

# Diseño y desarrollo de una aplicación para generar y descubrir nuevas rutas deportivas

Memoria de Proyecto Final de Máster

**Máster de Aplicaciones Multimedia.** Itinerario profesional

**Autor: Javier Gómez Pose**

Consultor: Mikel Zorrilla Berasategui

Profesor: Asun Muñoz Fernández

Fecha de entrega: 01/2020

## Créditos/Copyright

No se ha tomado una decisión sobre si se va a hacer algún uso de la herramienta todavía, pero si se hace será bajo licencia de código abierto MIT. Créditos y copyright de los diferentes herramientas y servicios utilizados:

- [Map2gpx](#) (MIT license)
- [Font Awesome](#) (SIL OFL 1.1)
- [jQuery](#) (MIT license)
- [jQuery UI](#) (MIT license)
- [Leaflet](#) (BSD 2-clause "Simplified" License)
- [leaflet-control-topcenter](#) (MIT license)
- [Leaflet.MiniMap](#) (BSD 2-clause "Simplified" License)
- [L.EasyButton](#) (MIT license)
- [Leaflet.AwesomeMarkers](#) (MIT license)
- [Leaflet Routing Machine](#) (ISC License)
- [togeojson](#) (BSD 2-Clause "Simplified" License)
- [togpx](#) (MIT License)
- [tokml](#) (BSD 2-Clause "Simplified" License)
- [Leaflet.FileLayer](#) (MIT License)
- [Leaflet Routing Machine / GraphHopper](#) (ISC License)
- [Leaflet Routing Machine / GeoPortail](#) (ISC License)
- [Leaflet Routing Machine / Straight Line](#) (ISC License)
- [Leaflet Control Geocoder](#) (BSD 2-Clause "Simplified" License)
- [Leaflet.TrackDrawer](#) (MIT License)
- [Leaflet.TrackDrawer.FileLayer](#) (MIT License)
- [Leaflet.TrackStats](#) (MIT License)
- [chart.js](#) (MIT license)
- [chartjs-plugin-annotation.js](#) (MIT license)
- [FileSaver.js](#) (MIT license)
- [Leaflet-Wikipedia](#) (ISC license)
- [leaflet-pegman.js](#) (GPL-3.0 license)
- [GraphHopper Routing Engine](#) (Apache License 2.0)
- [API de Strava](#) (Copyright Strava)
- [Strava Heatmap](#) (Copyright Strava)

## FICHA DEL TRABAJO FINAL

<b>Título del trabajo:</b>	<i>Diseño y desarrollo de una aplicación para generar y descubrir nuevas rutas deportivas</i>
<b>Nombre del autor:</b>	<i>Javier Gómez Pose</i>
<b>Nombre del consultor/a:</b>	<i>Mikel Zorrilla Berasategui</i>
<b>Nombre del PRA:</b>	<i>Asun Muñoz Fernández</i>
<b>Fecha de entrega (mm/aaaa):</b>	<i>01/2020</i>
<b>Titulación:</b>	<i>Máster de Aplicaciones Multimedia</i>
<b>Área del Trabajo Final:</b>	<i>Área TFM Profesionalizadora</i>
<b>Idioma del trabajo:</b>	<i>Español</i>
<b>Palabras clave</b>	<i>mapa, ruta, heatmap</i>
<b>Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras):</b> <i>Con la finalidad, contexto de aplicación, metodología, resultados i conclusiones del trabajo.</i>	
Es una aplicación de visualización y creación de rutas para ciclistas o corredores. El usuario podrá visualizar todas las rutas que ha realizado y compartido a través de la red social para deportistas Strava en un único mapa. La aplicación se conectará a la API de Strava para descargar todas las rutas y mostrarlas en el mapa. De esta forma, se podrán ver los caminos y senderos por los que se ha pasado y los que no se han recorrido todavía. Será una aplicación destinada sobre todo a deportistas que se marcan como objetivo crear rutas nuevas que pasen por lugares por descubrir, ofreciendo herramientas para crear nuevas rutas.	
<b>Abstract (in English, 250 words or less):</b>	
It is a visualization and route creation application for cyclists or runners. The user can view all the routes he has made and shared through the social network for Strava athletes on a single map. The application will connect to the Strava API to download all routes and display them on the map. In this way, you can see the roads and paths you have passed and those you have not yet traveled. It will be an application aimed primarily at athletes who aim to create new routes that go through places to discover, offering tools to create new routes.	

## Resumen

El proyecto es una aplicación de visualización y creación de rutas para ciclistas o corredores. El usuario podrá visualizar todas las rutas que ha realizado y compartido a través de la red social para deportistas Strava en un único mapa. La aplicación se conectará a la API de Strava para descargar todas las rutas y mostrarlas en el mapa. De esta forma, podrá ver los caminos y senderos por los que ha pasado y los que no ha recorrido todavía. Será una aplicación destinada sobre todo a deportistas que se marcan como objetivo crear rutas nuevas que pasen por lugares por descubrir.

