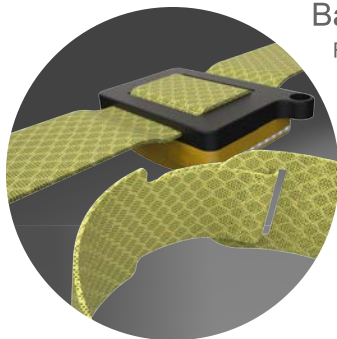
Tracker

Seguimiento GPS
Conexión GPRS/3G
Batería de más de 18hrs
Indicador LED



Base Cargadora

Soporte para 4 dispositivos
Apilable para carga masiva
Carga de hasta 45W
Conector USB-C





Banda de ajuste

Fabricada en Kevlar
Fácilmente adaptable
Retirable para limpieza



Sistema S.O.S

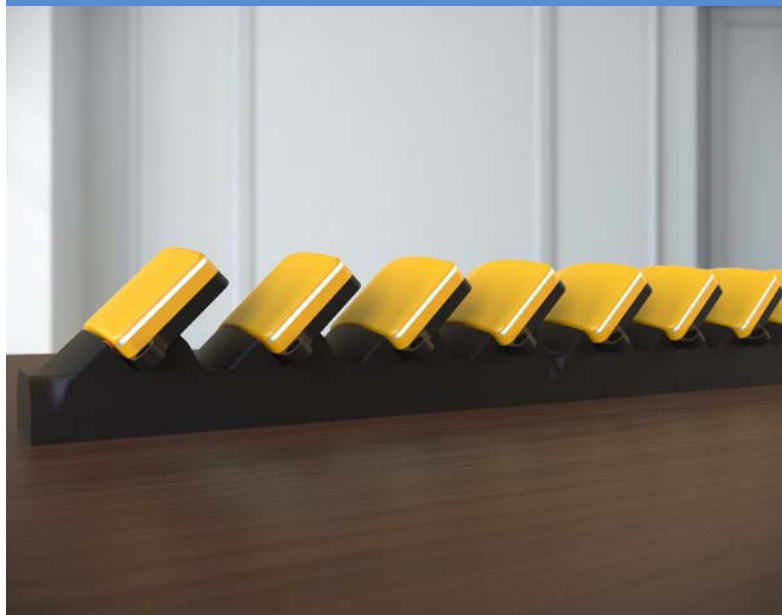
Funcional sin cobertura
Activable por botones
Muestra la ubicación

-  Encriptado de información
-  Alta resistencia
-  Waterproof
-  GPRS
- 3G** 3G



Banda adaptable de kevlar de alta resistencia que se asegura al cuerpo

Base cargadora apilable para la carga de grandes cantidades de dispositivos



Planos

Ver planos de construcción en los anexos de este informe.

Valor agregado y gradientes de mejora.



- A diferencia de soluciones registradores aplicadas en parques nacionales alrededor del mundo, esta solución cuenta con la capacidad de transferir la información en tiempo real para que los guardaparques puedan reaccionar de una manera rápida a cualquier incidente.



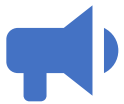
- El producto presenta características de presentes en productos de rastreo a un precio mucho menor, permitiendo la viabilidad del producto en programas de recolección de información a introducir por el SINAC y otros cuerpos gestores.



- El producto es fácilmente adaptable a la mayor cantidad de personas y funciona sin la necesidad de interacción del usuario que lo porta, permitiendo el funcionamiento de este sin necesidad de capacitaciones previas a los visitantes de parques nacionales.



- Los productos son de fácil mantenimiento, con un solo conector magnético que alinea los dispositivos en el cargador y permiten que los encargados puedan cargar y descargar datos de decenas de unidades de manera rápida. Además de tener una batería que permite el uso durante todo el día.



- El producto puede alertar en caso de emergencia a las autoridades incluso en ausencia de cobertura móvil, utilizando radio para comunicar la alerta de S.O.S y la ubicación del dispositivo.



- Colores llamativos que permiten la fácil identificación del dispositivo a la distancia para situaciones de control de visitantes o de emergencias.

Propuesta de implementación

A continuación, se propone un conjunto de pasos a definir en el corto plazo antes de iniciar con el plan piloto, esta propuesta de implementación toma en cuenta desde el momento que este proyecto finaliza hasta los siguientes 24 meses de manera que el producto pueda ser puesto a prueba rigurosamente previo a la fabricación de un dispositivo final para utilizar en otros parques nacionales. En esta sección se describe detalladamente que aspectos y mediciones deben ser tomadas en cuenta para poder introducir el producto al mercado de manera viable.

Presentación del proyecto y desarrollo en conjunto

El primer paso para poder traer el proyecto a la realidad es entablar relaciones claras con cuerpos administrativos que podrían estar interesados en un tipo de dispositivo como el presentado en este proyecto, esto se realizaría a través de presentaciones dirigidas a miembros administrativos de áreas protegidas como es el caso del SINAC, en búsqueda de un interés de continuar el desarrollo del producto en conjunto para poder asegurar la solución propuesta al final del desarrollo cumpla con todas las necesidades que presenta un área protegida. Esta etapa del proyecto es el primer filtro de viabilidad del producto y se espera no requerir de más de 3 meses para poder haber presentado a la mayoría de los interesados los fundamentos de la solución y lo necesario para poder introducir el producto a un parque piloto.

Incorporación recomendaciones y oportunidades de mejora

Es importante aprovechar la retroalimentación de las partes interesantes durante la etapa anterior para definir y categorizar un conjunto de recomendaciones y oportunidades de mejora para la solución establecida en este proyecto con base en los requerimientos de los miembros interesados, estos cambios permiten al producto iniciar un desarrollo temprano y mejorar su viabilidad antes de proceder al desarrollo de la solución final. Sin embargo, no se debe invertir demasiado tiempo en esta sección porque gran parte de la validación funcional todavía no ha sido realizada y se podría desperdiciar tiempo perfeccionando características no necesarias para el funcionamiento idóneo del producto. Se recomienda no invertir más de 4 semanas ajustando las características del producto con base en la retroalimentación obtenida.

Desarrollo de sistemas tecnológicos y de información

A diferencia de las etapas previas, esta sección de la propuesta de implementación requerirá gran cantidad de tiempo y podrá ser realizada de manera simultánea a otros pasos, ya que, se requerirá de profesionales en áreas de desarrollo de software, tecnología de la información y arquitectura tecnológica para poder establecer el funcionamiento del sistema presente “detrás de escena”. Esta etapa puede extenderse a lo largo de la propuesta de implementación, iniciando en los 3 meses y extendiéndose hasta un mínimo 12 meses en el plan.

Fabricación del primer lote de prototipos funcionales

Utilizando las especificaciones desarrolladas hasta este momento y la tecnología expuesta en el proyecto, se procede a fabricar un lote de prototipos funcionales que se encuentren conectados a un sistema en desarrollo y que presenten las mismas calidades de resistencia del producto final, para poder utilizar en un parque piloto con el objetivo de evaluar el rendimiento funcional del producto en un ambiente realista y menos controlado. Esta etapa no debe extenderse por más allá de 2 meses de manera que se pueda iniciar la prueba de estos prototipos en el parque piloto alrededor del mes 7 hasta su finalización en la segunda mitad del año 2. Probablemente el tiempo de fabricación por unidad sea considerablemente largo debido a la necesidad de emplear fabricación a mano y utilización de componentes de venta al público.

Implementación del plan piloto para prueba de campo

Coordinando con cuerpos administrativos se pretende iniciar el plan piloto en un área protegida, haciendo uso de las unidades que hayan sido fabricadas hasta el momento y brindando una capacitación para que mínimo uno de los encargados del área protegida se encuentren preparados para utilizar y distribuir el producto, el objetivo de esta prueba de campo es evaluar el funcionamiento del producto y del sistema en un entorno real durante un periodo de tiempo considerable para poder identificar puntos de dolor en el uso tanto para los usuarios administradores como los usuarios finales, de manera que puedan ser reevaluados y corregidos en etapas siguientes de la propuesta de implementación. El dispositivo será distribuido a visitantes aleatorios en distintas épocas y horarios de manera que se pueda identificar patrones generales del parque nacional y no de las circunstancias actuales. Esta etapa se extiende hasta un máximo de un año y genera cantidades considerables de información para evaluar en etapas por venir. Antes de iniciar el plan piloto será necesario definir cuáles son las métricas por evaluar en la prueba y cuáles serían las metas a alcanzar por parte del dispositivo y su rendimiento.

Medición y valoración de resultados

Durante y después de la implementación del plan piloto se analizan los datos para comparar con las metas establecidas en la etapa previa, estas metas pueden ser de cantidad de gastos reducidos, cantidad de tiempo invertido, felicidad del usuario, duración promedio del producto, duración funcional del producto, cantidad de incidentes pre y post implementación, entre otros. Los datos terminan de analizarse por un máximo de un mes después de finalizado el plan piloto para poder definir los puntos débiles de esta iteración del producto y analizar la viabilidad de la solución en conjunto con los administradores de áreas protegidas.

Análisis de oportunidades de mejora

Utilizando la información recolectada de usuarios y métricas se identifica las oportunidades de mejora para solución y como pueden estar ser aplicadas en la siguiente iteración del producto.

Esta etapa es considerablemente más corta que las demás con solo una duración máxima de 2 semanas, y en esta solo se escogen las oportunidades de mejora que realmente son viables para el producto y que no sacrifican algún requisito de producto.

Implementación de las mejoras identificadas

La implementación de las mejoras identificadas debe ser rápida y concisa, añadiendo a las especificaciones previamente establecidas en este proyecto de manera que la definición de la solución final sea pronta. No se recomienda invertir más de un mes en esta etapa.

Consolidado de la propuesta final

En esta sección de la propuesta de implementación finalmente se define las características finales del producto para el mercado, en conjunto con sus estándares de calidad y parámetros para fabricación en serie, esto requiere contactar con empresas fabricantes extranjeras para poder diseñar y fabricar los componentes electrónicos finales a emplear en el dispositivo, esta etapa puede variar considerablemente en tiempo, dependiendo de la disponibilidad de recursos. Es importante en esta etapa identificar cuál será el costo final de manera que cuando sea necesario buscar inversión se tenga bien claro cuánto es necesario para poder traer el producto finalmente al mercado.

Desarrollo de la propuesta para búsqueda de inversión, financiamiento e implementación

Teniendo claro todas las características, costos, tiempos de fabricación, y beneficios medidos del producto, este es expuesto a posibles inversores con el objetivo de asegurar financiamiento para la fabricación y distribución del dispositivo a todos los interesados en el mismo. Esta etapa no tiene una duración definida pero si el producto encontró buenos resultados durante el plan piloto asegurar el financiamiento del producto será mucho más fácil debido a la existencia de datos claros que cuantifican los beneficios que se obtienen haciendo uso del dispositivo para poder administrar el flujo de usuarios en áreas protegidas.