Además, el usuario podrá visualizar diferentes estilos de mapas basados en OpenStreetMap (mtbmap, hikebike, opentopomap) , mapas de satélite (Google, Esri, Pnoa, GeoEuskadi) y overlays (sombras de altitud, mapas de calor de Strava, mapas de PR y GR, vías para bici, etc.). Cada uno de estos recursos será de utilidad al usuario en función del tipo de actividad que realice. Por ejemplo, un ciclista de montaña, seguramente, preferirá usar OpenStreetMap con estilo mtbmap junto a superposiciones de calor de Strava de ciclismo y rutas PR y GR. Sin embargo, un montañero, probablemente, preferirá opentopomap alternando con vistas de satélite.

Finalmente, la aplicación permitirá crear una ruta automática similar a las generadas por Google Maps, que todos conocemos, pero sobre los mapas de OpenStreetMap. También, se podrá visualizar un gráfico de elevación para que el usuario pueda hacerse una idea del esfuerzo que supondrá la ruta calculada.

## Abstract

The project is a visualization and route creation application for cyclists and runners. The user will be able to view all the routes he has made and shared in Strava, a social network for athletes, on a single map. The application will connect to Strava API to download all routes and display them on a map. This way, it will show all the roads and paths the user went through and those has not yet traversed. It will be an application aimed primarily at athletes who want to create new routes that go through places to discover.

In addition, the user will be able to visualize different styles of maps based on OpenStreetMap (mtbmap, hikebike, opentopomap), satellite maps (Google, Esri, Pnoa, GeoEuskadi) and overlays (altitude shadows, Strava heat maps, PR maps and GR, bike paths, etc.). Each of these resources will be useful to the user depending on the type of activity performed. For example, a mountain biker will surely prefer to use OpenStreetMap with mtbmap style, alongside with Strava's heat and overlays for cycling and PR and GR routes. However, a mountaineer will probably prefer opentopomap alternating with satellite views.



Finally, the application will allow you to create an automatic route, similar to those generated by Google Maps, which we all know, but using maps of OpenStreetMap. Also, a graph of elevation will be visualized so that the user can get an idea of the effort that the calculated route will entail.

## **Palabras clave**

*mapas, web app, rutas, geoposicionamiento, heatmap (mapa de calor), API, leafletjs, actividades, map tiles, WMS, mapas de elevación, OpenStreetMap, Strava, GeoEuskadi, Mapbox, GraphHopper, openrouteservice, gpx, geojson*

# Índice

<b>Capítulo 1: Introducción</b> .....	<b>9</b>
<b>1. Objetivos generales</b> .....	<b>10</b>
1.1 Objetivos principales.....	10
1.2 Objetivos secundarios .....	11
<b>2. Metodología y proceso de trabajo</b> .....	<b>12</b>
2.1 Análisis de requisitos.....	12
2.2 Estudio de documentación: libraries y APIS.....	13
2.3 Diseño de interfaz gráfica .....	13
2.4 Creación de prototipo simple: mapa.....	13
2.5 Integración de Strava en mapa: .....	13
2.6 Integración de mapas de calor de Strava:.....	13
2.7 Mejoras en mapas: múltiples mapas .....	13
2.8 Ajustes para aplicaciones móviles.....	14
2.9 Integración de creador de rutas Leaflet Routing Machine.....	14
2.10 Integración de mejoras funcionales .....	15
2.11 Integración de nuevo creador de rutas: Map2gpx .....	15
2.12 Integración de visualizador de fotos de Wikimedia geoposicionadas .....	16
2.13 Integración de leaflet-pegman .....	17
2.14 Mejoras en mapas .....	18
2.15 Mejoras en interfaz .....	18
<b>3. Planificación</b> .....	<b>19</b>
<b>4. Presupuesto</b> .....	<b>21</b>
<b>Capítulo 2: Análisis</b> .....	<b>23</b>
<b>1. Estado del arte</b> .....	<b>23</b>
1.1 Mercado de dispositivos electrónicos de entrenamiento.....	23
1.2 Mercado de software de entrenamiento.....	24
1.3 Introducción a Strava. Red social en el deporte.....	24
1.4 Otras aplicaciones de creación de rutas .....	28
<b>2. Análisis del mercado</b> .....	<b>31</b>
<b>3. Público objetivo y perfiles de usuario</b> .....	<b>32</b>
<b>Capítulo 3: Diseño</b> .....	<b>33</b>
<b>1. Arquitectura general de la aplicación</b> .....	<b>33</b>

<b>2. Diseño gráfico e interfaces .....</b>	<b>34</b>
<b>3. Lenguajes de programación y APIs utilizadas.....</b>	<b>37</b>
3.1 Software .....	37
3.2 APIs de terceros, complementos, plug-ins .....	37
<b>Capítulo 4: Implementación .....</b>	<b>41</b>
<b>1. Requisitos e instrucciones de instalación .....</b>	<b>41</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>42</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>48</b>
<b>Currículum Vitae .....</b>	<b>48</b>
Experiencia.....	48
Formación: .....	49

## Figuras y tablas

### Índice de figuras

Figura 1. Mapa de actividades de ciclismo de usuario premium .....	10
Figura 2. Buscador de puntos de ruta .....	14
Figura 3. Añadir puntos de ruta .....	14
Figura 4. Gráfico de elevaciones .....	15
Figura 5. Aspecto del nuevo creador de rutas con su gráfico de elevaciones .....	16
Figura 6. visualizador de fotos de Wikimedia geopositionadas .....	17
Figura 7. Panorámica de Google Street view .....	17
Figura 8. Modelos de smartwatch.....	23
Figura 9. <b>Feed</b> de recorridos del usuario de la app. El usuario podrá ver todas las actividades registradas. Se puede observar que se han adjudicado kudos a la actividad, que son como los likes que otorgan otros usuarios a tu actividad.....	25
Figura 10. Al pulsar en una actividad se puede acceder a los <b>detalles y datos de la actividad</b> . En una primera pantalla se ve el título, descripción, mapa con la ruta realizada, fotos y datos generales. ....	25
Figura 11. Si hacemos scroll en la pantalla anterior vemos los <b>logros en diferentes segmentos</b> de esa actividad. Este es el aspecto más destacable de Strava, ya que hace que pequeños segmentos de recorrido se puedan convertir en competición contra resultados anteriores que uno mismo realizó en ese recorrido o contra los logros de otras personas de la red de Strava. ....	26
Figura 12. En esta pantalla se muestra el <b>detalle de un segmento</b> . Strava o un usuario ha creado ese segmento. Suelen ser distancias cortas en las que se incita al usuario a mejorar resultados anteriores y hacerlo más rápido. ....	26
Figura 13. Si hacemos scroll en la pantalla anterior, se observa el <b>ranking en ese segmento</b> de todo el tiempo, del año actual, de personas de tu misma edad, etc. ....	27
Figura 14. Al pulsar en el botón <b>Analysis</b> , se accede a gráficas sobre la actividad, como elevación, velocidad y otras que sólo son accesibles si se es usuario de pago.....	27
Figura 15. Constructor de rutas de Strava.....	28
Figura 16. Comparación de detalle entre OpenStreetMap y la versión usada de OpenStreetMap por Garmin....	29
Figura 17. Vista de todas las rutas de un usuario de Strava sobre un mapa .....	31
Figura 18. Visualización de la aplicación en una ventana de navegador de escritorio .....	34
Figura 19. Visualización de la aplicación en un móvil en vertical .....	35
Figura 20. Visualización de la aplicación en un móvil en horizontal .....	35
Figura 21. Visualización de la aplicación en una tablet.....	36
Figura 22. Análisis de diferentes capas junto a ruta previamente realizada .....	40

### Índice de tablas

Tabla 1: Planificación.....	20
Tabla 2: Presupuesto desarrollo.....	22
Tabla 3: Presupuesto mantenimiento .....	22

# Capítulo 1: Introducción

El aficionado al ciclismo de montaña tiene una gran oferta de aplicaciones para medir su rendimiento, pero no existe ninguna que le permita buscar nuevas rutas y recorrer lugares no visitados, paisajes, ermitas, valles, ríos, cimas, cascadas, bosques y demás tesoros de la naturaleza. El interés del autor por crear una herramienta que ofrezca esta posibilidad se debe a residir en Bermeo, lugar situado en la reserva de la Biosfera de Urdaibai y el biotopo Protegido de San Juan de Gaztelugatxe, y trabajar en Vitoria-Gazteiz, encontrándose en el camino el Parque Natural de Urkiola y el Parque Natural del Gorbea.

Sin embargo, el interés de la mayor parte de los aficionados al ciclismo de montaña es de tipo competitivo, buscando mejorar los tiempos y el rendimiento. Explotando este interés nacieron aplicaciones para hacer un seguimiento de las actividades deportivas y para medir el rendimiento frente a otros usuarios. La más importante de estas redes es Strava, en la que los usuarios comparten los datos de sus actividades físicas y la aplicación devuelve el ranking frente a otros usuarios que han corrido por el mismo trazado.

Al igual que el autor de esta aplicación, existen otro tipo de deportistas que no tienen ningún interés en datos de rendimiento, mediciones de esfuerzo, pulsaciones, velocidad, carga de entrenamiento, VO2, y demás datos sobre la actividad física, ya que no practican deportes al aire libre con un espíritu competitivo, sino para realizar deporte, descubrir nuevos paisajes y disfrutar de la naturaleza. Para este tipo de deportistas está realizada esta aplicación.

Strava y las demás aplicaciones de seguimiento de la actividad deportiva permiten grabar las rutas realizadas de la actividad deportiva pero no muestran en un único mapa todas las rutas realizadas. Después de cientos de salidas en bici desde casa es difícil para un deportista 'outdoor' encontrar nuevos lugares en su entorno, por lo que un mapa que muestre todas sus rutas será de gran ayuda al usuario con un espíritu más explorador.

Dentro de las aplicaciones de mapas, la más popular es Google Maps, a la cual intentan hacer competencia otras como Bing Maps, de Microsoft, Apple Maps, etc. Aunque todos estos mapas funcionan muy bien para uso en la red de carreteras nacionales y comarcales, son casi inútiles para la orientación en vías forestales y senderos. Para este uso, todas las aplicaciones usan los mapas de OpenStreetMap, ya que es un mapa mucho más completo que Google Maps, es completamente gratuito y puede ser mejorado por cualquier usuario.