Variables de implementación

Antes de proponer un plan de implementación final del producto es de importancia definir las siguientes variables que envuelven el producto: posicionamiento del producto, punto de venta, distribución, publicidad, marca, soportes gráficos y empaquetado.

Posicionamiento del producto

El producto sería una solución especializada, especialmente en el mediano plazo ya que contempla todas las necesidades de los usuarios administradores específicos para este caso de uso y lo hace de una manera mejor que la combinación de sus partes, sin embargo, sigue existiendo posibles competidores, entre ellos podrían encontrarse los registradores GPS y los dispositivos GPS. Otro competidor importante es el surgimiento de nuevos sistemas de emergencias que podrán aparecer en los próximos años, como es el caso de la solución de llamado de emergencia a través de GPS que Apple presentó en 2022.

Por otra parte, el producto podría clasificarse como un producto disruptivo en el corto plazo debido a que, a pesar de que existen soluciones similares a estas, estas suelen ser enfocadas a animales o aplicaciones menores como encontrar objetos y no en escala de parques nacionales y diseñadas para uso en personas.

Los consumidores al ser grupos administrativos de áreas protegidas, están dispuestos a obtener gran cantidad de ejemplares para poder cubrir la demanda de los parques nacionales, permitiendo una disminución en los costos de fabricación. Debido a la ausencia de la competencia directa en la edad temprana del producto será posible para la marca establecerse como un producto líder a un largo plazo.

Punto de venta

Debido a la naturaleza enfocada y especializada del producto, no será necesario colocar el mismo en el mercado abierto al público, ya que el principal comprador serán los usuarios administradores. En otras palabras, no se requiere establecer un punto de venta físico ni distribuir a tiendas y un punto de venta virtual será suficiente para poder alcanzar al usuario comprador.

También es de importancia desarrollar en conjunto u obtener un acuerdo temprano con el cuerpo administrativo de áreas protegidas para asegurar que el producto podrá ser pedido en línea de acuerdo a las necesidades de cada parque nacional.

Una vez adquirido el producto existen dos servicios postventa a tomar en cuenta, el primero de estos es el mantenimiento del producto, debido a que es parte de un ecosistema complejo es necesario que los dispositivos no funcionales puedan ser reparados de manera correcta por el fabricante, el segundo servicio es el de atención al cliente, en caso de suceder un problema con el sistema, tienen que existir especialistas disponibles para asegurar el funcionamiento de las unidades.

En cuanto a la experiencia de compra los grupos involucrados deben ser capaces de poderse poner en contacto por distintos medios para consultar sobre sus necesidades especificadas para la aplicación del producto. Una vez se sabe cuál es la infraestructura y necesidades de un área protegida es posible para un experto definir la estructura de la arquitectura para asegurar la instalación del sistema y proveer ejemplares de dispositivos rastreadores.

Distribución

El alcance geográfico de la distribución se extiende a todo el país, sin embargo, el plan piloto planea solo distribuir a un solo parque nacional en un principio. La principal dificultad de la distribución es la necesidad de transportar hasta las áreas protegidas gran cantidad de ejemplares en un solo envío, por lo que el empaque tiene que ser del menor tamaño posible mientras protege la integridad del producto.

El principal servicio que se ofrecería durante la compra sería el servicio de venta por personal especializado o experto, el servicio de transporte realizado con una empresa tercera designada y el servicio de instalación de la infraestructura necesaria para iniciar el funcionamiento del sistema.

Publicidad

Para este tipo de producto la publicidad no es de tanta importancia como es el desarrollo en conjunto con cuerpos administrativos de áreas protegidos, la razón detrás de esto es que el producto no es vendido directamente al consumidor de uso, de esta manera cuando la competencia alcance el mercado va a existir una preferencia por calidad y familiaridad al menos a nivel regional. Por otra parte, cualquier publicidad que se genere tendrá por objetivo alcanzar a los consumidores de uso para establecer la marca como un producto de aventura y altamente relacionado con el ecoturismo.

Marca

El producto debe contar con una marca propia que sea reconocible de manera que los usuarios puedan confiar en el producto a la hora de utilizarlo y/o tengan conocimiento previo de cómo funciona el producto cuando están realizando su visita a un área protegida. Esta misma debe posicionarse como líder de mercado en el largo plazo por lo que la marca tiene que ser igual de representativa que el producto ofrecido.



Figura 41. Marcas propuestas. Fuente: Creación Propia

Soportes gráficos

Los principales soportes gráficos a desarrollar en conjunto con el producto serían manuales de mantenimiento y guías de uso para poder comunicar toda la información necesaria para que los administradores de áreas protegidas puedan mantener en funcionamiento el sistema.

Empaque

Como se mencionó, el enfoque del empaque va a ser la densidad durante el transporte, intentando transportar la mayor cantidad de ejemplares por envío va a requerir de que el embalaje sea apilable y resistente, esto probablemente provocará que las bandas de kevlar y cargadores sean empacados por separados para maximizar el espacio, además, esto permite que estos dos componentes del sistema puedan ser comprados en cantidades distintas a los dispositivos de rastreos, para mantener repuestos o cubrir las necesidades mínimas de los encargados del área protegida destino.

Por otra parte, como el producto es distribuido de manera directa a los encargados de los parques nacionales, eso significa que no es necesario el empaque sea llamativo o de un gran finalizado, por lo que existe mayor flexibilidad de materiales y finalizados a utilizar en el empackado.

Tabla VIII
Problemas contra solución

Variable	Problemas detectados	Nivel de afectación (1 a 5)	Justificación del nivel de afectación
Posicionamiento del producto	Surgimiento rápido de competencia.	● ● ● ● ●	El producto es muy especializado, por lo que subsistir en competencia indirecta es una posibilidad.
Punto de venta	Se deben establecer buenos servicios post-venta para asegurar el funcionamiento.	● ● ● ● ●	El producto se encuentra propenso a sufrir daños por lo que debe ser fácil y rápido rehabilitar las unidades.
Distribución	Poder distribuir todos los elementos necesarios para el funcionamiento del sistema.	● ● ● ● ●	Gran parte de la infraestructura ya está presente.
Publicidad	Promocionar el producto como la opción definitiva y de calidad.	● ● ● ● ●	Si el producto se desarrolla en conjunto con los administradores de regiones protegidas no es necesaria tanta publicidad
Marca	Crear una marca reconocible en el mercado.	● ● ● ● ●	Si la marca no requiere extenderse más allá de nivel regional es necesario una marca reconocible.
Soportes gráficos	Comunicar la información necesaria para que el producto no sea utilizado de forma errónea.	● ● ● ● ●	Debido a la simplicidad del producto es difícil para los administradores utilizar el sistema de forma incorrecta.
Empaque	Aumentar la densidad del envío lo más posible.	● ● ● ● ●	Mucho espacio perdido en transporte puede provocar múltiples envíos a lugares de acceso difícil.

Fuente: Creación propia

Plan piloto

Para poder introducir el producto y asegurar el cumplimiento de se decidió escoger un parque nacional para poder utilizar en un plan piloto, dicho plan no será aplicado en este proyecto, pero sería el siguiente paso por emplear después de haber sido fabricado los primeros prototipos funcionales.

Previamente en el proyecto se evaluaron 6 áreas protegidas terrestres con características que podrían poner a prueba el funcionamiento del rastreador, entre ellas se encuentra el parque Manuel Antonio, el Marino Ballena, el Volcán Tenorio, el Volcán Poas, Volcán Arena y Rincón de la vieja. Los criterios para escoger una de estas opciones se basó en tamaño, cobertura de redes móviles, visitación y actividades ofrecidas dentro del parque. Con el Volcán Poas presentando datos limitados en cuestiones de cobertura 3G de Kolbi esta opción fue descartada. Mientras tanto, parques como Rincón de la Vieja, Tenorio y Arenal presentan áreas terrestres extensas que pueden dificultar la recolección de datos por lo que no es recomendable escogerlos. Con Marino Ballena siendo considerablemente pequeño en área terrestre esto nos limita a la utilización de Manuel Antonio debido a una menor variedad de actividades de riesgo en conjunto con la mayor visitación del país [45], además, todo el parque se encuentra dentro del distrito de Quepos por lo que la variabilidad de los datos de cobertura será menor ya que esta no corresponde a un estimado.

Modelo de negocio



Figura 42. Modelo de negocio Canva. Fuente: Creación Propia

Plan de implementación

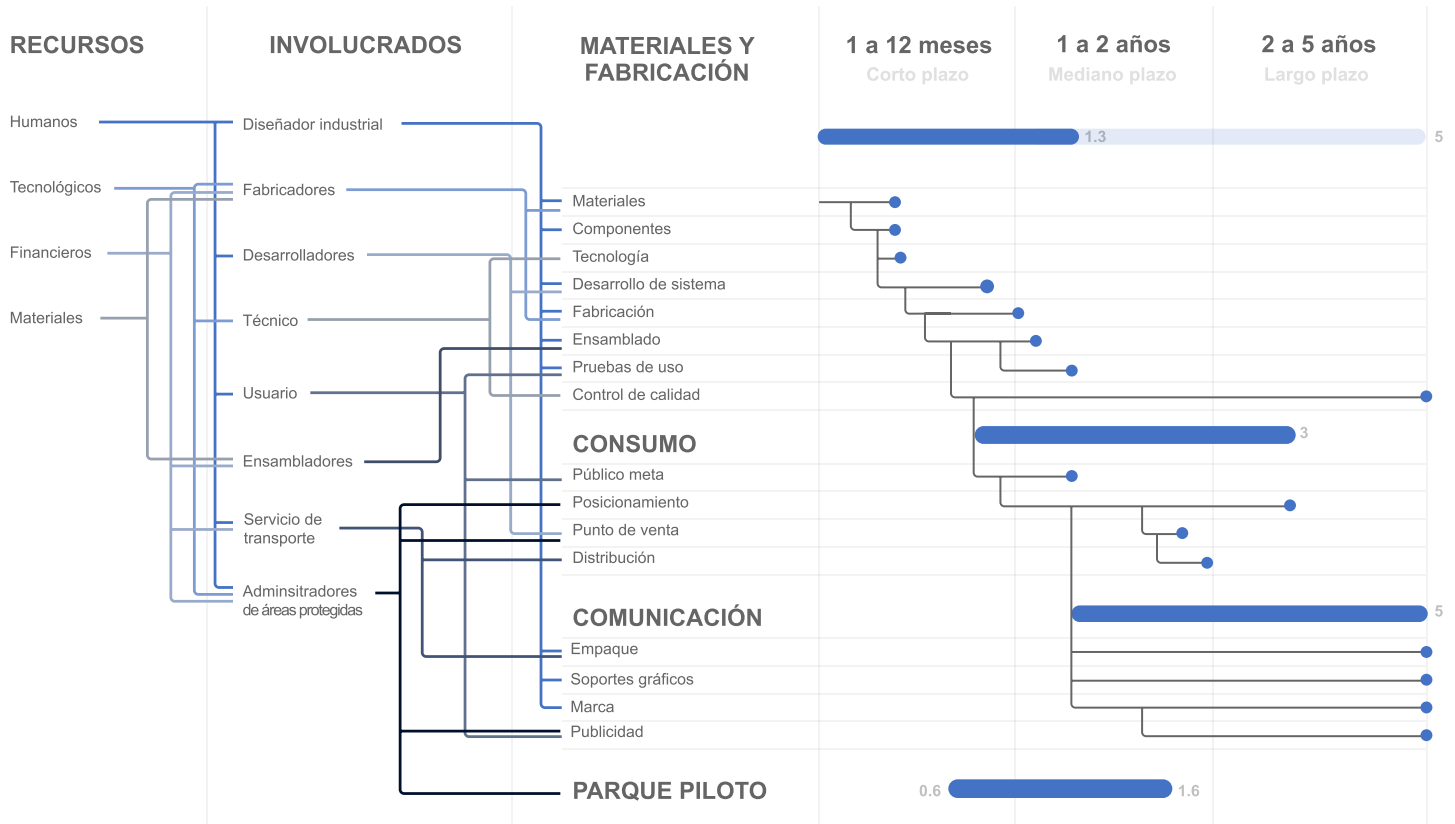


Figura 43. Plan de implementación a corto, mediano y largo plazo. Fuente: Creación Propia