## 1. Objetivos generales

Strava es una excelente aplicación para hacer un seguimiento del progreso del rendimiento deportivo y para incentivar el espíritu competitivo. Sin embargo, a pesar de poseer una cantidad ingente de información sobre senderos y caminos, como no posee ninguna otra aplicación, no ofrece una herramienta de calidad para explorar nuevos lugares y dar un mejor provecho a esa información. Con una cuenta de pago se ofrece la creación de un mapa de calor de las actividades del usuario pero no es más que una imagen sin ningún tipo de interacción.



Figura 1. Mapa de actividades de ciclismo de usuario premium

Existen numerosas aplicaciones para crear rutas, cada una con sus virtudes y defectos, pero ninguna enfocada específicamente en la exploración de nuevas rutas. Nuestro **objetivo principal** será crear una aplicación para la exploración de **nuevas rutas** para deportistas que ofrezca los siguientes recursos:

### 1.1 Objetivos principales

- **Mapas:** uso de diferentes tipos de mapas para que cada usuario pueda utilizar el que mejor se adapte al tipo de actividad que realiza o al tipo de ruta que vaya a utilizar, ciclismo, turismo, montañismo, etc.
- **Capas de información adicional:** posibilidad de carga de servicios de información adicional, como por ejemplo visualización de rutas de montaña o de vías para bicis, mapa de calor de strava, sombras de elevación, y servicios de mapas ofrecidos por administraciones autonómicas a través de servicios WMS o WCS.

- **Visualización de rutas realizadas:** se podrán cargar las rutas guardadas en Strava.
- **Escritorio:** se debe poder usar en el ordenador, que es donde de forma más cómoda se puede planificar una ruta.
- **Móvil:** aplicación compatible con dispositivos móviles para poder ser usada en rutas.
- **Geoposicionamiento:** centrar el mapa en la posición del usuario para poder ser usado en ruta.
- **Creación de rutas:** basadas en mapas de OpenStreetMap. Se verá cuando se trabaje con mapas por qué OpenStreetMap es el mejor mapa para la creación de rutas de montaña.

## 1.2 Objetivos secundarios

Objetivos adicionales que enriquecen el TF.

- guardar la ruta creada en formato GPX para usar en un dispositivo GPS
- Mostrar elevación de la ruta
- Mostrar detalles de las rutas de strava y enlace la ruta en Strava.
- **Visualización de imágenes de un punto del mapa:** mostrar imágenes de wikimedia commons o de Google images de un lugar del mapa para descubrir paisajes interesantes en ese sitio
- **Mostrar información de monumentos**
- **Buscador de lugares**
- **Informe de las rutas realizadas**
- **Creación de aplicación con Cordova** para publicar en Google Play y Apple Store

## 2. Metodología y proceso de trabajo

### PEC 3. Entrega 1

---

#### 2.1 Análisis de requisitos

El análisis de requisitos consistió en la recopilación de los recursos y documentación de cada una de las funciones que debe realizar la aplicación.

Se analizaron y seleccionaron todos los recursos a usar en esta fase del proyecto a excepción del sistema de creación de rutas. El sistema de creación de rutas, que corresponde a la PEC 4, es muy importante y no se consiguió valorar el más idóneo para el proyecto en esta fase.

- **Modelos de mapas y funcionamiento:** Se analizan los diferentes servicios de mapas existentes y la posible integración en la aplicación mediante los protocolos (TMS, WMS) o APIs que suministran
  - OpenStreetMap (OSM) [1]: Se revisan los diferentes estilos que suministra y la documentación de desarrollo. Existen diferentes estilos y layers basados en OSM que usaremos en el proyecto. Protocolo similar a TMS.
  - Google Maps [2]: Se revisó la documentación de la api de javascript de Google Maps. En un principio se valoró no incluirla, ya que es de pago, no es open source y no ofrece información de caminos. Finalmente, se añadió porque se decidió añadir en la siguiente fase acceso a google street maps y fotos. Se debe usar con discreción ya que lleva asociada tarjeta de crédito.
  - Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) [3]: los mapas ofrecidos por el gobierno de España a través de protocolo WMS.
  - Instituto Geográfico Nacional (IGN) [4]: revisión de los recursos que ofrece el IGN. Oferta de gran cantidad de servicios de visualización mediante protocolos WMS y WMTS, pero que ya están cubiertos por otros recursos.
  - GeoEuskadi [5]: se usará para suministrar datos de mayor precisión en Euskadi, ya que es el área de mayor interés del autor de la aplicación. Ofrece acceso a datos mediante protocolo WMS.
- **Análisis de bibliotecas de visualización de mapas:** Aunque la biblioteca de visualización de mapas más popular es Leaflet se revisaron otras opciones ya que la decisión de la biblioteca a utilizar es crítica ya que la programación de la app se realizará sobre la API de la biblioteca y será vinculante para todo el desarrollo.
  - Leaflet [6]: la principal candidata y la elegida después de descartar el resto
  - OpenMapTiles [7]
  - OpenLayers [8]
- **Sistema de creación de rutas:** No se ha encontrado todavía la solución ideal y se ha quedado pendiente el análisis para la siguiente fase. Los sistemas que se están analizando son los siguientes:
  - OpenTripPlanner. [9]



- GraphHopper Routing Engine. [10]
- BRouter. [11]
- OptaPlanner. [12]
- Valhalla. [13]
- Mapbox. [14]

## 2.2 Estudio de documentación: libraries y APIS

**Visualización de mapas. Leaflet:** Estudio de API de Leaflet y revisión de plugins ofrecidos por la comunidad

**Mapas:** OpenStreetMap y plugins suministrados por Leaflet para la integración de los mapas

**API de Strava [15]:** Estudio de API de Strava para usar en la visualización de datos de rutas realizadas por el usuario

## 2.3 Diseño de interfaz gráfica

La interfaz se basa en la interfaz que suministra Leaflet ajustada al 100% de ancho y alto de la ventana del navegador.