El proceso de implementación del producto empieza con las tareas a corto y mediano plazo (entre 1 a 24 meses) donde se define y se prueba el producto para la entrada definitiva al mercado, en esta sección también se encuentra el parque piloto que probará el producto por un total de 6 meses y servirá de insumo para el desarrollo en conjunto de este y además será el primer y más significativo encuentro entre el usuario final (el visitante) y el dispositivo. En esta etapa de la implementación los técnicos, desarrolladores, diseñadores, ensambladores y fabricantes se encargarán de optimizar y probar el proceso de fabricación, iniciando el control de calidad desde este momento y definiendo finalmente la infraestructura digital detrás de la comunicación del producto. El enfoque del largo plazo (más de 2 años) será posicionar el producto como líder en el mercado una vez el mismo haya dejado de ser disruptivo y empiece a aparecer competencia en el área. Para esta parte del desarrollo de producto ya es necesario haber definido relaciones con el SINAC y los distintos administradores de las distintas regiones protegidas para poder extender el mismo a más áreas protegidas del país y poder fabricar mayor cantidad de ejemplares de manera viable.

Conclusiones

El producto desarrollado logró abordar todos los requisitos de manera óptima y cumplió correctamente con el objetivo de ser un dispositivo de recolección y transferencia de información para el control de flujo de visitantes en áreas protegidas.

Esta solución se alcanzó cumpliendo con un conjunto de requisitos de producto propuestos y/o objetivos específicos por alcanzar, entre ellos se encuentra que el producto planteado pueda ser utilizado sin afectar la experiencia de los usuarios, a través de un producto compacto y cómodo que no distraiga a las personas. La solución final a esto se alcanzó a través de una combinación del análisis ergonómico para localizar la mejor posición en el cuerpo que no afecte a los usuarios y un profundo análisis tecnológico para identificar las mejores tecnologías y como hacerlas funcionar en el espacio más compacto antes de iniciar el diseño del producto.

Otro requisito logrado en este proyecto fue que el producto tuviera una adaptabilidad que le permitiera ser utilizado por una población desde jóvenes hasta adultos ya que la población de visitantes de parques nacionales es altamente variada, esto se solucionó a través de un sistema ajustable para un gran rango de personas, a través de un flexible y resistente como el kevlar, en conjunto con la facilidad de cerrado y resistencia del velcro. Debido a que para algunos usuarios siempre será difícil colocarse el dispositivo también se añadió la posibilidad de reemplazar estas bandas de ajustes para utilizar con mosquetones genéricos de hasta 8 milímetros, de manera que siempre exista una manera para los usuarios de poder acceder al parque nacional con el producto.

Un objetivo importante del proyecto era crear un plan estratégico para poder introducir la propuesta del dispositivo en una zona protegida nacional, esto se definió a través de la exploración y definición de aspectos como la distribución, el punto de venta y que aspectos se tenían que alcanzar a corto, mediano y largo plazo. El plan estratégico fue diseñado alrededor de un parque piloto en el cual se introducirá y probará el producto en un entorno real, el parque seleccionado fue Manuel Antonio, debido a la gran visitación, tamaño reducido, buena cobertura móvil y cantidad menor de actividades de alto riesgo.

Finalmente, un requerimiento del proyecto fue incorporar en la solución una función que permita a los visitantes alertar a los administradores cuando se encuentran en una situación de emergencia, la dificultad en este aspecto residía en como un área con bajos niveles de infraestructura como un parque nacional permitirá el envío de una alerta a largas distancias, esto fue solucionado a través de un análisis tecnológico que identificó las fortalezas y debilidades de cada tecnología para crear una solución con la menor cantidad de puntos débiles.

Con el conjunto de cualidades incluidas en esta solución de diseño se logró obtener un excelente producto de control de flujo de visitantes que va a permitir a administradores de áreas protegidas de todo tipo poder adaptar sus planes administrativos basándose en la información.

Recomendaciones

Un problema identificado en la solución durante las pruebas es el sistema de ajuste en cuestiones de facilidad cuando el usuario tiene que colocarse el dispositivo él mismo, requiriendo este de un ligero rediseño que optimice esta interacción con el usuario.

Otro punto a destacar es que esta investigación y desarrollo de producto termina en un prototipo digital, por lo que el siguiente paso a dar en la investigación es crear una versión para pruebas de uso en el parque nacional piloto, por lo tanto, es necesario establecer relaciones con el SINAC para poder asegurar esta solución sea llevada a cabo de manera correcta y poder establecer nuevos cambios que mejoren el producto al mediano plazo.

Debido a la naturaleza removible de la banda de ajuste también existe la posibilidad de desarrollar nuevos sistemas de ajuste o bandas de ajustes que son compatibles con el dispositivo actual, como por ejemplo; la introducción de una banda de ajuste en silicona o cinturones para utilizar en otras partes del cuerpo, existe gran espacio para innovar en la interacción producto-persona y este proyecto desarrollo dos medios de interacción.

Por otra parte, los componentes utilizados para el funcionamiento del producto prototípicos en naturaleza y es necesario para que el producto entre finalmente al mercado es necesario crear un diseño de componentes propios, lo que podría incluso permitir una reducción del tamaño del dispositivo en revisiones futuras.

Parte importante del sistema propuesto es la parte relacionada a la programación y la infraestructura digital, esta parte debe ser abordada por un profesional del área antes de poder promover el producto a la etapa de pruebas en un parque piloto, además, la interfaz con la que tendrán que interactuar los guardaparques tendrá que ser desarrollada por un diseñador de UX/UI distinto, por lo que existe todavía un gran área de desarrollo para la solución.

Finalmente, a través de las pruebas de percepción, varios usuarios no identificaron la solución como suficientemente llamativa, esto debe ser abordado de nuevo en el futuro para saber si la solución es suficientemente llamativa en una aplicación real con un entorno silvestre y los usuarios no lo identificaron como suficientemente llamativo en pruebas de percepción, o si de verdad existe una problemática de percepción y el producto requiere cambios a su estética para ser todavía más llamativo y reconocible a la distancia y en entornos silvestres.

Referencias bibliográficas

- [1] T. W. Heggie, "Reported fatal and non-fatal incidents involving tourists in Hawaii Volcanoes National Park, 1992-2002," *Travel Medicine and Infectious Disease*, vol. 3, (3), pág. 123-31, 2005. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/reported-fatal-non-incident-involving-tourists/docview/1030252943/se-2?accountid=27651>. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tmaid.2004.09.004>.
- [2] L. Rickard, C. Scherer, y S. Newman, "Exploring attribution of responsibility for visitor safety in a US national park," vol. 13, núm. 6, pág. 527–545, 2011, DOI: 10.1080/13698575.2011.613983.
- [3] L. Rickard, "Mountains and Handrails: Linking Theories of Attribution, Risk Perception, and Communication to Investigate Risk Management in Three U.S. National Parks." Orden No. 3530992, Cornell University, Ann Arbor, 2012.
- [4] G. Depper, D. Vigil, R. Powell, y B. Wright, "Resource protection, visitor safety, and employee safety: How prepared is the National Park Service?" vol. 32, núm. 2, pág. 18–24, 2015, [En línea]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eih&AN=115063197&lang=es&site=ehost-live>.
- [5] M. Carvache-Franco, A. Perez-Orozco, O. Carvache-Franco, A. Viquez-Paniagua, y W. Carvache-Franco, "The Perceived Value in Ecotourism Related to Satisfaction and Loyalty: A Study from Costa Rica," vol. 24, núm. 3, pág. 229–243, 2020, DOI: 10.5937/gp24-25082.
- [6] L. Petrić y A. Mandić, "Visitor management tools for protected areas focused on sustainable tourism development: the Croatian experience," vol. 13, núm. 6, pág. 1483–1495, 2014.
- [7] G. Jin-Hui et al, "Managing congestion at visitor hotspots using park-level use level data: Case study of a Chinese World Heritage Site," *PLoS One*, vol. 14, (7), 2019. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/managing-congestion-at-visitor-hotspots-using/docview/2264591998/se-2>. DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0215266>.
- [8] N. Reigner et al, "Adaptive Management of Visitor Use on Half Dome, An Example of Effectiveness," *Journal of Park and Recreation Administration*, vol. 30, (3), 2012. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/adaptive-management-visitor-use-on-half-dome/docview/1730141417/se-2?accountid=27651>.
- [9] M. Nuñez-Chacon, "Parques nacionales representan un fuerte impulso para economía nacional", Seminario Universidad. 12 de marzo de 2022. [Online], Disponible: semanariouniversidad.com/pais
- [10] J. Lara, "Parques nacionales sufren su 'crisis más seria', recalca nuevo jerarca del MINAE", *La Nación*. 12 de marzo de 2022. [Online], Disponible: nacion.com
- [11] D. Kaplan, "Making National Parks 'Smart' Could Be Key to Their Sustainability", *Sustainable Brands*. 12 de marzo de 2022. [Online], Disponible: sustainablebrands.com
- [12] M. Sanabria, "Expertos brindan opciones para mejorar seguridad en parques nacionales", *A Diario CR*. 12 de marzo de 2022. [Online], Disponible: adiariocr.com
- [13] J. M. Baas, A. Ewert, and D. J. Chavez, "Influence of ethnicity on recreation and natural environment use patterns: Managing recreation sites for ethnic and racial diversity," vol. 17, núm. 4, pág. 523, 1993, doi: 10.1007/BF02394667.
- [14] A. W. Ewert, "Playing the edge: Motivation and risk taking in a high-altitude wildernesslike environment," vol. 26, núm. 1, pág. 3, 1994, doi: 10.1177/0013916594261001.
- [15] T. W. Heggie, T. M. Heggie, y C. Kliever, "Recreational Travel Fatalities in US National Parks," vol. 15, núm. 6, pág. 404–411, Noviembre. 2008, doi: 10.1111/j.1708-8305.2008.00235.x.
- [16] T. W. Heggie y M. E. Amundson, "Dead men walking: search and rescue in US National Parks," vol. 20, núm. 3, pág. 244–249, 2009, doi: 10.1580/08-WEME-OR-299R.1 [doi].

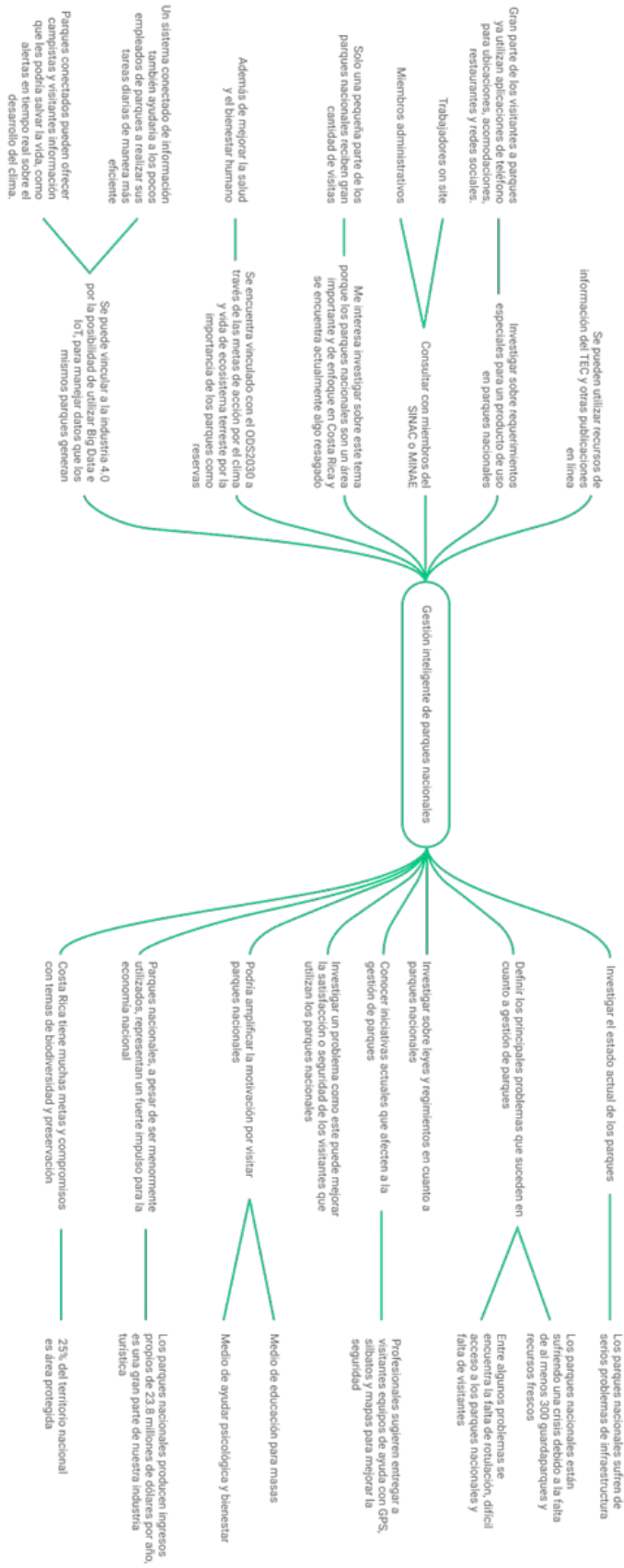
- [17] D. Kouabenan y B. Cadet, Risk evaluation and accident analysis. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc., 2005, pág. 61–80.
- [18] D. R. Kouabenan, M. Médina, D. Gillibert, y F. Bouzon, “Hierarchical Position, Gender, Accident Severity, and Causal Attribution,” vol. 31, núm. 3, pág. 553–575, 2001, doi: 10.1111/j.1559-1816.2001.tb02056.x.
- [19] D. Lupton, Risk: Second Edition. London: Taylor & Francis Group, 2013.
- [20] J. Tulloch and D. Lupton, Risk and Everyday Life. London: SAGE Publications Ltd, 2003.
- [21] S. Tuler y D. Golding, “A Comprehensive Study of Visitor Safety in the National Park System: Final Report,” The George Perkins Marsh Institute, Worcester, MA, 2002. Acceso: 2022. [Online]. Disponible en: <http://npshistory.com/publications/social-science/visitor-safety.pdf>.
- [22] S. Lawson, J. Hallo, y R. Manning, Measuring, monitoring and managing visitor use in parks and protected areas using computer-based simulation modeling. Tucson, AZ: University of Arizona Press, 2008, pág. 175–188.
- [23] D. N. Cole y T. C. Daniel, “The science of visitor management in parks and protected areas: from verbal reports to simulation models,” vol. 11, núm. 4, pág. 269–277, 2003, doi: <https://doi.org/10.1078/1617-1381-00058>.
- [24] D.N. Cole, A.E. Wattson, T.E. Hall y D.R. Spildie, “High-use destinations in wilderness: social and biophysical impacts, visitor responses, and management options,” núm. 496. pág. 30, 1997.
- [25] M. Trujillo Suárez, J. J. Aguilar, y C. Neira, “Los métodos más característicos del diseño centrado en el usuario - DCU-, adaptados para el desarrollo de productos materiales,” vol. 12, núm. 19, pág. 215–236, 2016, doi: 10.18566/iconofact.v12.n19.a09.
- [26] SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2018. “Informe Anual Estadísticas SEMEC 2017: SINAC en Números”. Comp. B Pavlotzky. San José, Costa Rica.
- [27] SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2018. “Informe Anual Estadísticas SEMEC 2019-2020: SINAC en Números”. San José, Costa Rica.
- [28] B. Hanington y B. Martin, Universal Methods of Design : 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions. Beverly, MA: Rockport Publishers, 2012.
- [29] F. Zumbardo Morales, “Manejo de visitantes y atención del turista en Áreas protegidas costeras. Estudio de la capacidad de carga en el Parque Nacional Marino Ballena, Costa Rica,” vol. 13, núm. 1, pág. 68–90, 2017.
- [30] M. Trujillo Suárez, J. J. Aguilar, y C. Neira, “Los métodos más característicos del diseño centrado en el usuario - DCU-, adaptados para el desarrollo de productos materiales,” vol. 12, núm. 19, pág. 215–236, 2016, doi: 10.18566/iconofact.v12.n19.a09.
- [31] Wikipedia, “Parques nacionales de Costa Rica --- Wikipedia, La enciclopedia libre.” 2022, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Parques_nacionales_de_Costa_Rica&oldid=146647561.
- [32] Guía Costa Rica, “Clima,” 2013. <https://guiascostarica.info/otros/clima/> (Accesado 2022).
- [33] T. Vaz, “El Clima: [Concepto, Tipos, Elementos y Microclimas],” 2022. <https://energiatoday.com/el-clima/> (Accesado 2022).
- [34] T. Vaz, “Clima Tropical Húmedo: [Concepto, Características, Flora, Fauna y Temperatura],” 2022. <https://energiatoday.com/el-clima/tropical-humedo/> (Accesado 2022).
- [35] T. Vaz, “Clima Tropical Seco: [Concepto, Características, Flora, Fauna y Temperatura],” 2022. <https://energiatoday.com/el-clima/tropical-seco/> (Accesado 2022).

- [36] T. Vaz, "Clima Templado: [Características, Flora, Fauna y Adaptabilidad]," 2022. <https://energiatoday.com/el-clima/templado/> (Accesado 2022 2022).
- [37] SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación). 2022. "Informe Anual Estadísticas SEMEC 2021: SINAC en Números". Heredia, Costa Rica.
- [38] National Park Service, "Using GPS Units to Understand Where Backpackers Travel in Denali National Park," vol. 20, núm. 1, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://www.nps.gov/articles/000/aps-20-1-10.htm>.
- [39] Y. Shoji, K. Yamaguchi, y K. Yamaki, "Estimating annual visitors flow in Daisetsuzan National Park, Japan: combining self-registration books and infrared trail traffic counters," vol. 13, núm. 5, pág. 286–295, 2008, doi: 10.1007/s10310-008-0085-5.
- [40] H. I. Rowe et al., "Comparison of trailside degradation across a gradient of trail use in the Sonoran Desert," vol. 207, pág. 292–302, 2018, doi: 10.1016/j.jenvman.2017.11.028.
- [41] D. Pettebone, P. Newman, y S. R. Lawson, "Estimating visitor use at attraction sites and trailheads in Yosemite National Park using automated visitor counters," vol. 97, núm. 4, pág. 229–238, 2010, doi: 10.1016/j.landurbplan.2010.06.006.
- [42] O. Andersen, V. Gundersen, L. Camilla, and E. Stange, "Counting visitors in alpine areas: how sensor range, clothing, air temperature and visitor volume affects passive infrared counter accuracy," presentado en la International Conference on Monitoring and Management of Visitors in Recreational and Protected Areas, 2012, [En línea]. Disponible en: https://mmv.boku.ac.at/refbase/files/mmv6_32_33.pdf.
- [43] G. P. Mesquita, M. Mulero-Pázmány, S. A. Wich, y J. D. Rodríguez-Teijeiro, "A practical approach with drones, smartphones, and tracking tags for potential real-time animal tracking," p. Current Zoology, 2022, doi: 10.1093/cz/zoac029.
- [44] K. Witrisal et al., Chapter 9 - Localization and tracking. Academic Press, 2021, pág. 253–293.
- [45] SINAC, "Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica 2020"; SINAC: Costa Rica, 20 de agosto de 2020, <http://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/%C3%81reas%20Silvestres%20Protegidas%20de%20Costa%20Rica.rar> (3 de setiembre de 2022).
- [46] SUTEL, "Mapas de calidad", 2021. [En línea]. Disponible en: sutel.go.cr [Accesado el 3 de setiembre de 2022].
- [47] Nperf, "Mapa de cobertura 3G / 4G / 5G, Costa Rica", 2022. [En línea]. Disponible en: nperf.com [Accesado el 3 de setiembre de 2022].
- [48] Prometec, "¿Cuánto consume Arduino?", 2022. [En línea]. Disponible en: prometec.net [Accesado el 3 de setiembre de 2022].
- [49] R. Avila-Chaurand, L. Prado-León, y E. González-Muñoz, Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile. 2007.
- [50] Dupont, "¿Qué es Kevlar®?", 2022. [En línea]. Disponible en: dupont.mx [Accesado el 24 de setiembre de 2022].
- [51] Curbell Plastics, "Lighting & Light Management", 2022. [En línea]. Disponible en: curbellplastics.com [Accesado el 24 de setiembre de 2022].
- [52] Slump. G, "PLA vs ABS vs PETG: The Main Differences", 27 de Mayo de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://all3dp.com/2/pla-vs-abs-vs-petg-differences-compared/> [Accesado el 24 de setiembre de 2022].
- [53] Bally Ribbon Mills, "Kevlar® Tapes and Webbing", 2022. [En línea]. Disponible en: ballyribbon.com [Accesado el 24 de setiembre de 2022].