Se puede acceder a la app de la primera versión en: <https://poselab.com/unimapsv1/>

## 2.4 Creación de prototipo simple: mapa

Desarrollo con Leaflet cargando un único mapa para iniciarse en el trabajo con esta biblioteca.

## 2.5 Integración de Strava en mapa:

La parte más compleja de programar de esta PEC que se puede ver en el primer bloque de programación del archivo script.js de la app.



Conexión a Strava: usar la cuenta creada de prueba con los datos de acceso: usuario: [uocunimaps@gmail.com](mailto:uocunimaps@gmail.com), contraseña: unimaps123. Esta cuenta tiene diversas rutas realizadas por el autor pero sin fotos, ni detalles de otro tipo.



Descargar rutas realizadas



Informe de rutas



Ocultar/mostrar rutas



Desconectar

Al pasar el ratón sobre cada ruta se cambia de color y se muestra un popup con el nombre de la ruta y enlace a la ruta en Strava.

## 2.6 Integración de mapas de calor de Strava:

Esta fase y la siguiente, originalmente planificadas para la PEC 4, se han realizado en la PEC 3 ya que se ha observado que la integración de un sistema de creación de rutas va a ser una tarea bastante compleja.

## 2.7 Mejoras en mapas: múltiples mapas

Añadidos más mapas, overlays, Google Maps y mapas de GeoEuskadi mediante WMS.

## 2.8 Ajustes para aplicaciones móviles

Ajustada la aplicación para ser usada como webapp tanto para acceso desde navegador como para agregarse a la pantalla de inicio del móvil. En este caso se verá a pantalla completa sin la barra de direcciones del navegador. Se ha añadido un control de geoposicionamiento, útil cuando se está en una salida.

## PEC 4. Entrega 2

### 2.9 Integración de creador de rutas Leaflet Routing Machine

Para integrar un creador de rutas se valoró el usar una library de leaflet o crear una a medida que usara alguno de los servicios de generación de rutas que ya se había examinado en la PEC anterior. Finalmente, se observó que crear una library a medida sería una tarea enorme y se optó por el mejor plugin que hay para leaflet, Leaflet Routing Machine [1].

Leaflet Routing Machine es un gran ruteador que permite hacer búsquedas, añadir puntos inicial, final, intermedios, eliminar puntos, etc. y que además proporciona una API de desarrollo bastante completa, pero también bastante compleja.

Se ha creado una nueva versión de la aplicación para esta PEC para que se puedan ver los cambios y la evolución entre ambas versiones:

<https://poselab.com/unimapsv2>

La herramienta ofrece dos formas de crear una nueva ruta. La primera directamente sobre el mapa, pulsando sobre un punto en el mapa se mostrará un tooltip que ofrecerá la opción de insertar el punto de inicio de la ruta o el punto de destino. La segunda forma de crear ruta, será buscando un lugar de origen y uno de



destino de la ruta en los inputs que aparecen al pulsar sobre el icono de la herramienta.

Por ejemplo, para buscar la ruta más óptima entre Bermeo y Gernika, se escribe Bermeo en el primer input y se pulsa Enter. Se mostrarán diferentes opciones para seleccionar como punto de origen y habrá que seleccionar la más adecuada. En el segundo input, después de escribir Gernika y pulsar Enter, se mostrarán sugerencias y una vez



Figura 2. Buscador de puntos de ruta

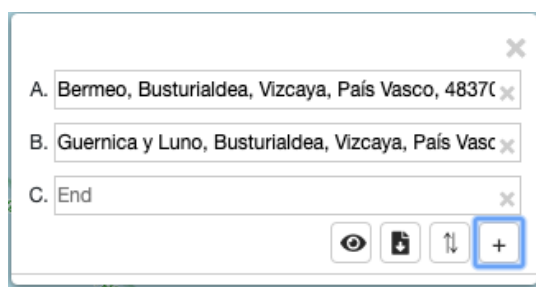





Figura 3. Añadir puntos de ruta

seleccionada la más adecuada se generará la ruta más óptima entre las dos poblaciones.

Se pueden añadir puntos adicionales desde este panel pulsando en el botón + o directamente pulsando sobre la ruta y moviendo el punto generado a la posición que se desee.

## 2.10 Integración de mejoras funcionales

Haciendo uso de la API se han realizado ciertas mejoras al creador de rutas añadiendo los siguientes botones:

- : este icono permite ocultar y mostrar la ruta para visualizar los detalles del mapa que puede estar tapando.
- : al pulsar este icono se leen los datos de la ruta generada y mediante la library togpx [\[2\]](#) se genera un archivo en formato gpx para descargar y poder enviar a un dispositivo (móvil, GPS, etc.) para poder ser usada la ruta posteriormente. El generador de rutas trabaja internamente en formato geojson, y esta library lo convertirá a gpx, que es el formato más popular de las aplicaciones y dispositivos de seguimiento de rutas.
- : Este botón invierte la dirección de la ruta, útil para volver al punto de inicio.

Además, se ha conectado el creador de rutas a la library Leaflet.Elevation [\[3\]](#) para mostrar un perfil de elevación de la ruta. El servicio usado para el cálculo de la elevación es Openrouteservice [\[4\]](#) y a veces suele fallar porque el consumo de datos permitido para cuentas gratuitas es limitado. En el archivo gpx descargable se podría haber añadido la elevación pero como este servicio falla si el consumo diario excede de la cuota se ha dejado en la consola del navegador.

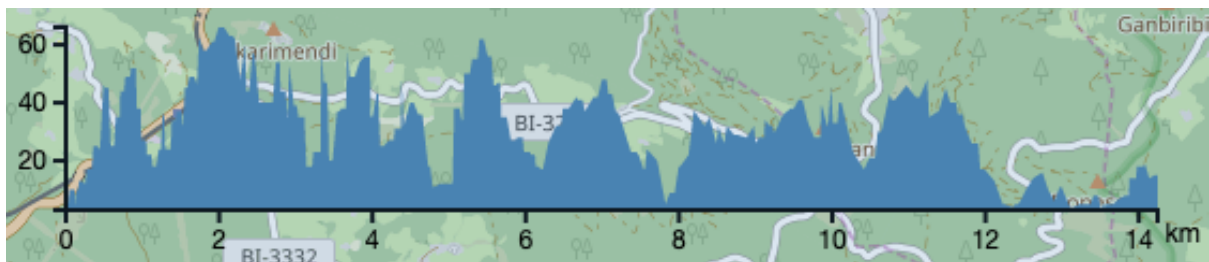


Figura 4. Gráfico de elevaciones

## PEC 5. Entrega 3

---

### 2.11 Integración de nuevo creador de rutas: Map2gpx

En la anterior PEC se integró el creador de rutas Leaflet Routing Machine pero no incorporaba todas las funcionalidades que se consideraban necesarias para el proyecto. Tras una nueva búsqueda, se localizó el proyecto Map2gpx que se adapta perfectamente a las necesidades del proyecto. Map2gpx es un creador de rutas específicamente orientado a la creación de rutas de montaña. Está basado en Leaflet Routing Machine y nos permite alternar la creación de rutas automáticas con rutas manuales,

que es uno de los requisitos imprescindibles que se consideraba que debía tener el creador de rutas para este proyecto.

Además, Map2gpx incorpora otras herramientas de gran utilidad como: creación de puntos de interés; rutas multitrack, rehacer; deshacer; descarga de la ruta creada en diferentes formatos; importación de rutas; exportación a formatos gpx, kml y geojson; volver al punto de origen; etc.

Se han realizado ajustes al creador de mapas para mejorar el ajuste en el proyecto, como por ejemplo que solo sea visible el gráfico de elevación si hay una ruta activa.