[54] Grupo Fortaleza, “8 modelos de negocio innovadores que todo empresario está obligado a conocer”, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.fortalezasafi.com/financiamiento/8-modelos-de-negocio-innovadores-que-todo-empresario-esta-obligado-a-conocer/> [Accesado el 7 de noviembre de 2022].

Anexos

Anexo 1: Mapa mental de selección de tema



Anexo 2: Tabla de organización de información y estudios

Nombre del trabajo consultado	Autor(es)	Fecha de publicación del estudio	Necesidad o problema planteado en el estudio	Metodología usada para desarrollar el estudio	Resultados y conclusiones importantes del estudio	Importancia para el trabajo	Referencia en IEEE
Resource protection, visitor safety, and employee safety: How prepared is the National Park Service?	G. L. Depper, D. C. Vigil, R. B. Powell, B. A. Wright	2015	Bajo nivel de entrenamiento para realizar responsabilidades de NPS en protección de recursos, seguridad de visitantes y seguridad de empleados	Encuesta enviada a 2494 empleados del NPS con 36.4 ratio de respuesta entre setiembre y octubre del 2013	Menor preparación para tratar con seguridad de visitantes que de empleados, y falta de mecanismos para reconocer y responder a condiciones peligrosas	Permite verificar cuales son las áreas de seguridad para empleados y visitantes más importantes y en necesidad de nuevos sistemas y estrategias para manejarlos	[X] G. L. Depper, D. C. Vigil, R. B. Powell, y B. A. Wright, "Resource protection, visitor safety, and employee safety: How prepared is the National Park Service?" vol. 32, n. 2, pp. 18-24, 2015. [En línea]. Disponible en: https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eh&AN=115063197&lang=es&site=ehost-live .
The Perceived Value in Ecotourism Related to Satisfaction and Loyalty: a Study from Costa Rica	M. Carvache-Franco, A. Perez-Orozco, O. Carvache-Franco, A. Viquez-Paniagua, W. Carvache-Franco	2020	La visita incesante de turistas nacionales e internacional pueden llegar a grandes cambios en el ecosistema	Investigación empírica de cuestionario a extranjeros y nacionales visitantes de dos parques nacionales entre marzo y abril de 2019, preguntas de escala de 5 líter	El valor percibido por los usuarios permite a los administradores de áreas protegidas ofrecer nuevas actividades innovativas que emocionen a los turistas	Permite definir la importancia de el valor percibido en el ecoturismo y su relación con la posibilidad de volver o recomendar a otra persona utilizar un parque nacional	[X] M. Carvache-Franco, A. Perez-Orozco, O. Carvache-Franco, A. G. Viquez-Paniagua, y W. Carvache-Franco, "The Perceived Value in Ecotourism Related to Satisfaction and Loyalty: a Study from Costa Rica," vol. 24, n. 3, pp. 229-243, 2020, doi: 10.5937/gp24-25082.
Mountains and Handrails: Linking Theories of Attribution, Risk Perception, and Communication to Investigate Risk Management in Three U.S. National Parks	L. Rickard	2012	Problemas en la percepción del riesgo y comunicación de riesgo en visitantes, voluntarios y empleados de parques nacionales	Encuesta cuantitativa y cualitativa enviada realizada a personas de 3 tipos: visitantes, voluntarios y empleados.	Se concluyó que entre más riesgosas las actividades realizadas por los visitantes, menos responsable se ve la NPS en heridas potenciales, y entre mayor la comunicación de riesgo en el parque más atribución de riesgo obtiene el visitante	Permite identificar distintas teorías sobre responsabilidad en prevención de accidentes y comunicación de riesgos que se deben afrontar	[X] L. N. Rickard, "Mountains and Handrails: Linking Theories of Attribution, Risk Perception, and Communication to Investigate Risk Management in Three U.S. National Parks." Orden No. 3530992, Cornell University, Ann Arbor, 2012.
Visitor management tools for protected areas focused on sustainable tourism development: the Croatian experience	L. Petrić, A. Mandić	2014	Presencia de problemas entre las áreas protegidas y el desarrollo del turismo en las mismas	Investigación y pruebas empíricas de cuestionario a expertos de cada parque de 13 preguntas, 6 estructuradas, 3 abiertas y 4 de escala	Se concluyó que debe balancearse beneficios del turismo y en parques de isla y montaña es más difícil poder controlar la cantidad de visitantes	Verifica los principales problemas de administración y entre ellos la importancia y dificultad de controlar la cantidad y ubicación de los visitantes	[X] L. Petrić and A. Mandić, "Visitor management tools for protected areas focused on sustainable tourism development: the Croatian experience," vol. 13, n. 6, pp. 1483-1495, 2014.
Exploring attribution of responsibility for visitor safety in a US national park	L. Rickard, C. Scherer, S. Newman	2011	Aumento de heridas no intencionales dentro de parques nacionales estadounidenses	Prueba empírica de cuestionario a visitantes de un parque nacional con preguntas cerradas de escala likert y preguntas abiertas	Existe una responsabilidad compartida entre usuarios, y los esfuerzos de los cuerpos administradores no deben imposibilitar a los usuarios con gustos por actividades más riesgosas.	Esfuerzos para invitar nuevos usuarios de parques nacionales también tienen que entender como los individuos atribuyen riesgo, es importante reducir riesgo sin afectar la experiencia porque algunos usuarios ven el riesgo como parte de la experiencia de un "parque nacional"	[X] L. Rickard, C. Scherer, y S. Newman, "Exploring attribution of responsibility for visitor safety in a US national park," vol. 13, n. 6, pp. 527-545, 2011, doi: 10.1080/13698575.2011.613983.
Reported fatal and non-fatal incidents involving tourists in Hawaii Volcanoes National Park, 1992-2002	T. W. Heggie	2005	Identificar las principales causas y factores por accidentes sufridos en el Parque Volcánes	Investigación y análisis de datos por medio de reportes de sucesos pasados	Factores que actúan en estas lesiones son el ignorar señales de advertencia, desviación de senderos de áreas no protegidas, práctica de senderismo por la noche, que los turistas se encuentren mal informados y que los turistas padezcan de enfermedades previamente a la visita.	Permite identificar cuáles son los principales riesgos que sufren los visitantes y como disminuirlos	[X] T. W. Heggie, "Reported fatal and non-fatal incidents involving tourists in Hawaii Volcanoes National Park, 1992-2002," Travel Medicine and Infectious Disease, vol. 3, (3), pp. 123-31, 2005. Disponible en: https://www.proquest.com/scholarly-journals/reported-fatal-non-incidents-involving-tourists/docview/1030252943/se-2?accountid=27651 . DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.tmaid.2004.09.004 .
Managing congestion at visitor hotspots using park-level use level data: Case study of a Chinese World Heritage Site	G. Jin-Hui et al.	2019	Exceso de visitantes en puntos de interés dentro de un parque nacional chino.	Prueba empírica por contado de tickets más análisis de información fotométrica.	Los cuerpos gestores pueden enfocarse en ayudar a los visitantes anticipar horas pico, disminuyendo la congestión y, por ende, los riesgos de lesión y daños al ambiente	Permite identificar medios y beneficios de controlar el flujo de usuarios dentro de un parque nacional.	[X] G. Jin-Hui et al., "Managing congestion at visitor hotspots using park-level use level data: Case study of a Chinese World Heritage Site," PLoS One, vol. 14, (7), 2019. Available: https://www.proquest.com/scholarly-journals/managing-congestion-at-visitor-hotspots-using/docview/2264591998/se-2 . DOI: http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0215266 .
Adaptive Management of Visitor Use on Half Dome, An Example of Effectiveness	N. Reigner et al.	2012	Ausencia de estrategias adaptativas para disminuir riesgos por sobrecapacidad en el parque nacional Yosemite	Prueba empírica por análisis de información fotométrica y reiteración de experimentos aplicados.	Identificar patrones para saber cuántas personas se encuentran dentro del parque y en que ubicación, y con ello poder administrar el flujo de personas y disminuir riesgos de incidentes dentro de la región protegida	Permite identificar los beneficios del contado y administración de flujo de usuarios dentro de parques nacionales.	[X] N. Reigner et al., "Adaptive Management of Visitor Use on Half Dome, An Example of Effectiveness," Journal of Park and Recreation Administration, vol. 30, (3), 2012. Available: https://www.proquest.com/scholarly-journals/adaptive-management-visitor-use-on-half-dome/docview/1730141417/se-2?accountid=27651 .

Anexo 3: Esquema de flujo de información en antecedentes

Risks of incidents

Estudio asociado:
Reported fatal and non-fatal incidents involving tourists in Hawaii Volcanoes National Park

Risk perception and attribution

Estudio asociado:
1 - Exploring attribution of responsibility for visitor safety in a US national park
2- Mountains and Handrails: Linking Theories of Attribution, Risk Perception, and Communication to Investigate Risk Management in Three U.S. National Parks

Staff preparation

Estudio asociado:
Resource protection, visitor safety, and employee safety: How prepared is the National Park Service?