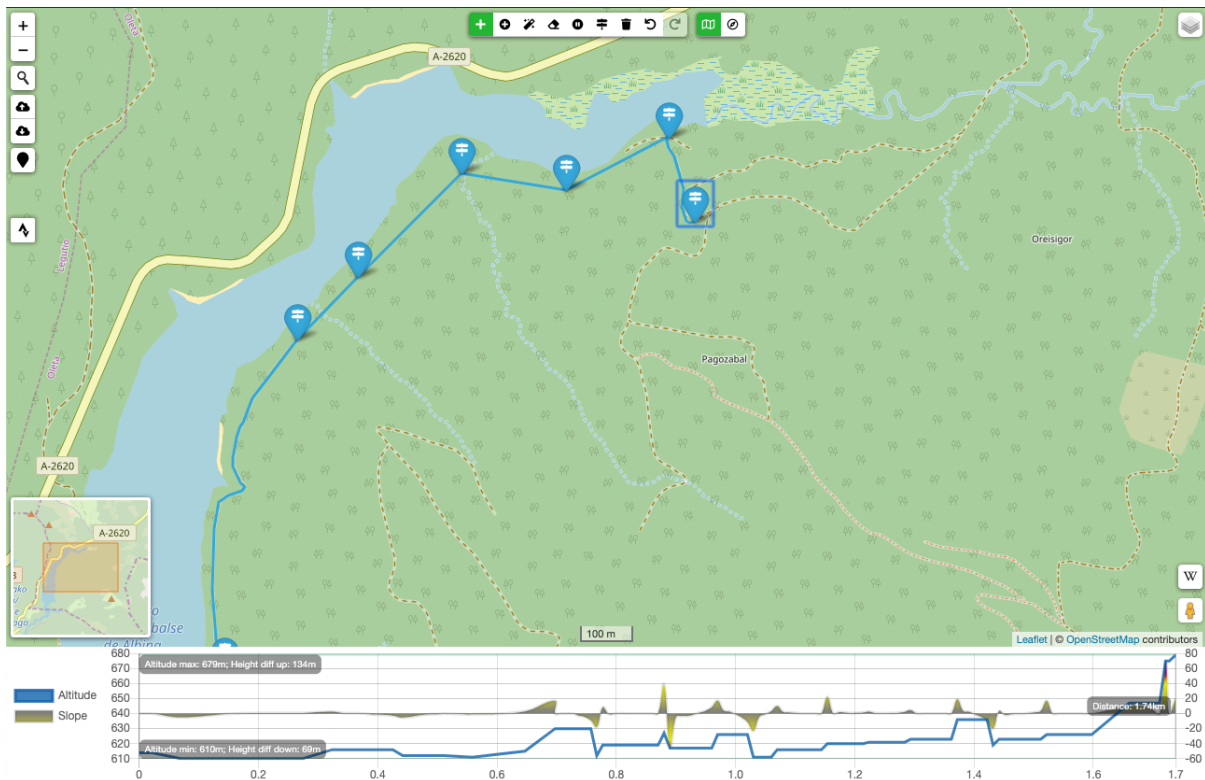


Figura 5. Aspecto del nuevo creador de rutas con su gráfico de elevaciones

## 2.12 Integración de visualizador de fotos de Wikimedia geoposicionadas

Basado en Leaflet-Wikipedia [\[2\]](#), un plugin para visualizar artículos de la Wikipedia en Leaflet, se ha creado una adaptación para mostrar imágenes geoposicionadas de la wikimedia. Al pulsar el botón con la W de la Wikipedia se mostrarán círculos rojos en los que al pulsar se mostrará una imagen de ese lugar publicada en la Wikimedia.



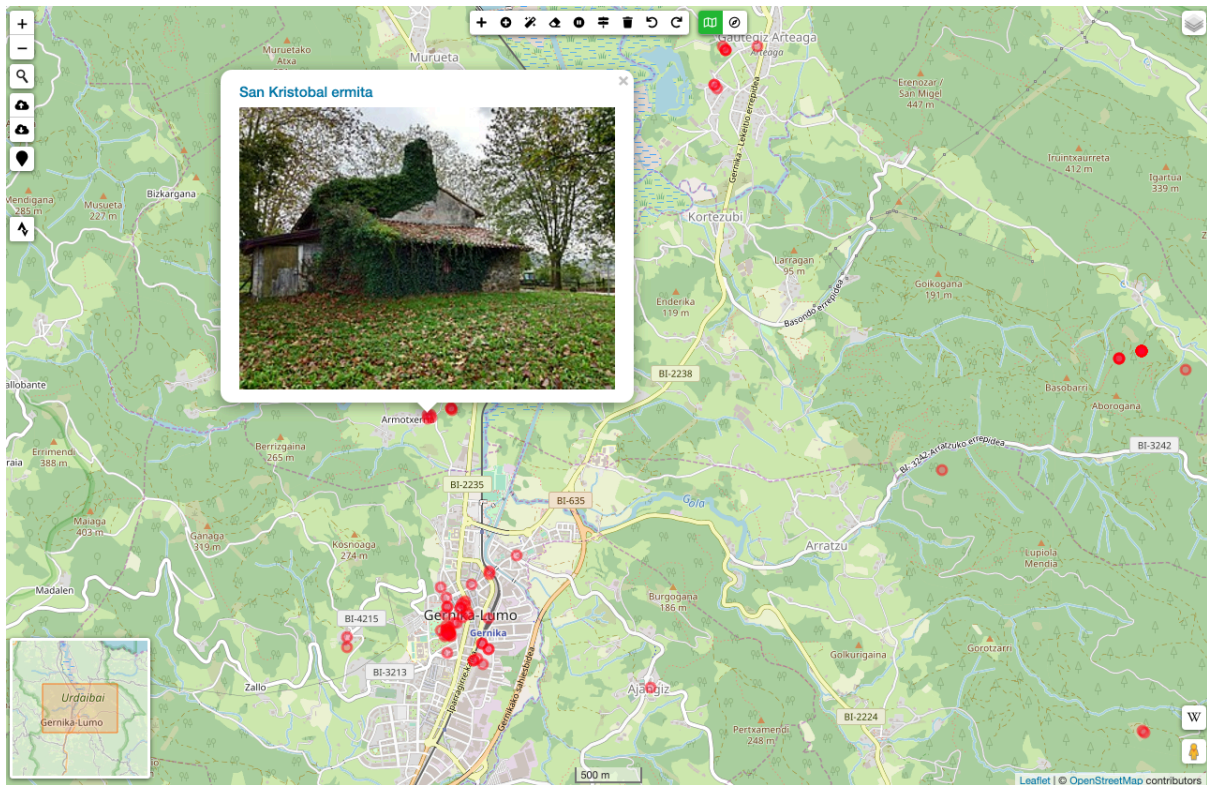


Figura 6. visualizador de fotos de Wikimedia geoposicionadas

### 2.13 Integración de leaflet-pegman

El plugin leaflet-pegman [3] permite mostrar las rutas y panorámicas registradas por Google Street View. Se han realizado pequeños ajustes del plugin para adaptarlo al proyecto.