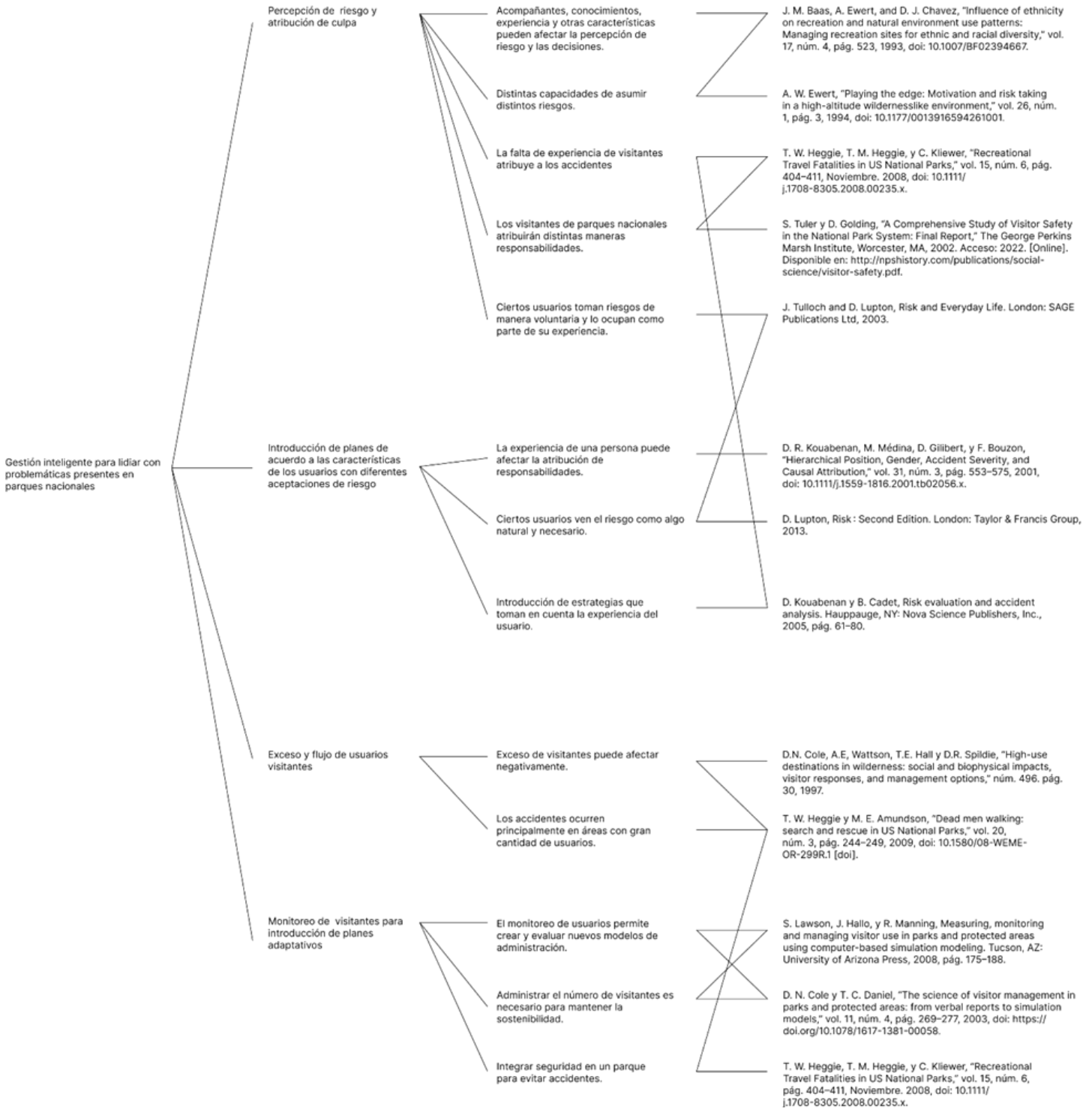
Visitor satisfaction

Estudio asociado:
The Perceived Value in Ecotourism Related to Satisfaction and Loyalty: a Study from Costa Rica

Visitor management tools

Estudio asociado:
1- Visitor management tools for protected areas focused on sustainable tourism development: the Croatian experience
2- Managing congestion at visitor hotspots using park-level use level data
3- Adaptive Management of Visitors

Anexo 4: Índice de marco teórico



Encuesta sobre tendencias en parques nacionales

Nombre: _____

Género: _____

Edad: _____

Introducción: El presente cuestionario es con fines únicamente académicos y tiene la intención de conocer su opinión actual sobre parques nacionales y actividades relacionadas al ecoturismo. Toda la información que comparta a través de esta encuesta es completamente confidencial y se mantendrá discreción.

Marque **la opción** que aplica más a su situación actual:

¿Qué tan frecuente realiza ecoturismo? (Definiendo ecoturismo como “Un viaje responsable a áreas naturales que conservan el ambiente y mejoran el bienestar de la población local.”)

Nunca Muy frecuente

Marque **TODAS** las opciones que aplican a su situación actual:

¿Qué actividades ha realizado previamente en parques nacionales?

- Senderismo
- Fotografía y avistaje
- Escalado
- Acampado
- Viaje en bicicleta/motocicleta
- Actividades extremas (Canopy, Rapel, Parapenting, etc)
- Nadado
- Buceo/Scuba
- Kayaking
- Otra: _____

Marque **TODAS** las opciones que aplican a su situación actual:

¿Qué actividades le gustaría realizar en parques nacionales?

- Senderismo
- Fotografía y avistaje
- Escalado
- Acampado
- Viaje en bicicleta/motocicleta
- Actividades extremas (Canopy, Rapel, Parapenting, etc)
- Nadado
- Buceo/Scuba
- Kayaking
- Otra: _____

Marque **la opción** que aplica más a su situación actual:

¿Cómo clasifica el nivel de riesgo más alto realizando las actividades anteriores en parques nacionales?

Bajo riesgo Alto riesgo

Anexo 5: Plantilla de encuesta Likert 5 a emplear en el proyecto. Página 2.

Marque **la opción** que aplica más a su situación actual:

¿Cómo clasifica su nivel de experiencia realizando las actividades anteriores en parques nacionales?

Novato Muy experimentado

¿Qué tanto le preocupa/molesta que su posición sea monitoreada **solamente** durante la visita a un parque nacional?

No me interesa Me preocupa/molesta demasiado

¿Qué tanto le preocupa/molesta que su posición sea monitoreada **todo el tiempo** en su día a día?

No me interesa Me preocupa/molesta demasiado

¿Qué tan importante es para usted su privacidad (especialmente su ubicación actual)?

No tan importante Extremadamente importante

¿Qué tan común es que realice visitas a parques nacionales **con familiares**?

Poco común Muy común

¿Qué tan común es que realice visitas a parques nacionales **con amigos/conocidos**?

Poco común Muy común

¿Qué tan común es que realice visitas a parques nacionales **solo**?

Poco común Muy común

¿Qué tan importante es para usted la seguridad en parques nacionales?

No tan importante Extremadamente importante

¿Qué tanto confía en los administradores y guardabosques para poder reaccionar a una emergencia que lo involucre?

Completamente desconfiado Muy confiado

¿Qué tan preparado se identifica usted ante una emergencia que sufra en un parque nacional?

Nada preparado Completamente preparado

¿Qué tanto le molesta visitar un área protegida y encontrarse con un exceso de visitantes?

No me molesta Me molesta demasiado

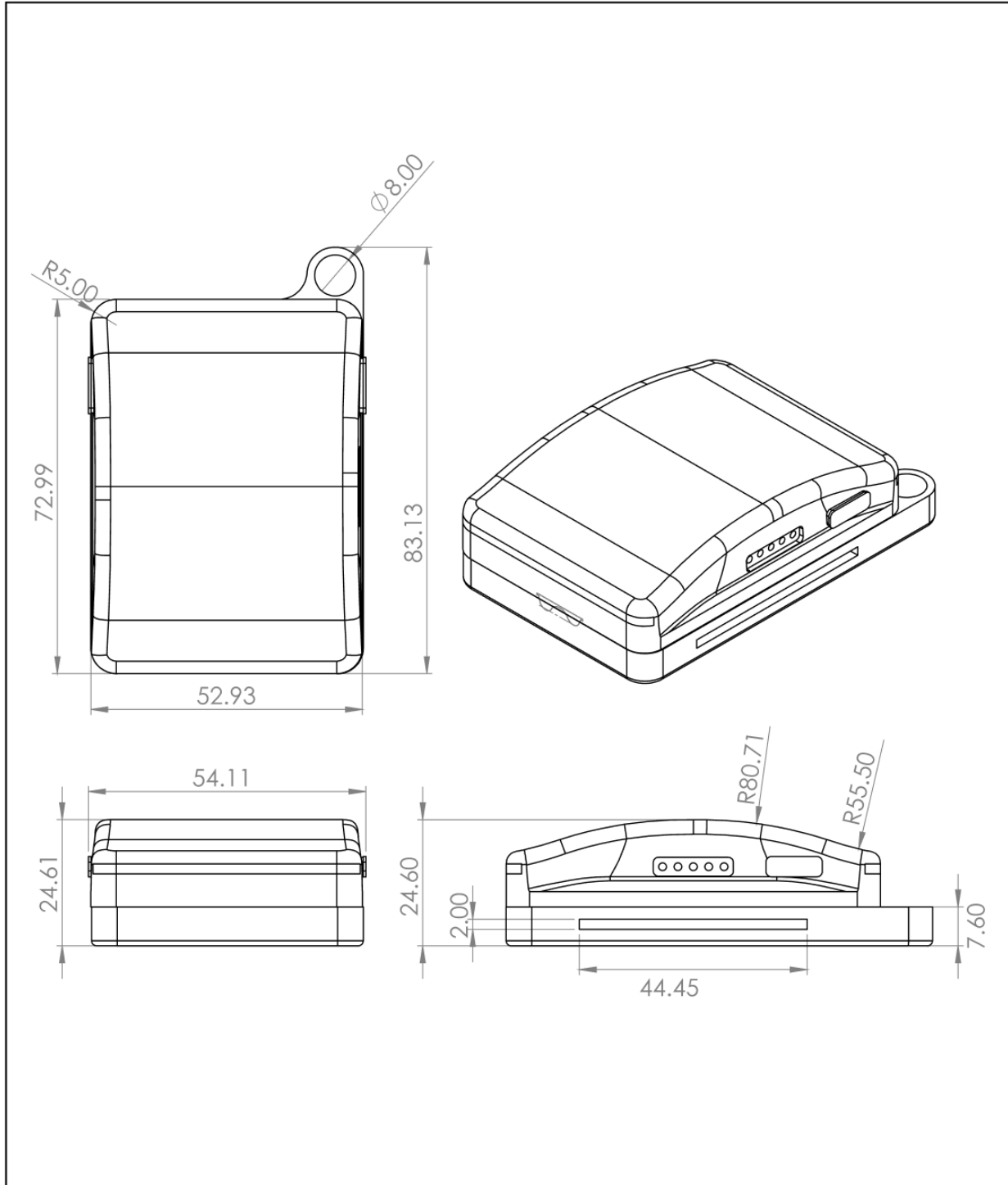
¿Qué tanto le molesta si su posición actual dentro de un parque nacional es compartida en tiempo real con guardabosques?

No me molesta Me molesta demasiado

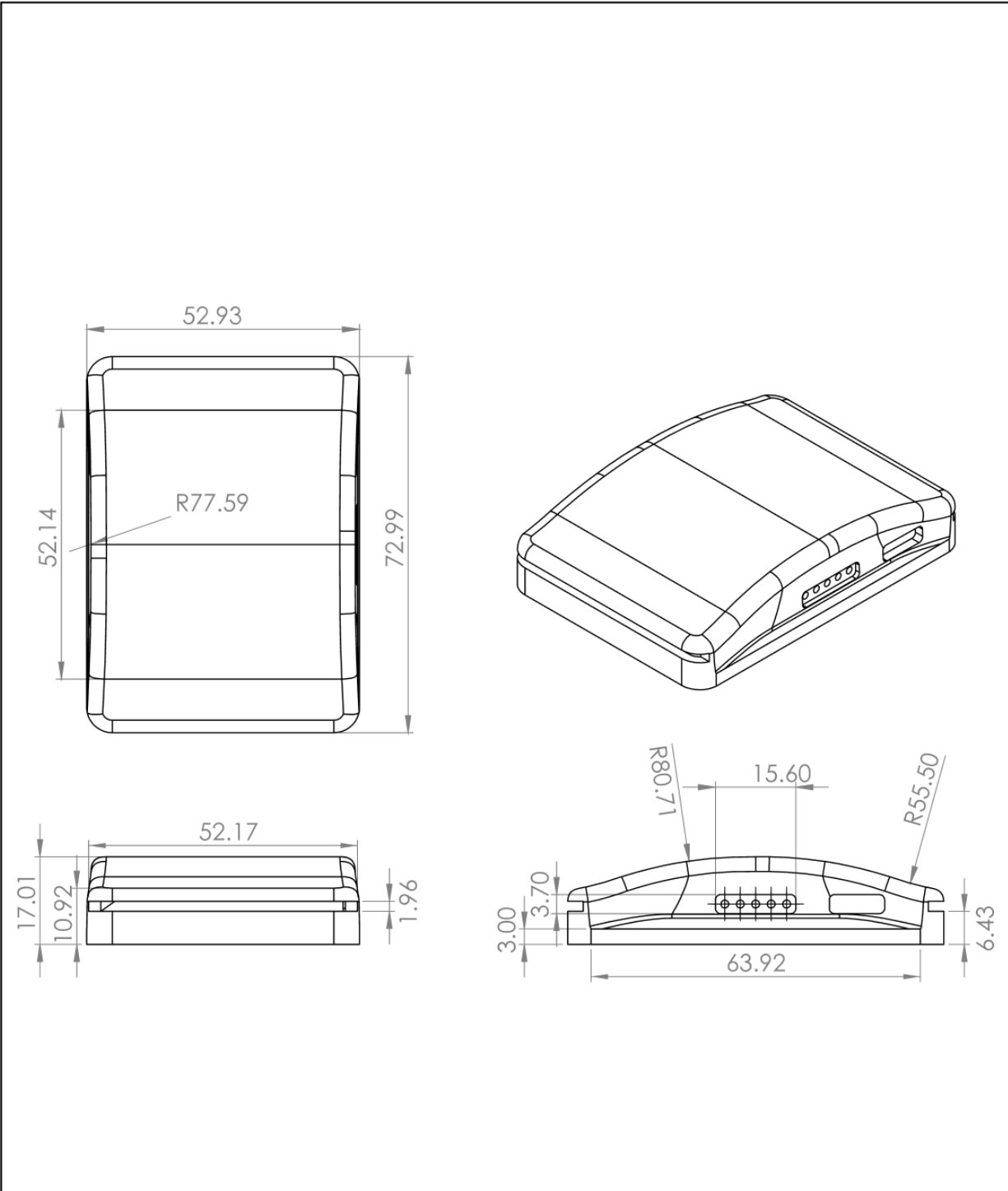
¿Qué tan dispuesto se encuentra a hacer cambios en sus visitas a parques nacionales para mejorar su seguridad?

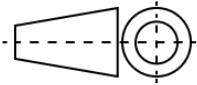
Nada dispuesto Muy dispuesto

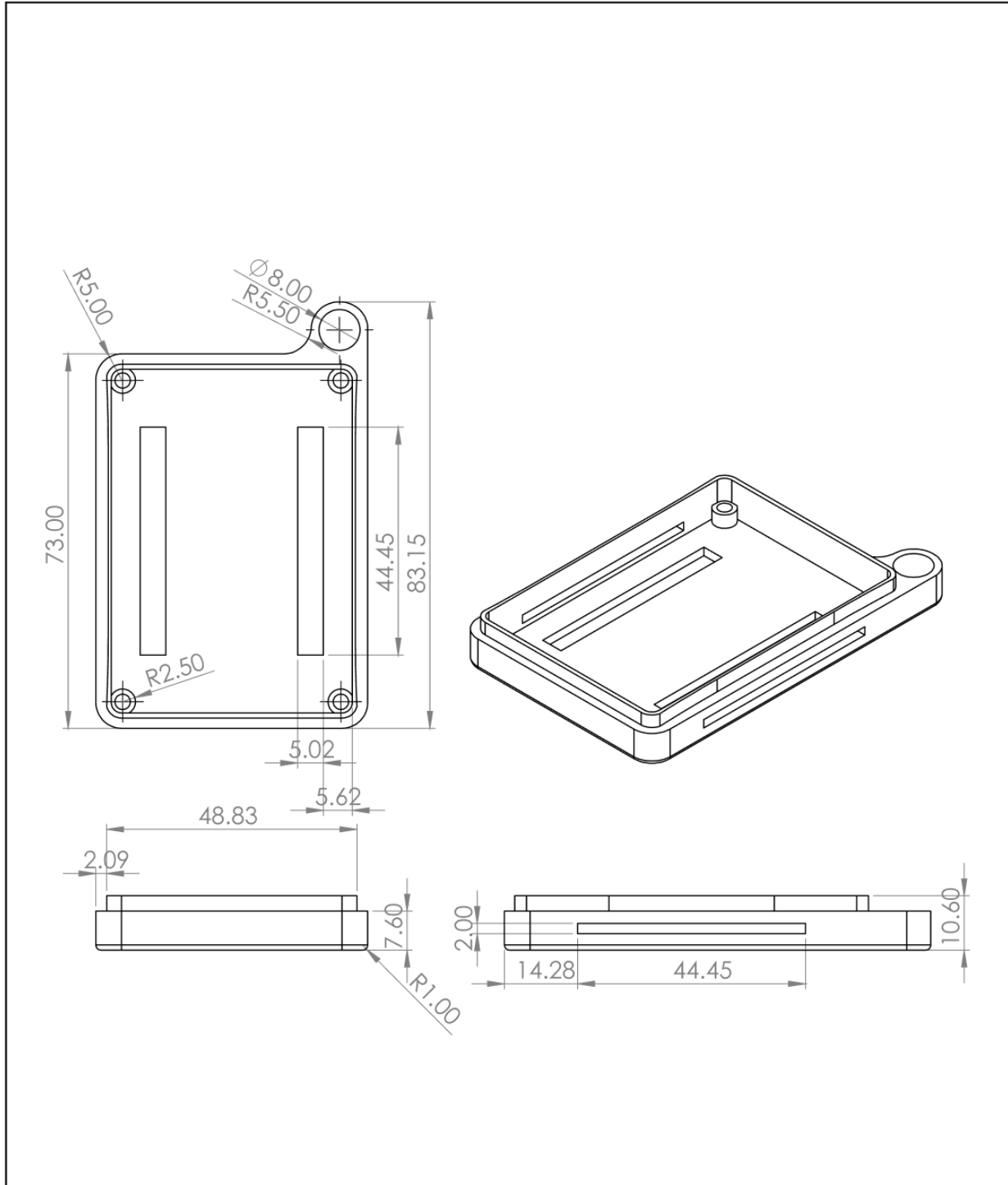
Anexo 6: Planos de fabricación del rastreador. Página 1



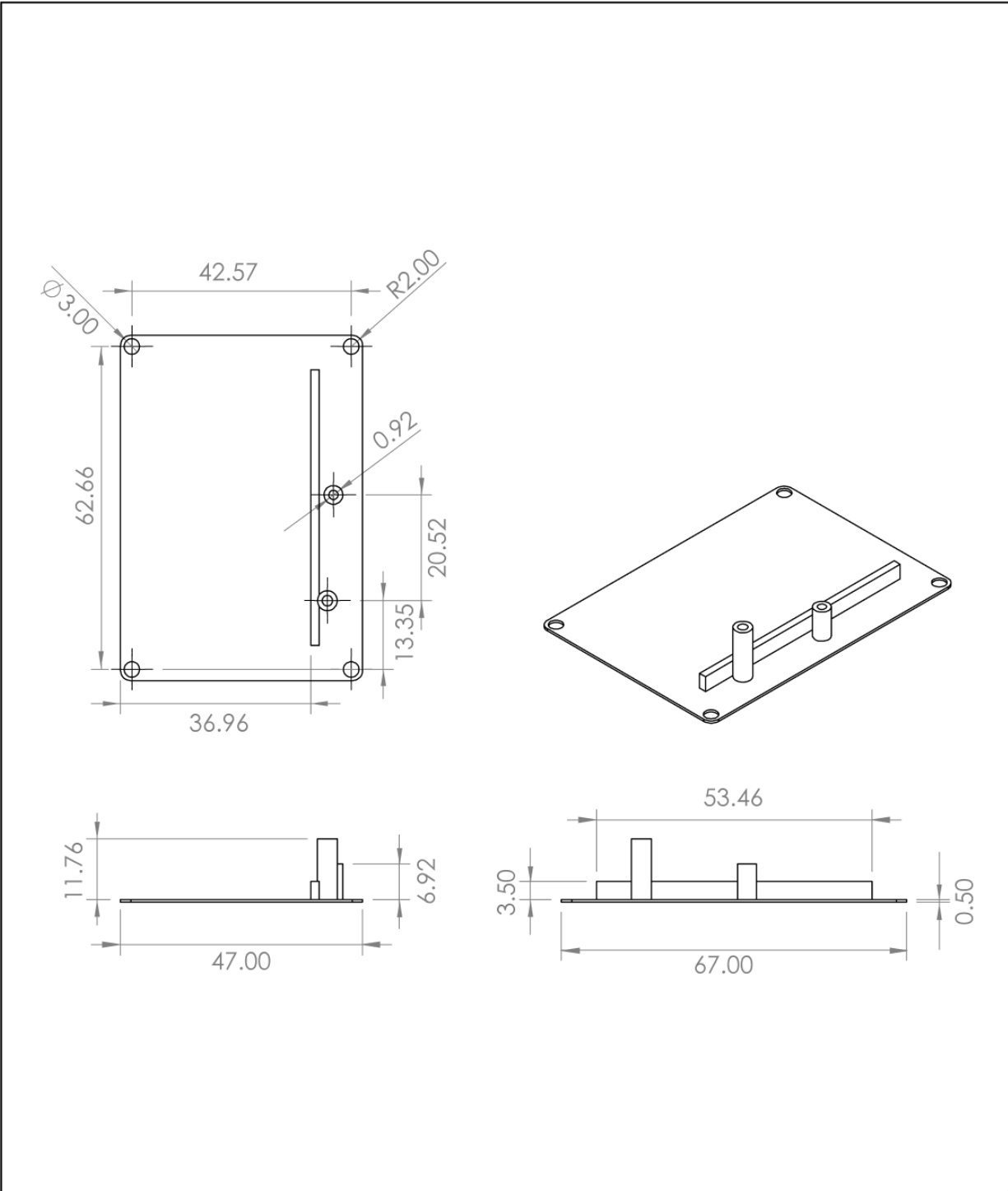
<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Rastreador	
	Ensamble: Rastreador	Curso: Proyecto de graduación
	Unidades: mm	
Proyecto: Hike Buddy - Rastreador	Escala: 1:1	Sistema:
		Lámina: 1 / 9



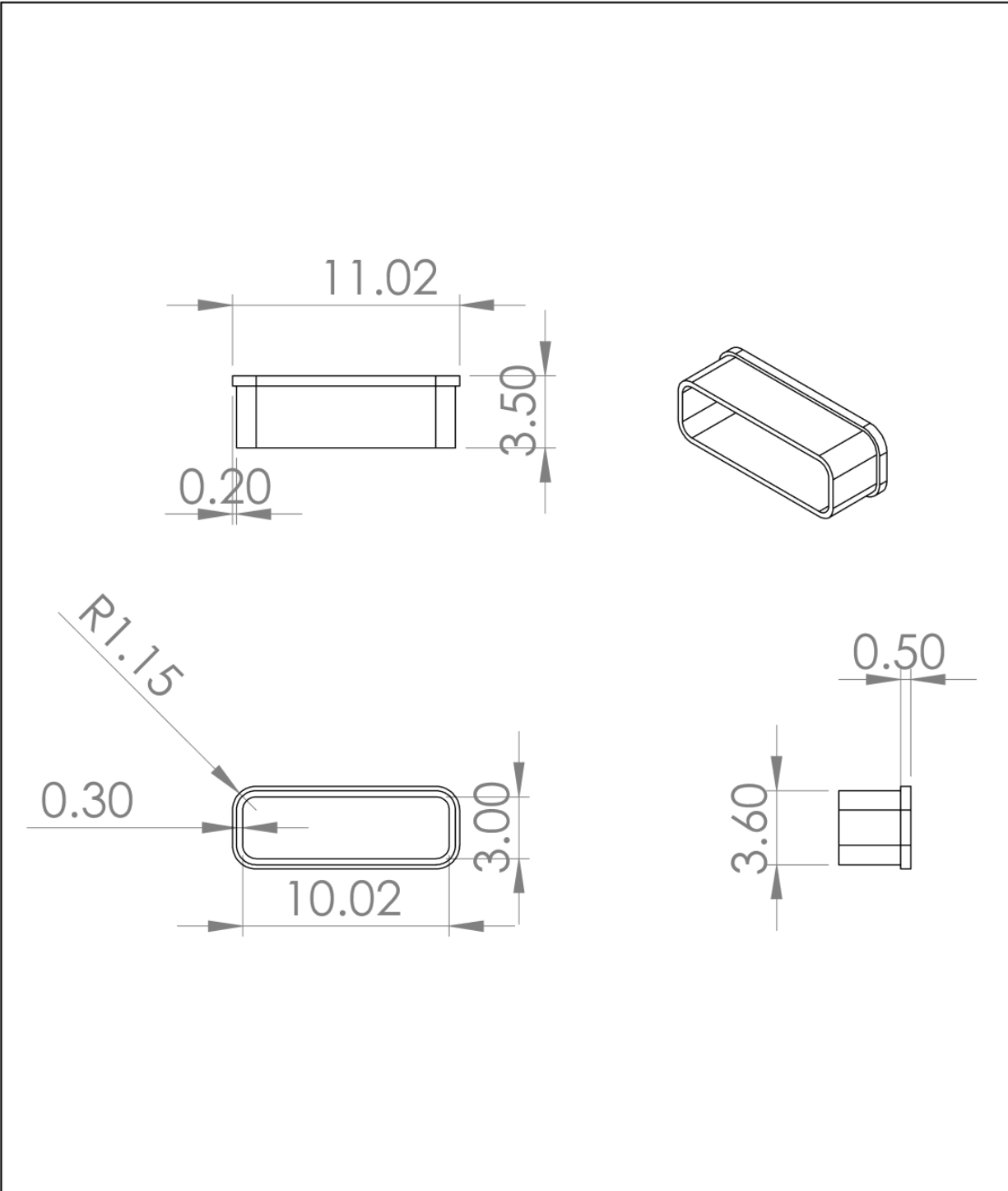
<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Rastreador	
	Piezas: Carcasa superior	Curso: Proyecto de graduación
	Unidades: mm	
Proyecto: Hike Buddy - Rastreador	Escala: 1:1 Sistema: 	Lámina: 2 / 9

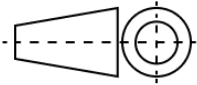


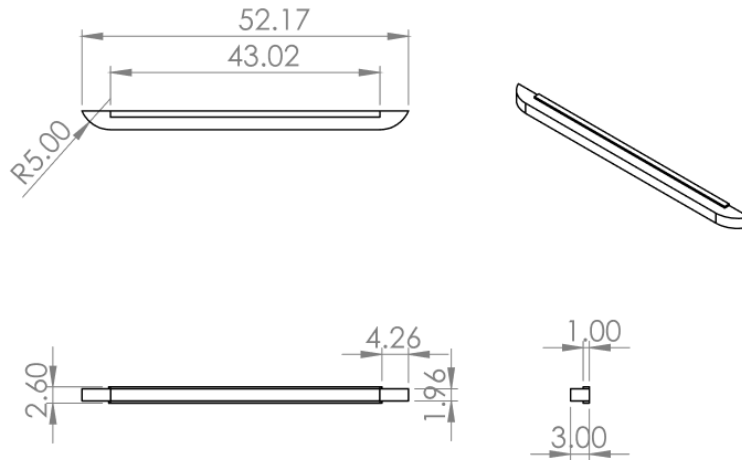
<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Rastreador	
	Piezas: Carcasa inferior	Curso: Proyecto de graduación
	Unidades: mm	
Proyecto: Hike Buddy - Rastreador	Escala: 1:1	Sistema:
		Lámina: 3 / 9

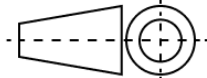


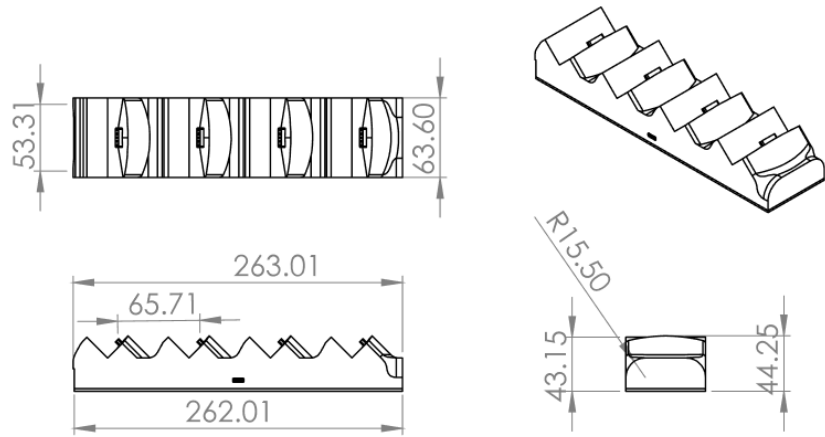
<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Rastreador		
	Piezas: Base	Curso: Proyecto de graduación	
	Unidades: mm		
Proyecto: Hike Buddy - Rastreador	Escala: 1:1	Sistema:	
			Lámina: 4 / 9



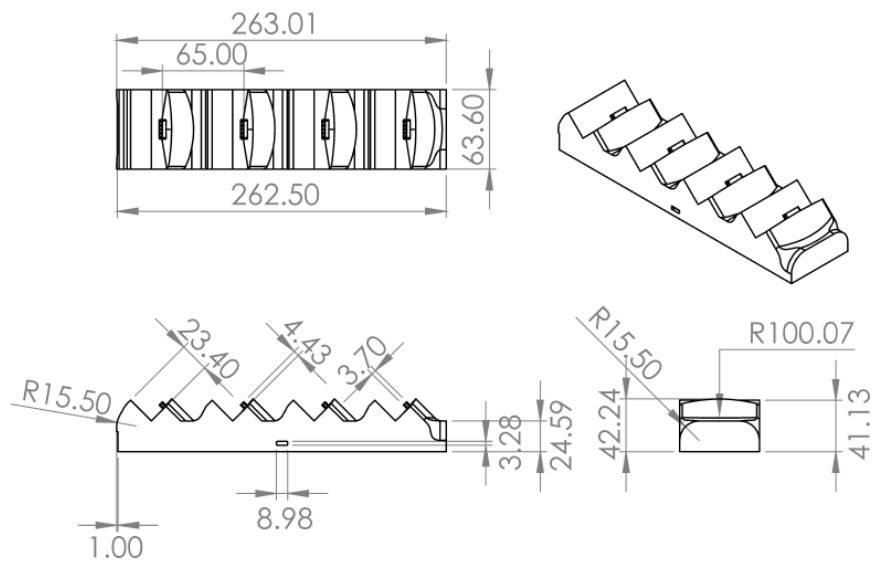
<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Rastreador	
	Piezas: Botón	Curso: Proyecto de graduación
	Unidades: mm	
Proyecto: Hike Buddy - Rastreador	Escala: 2:1	Sistema: 
		Lámina: 5 / 9

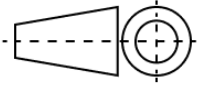


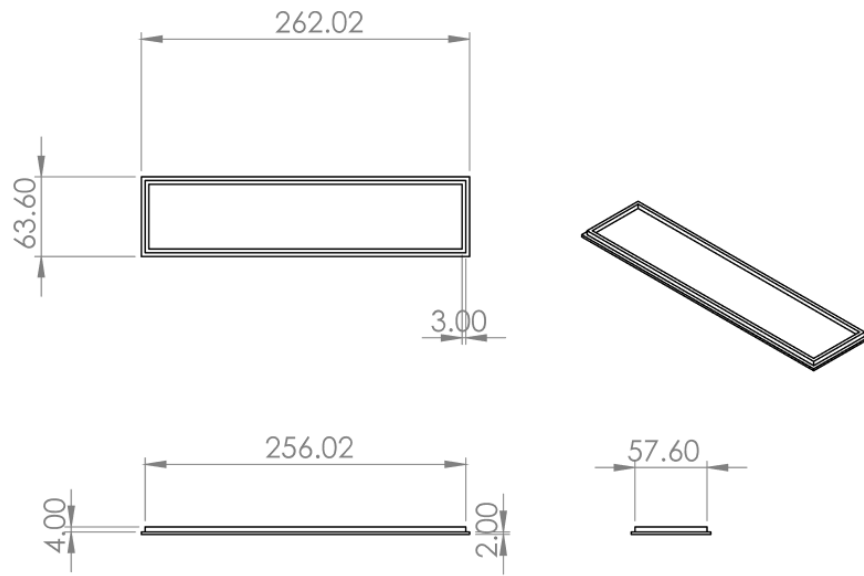
<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Rastreador	
	Piezas: Difusor	Curso: Proyecto de graduación
	Unidades: mm	
Proyecto: Hike Buddy - Rastreador	Escala: 1:1	Sistema: 
		Lámina: 6 / 9

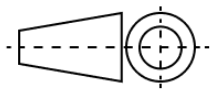


<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Cargador	
	Ensamble: Cargador	Curso: Proyecto de graduación
	Unidades: mm	
Proyecto: Hike Buddy - Cargador	Escala: 1:5	Sistema:
		Lámina: 7 / 9



<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Cargador	
	Piezas: Carcasa superior	Curso: Proyecto de graduación
	Unidades: mm	
Proyecto: Hike Buddy - Cargador	Escala: 1:5	Sistema: 
		Lámina: 8 / 9



<p>TEC Tecnológico de Costa Rica</p> <p>Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ing. en Diseño Industrial</p>	Sistema: Cargador	
	Piezas: Carcasa inferior	Curso: Proyecto de graduación
	Unidades: mm	
Proyecto: Hike Buddy - Cargador	Escala: 1:5 Sistema: 	Lámina: 9 / 9