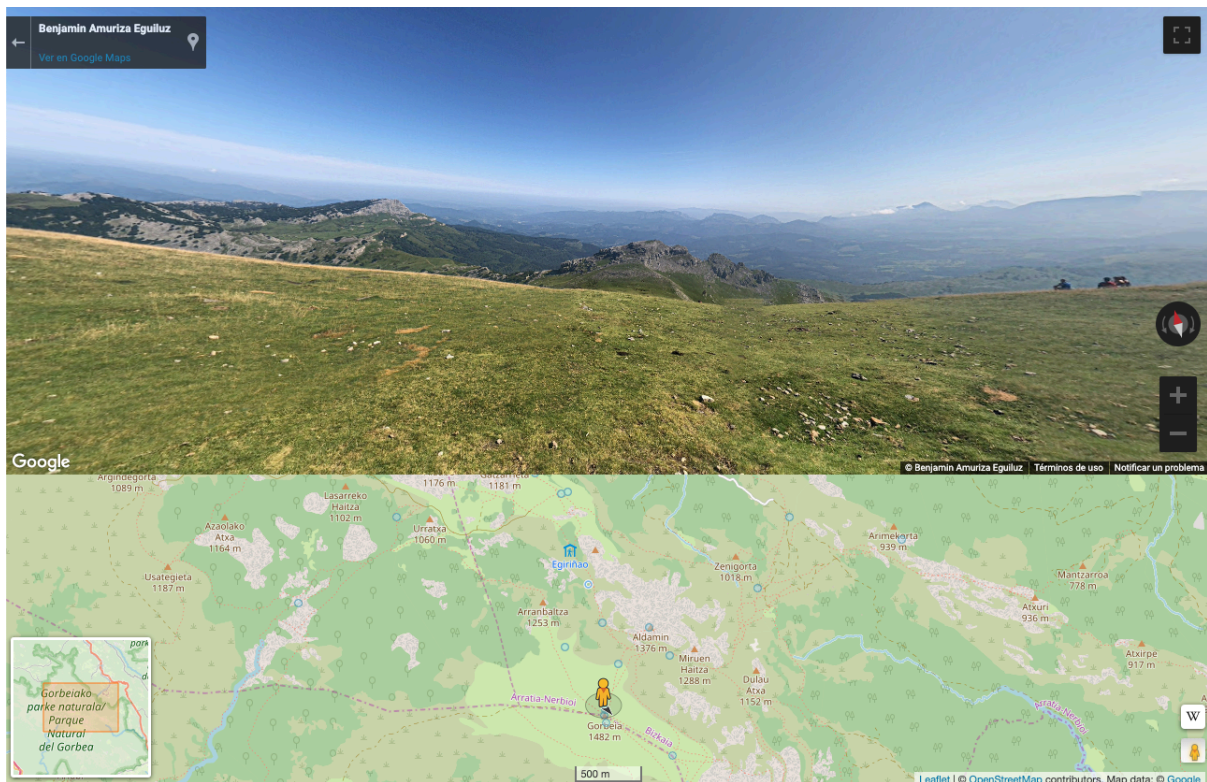


Figura 7. Panorámica de Google Street view

## **2.14 Mejoras en mapas**

Se ha mejorado el orden de los mapas para permitir superponer diferentes capas de forma simultánea. También se han añadido accesos directos desde el teclado a las capas de mapas a las que se supone que tendrán mayor uso.

## **2.15 Mejoras en interfaz**

Se ha unificado el tamaño de los botones y se han hecho más pequeños para dar más espacio al mapa, pero suficientemente grandes para ser usados en el móvil sin dificultad. Además se han distribuido los diferentes grupos de botones alrededor del mapa en función de su funcionalidad. Los 2 menús del creador de rutas se han puesto en una sola línea para pantallas grandes y en 2 para móviles.

### 3. Planificación

El planteamiento de desarrollo del proyecto se basó en una metodología agile en la que se realizarán entregables completamente funcionales y operativos. Los hitos que se marcan en la tabla siguiente irán variando en función de los tiempos disponibles por el desarrollador.

Cada uno de los hitos de desarrollo corresponderá a una versión del proyecto. Cada hito de desarrollo se podrá desglosar en hitos más pequeños pero siempre añadiendo nuevas funcionalidades a la aplicación. Se trabajará en el desarrollo con el sistema de control de versiones Git pero no se detallarán en la siguiente tabla los commits del desarrollo y solo las versiones completamente funcionales.

La planificación se fue adaptando y modificando durante el desarrollo del proyecto. Durante cada paso del proyecto se irá documentando todo en la memoria del proyecto.

En la fase de análisis se observó que la integración y ajuste de cualquier sistema de creación de rutas va a ser una tarea compleja. Por lo tanto, se decidió pasar las tareas que no dependen del sistema de creación de rutas a la PEC 3, para centrar la PEC 4 en todo lo relacionado con la creación de rutas.

En la PEC 4 se integró el creador de rutas Leaflet Routing Machine pero no incorporaba todas las funcionalidades que se consideraban necesarias para el proyecto. Tras una nueva búsqueda, en la PEC 5 se localizó el proyecto Map2gpx que se adapta perfectamente a las necesidades del proyecto. Map2gpx es un creador de rutas específicamente orientado a la creación de rutas de montaña. Está basado en Leaflet Routing Machine y nos permite alternar la creación de rutas automáticas con rutas manuales, que es uno de los requisitos imprescindibles que se consideraba que debía tener el creador de rutas para este proyecto.

Nombre	Tipo	Inicio	Fin	Estado
<b>PEC 1: Propuesta formal del proyecto</b>		<b>23/09/19</b>	<b>04/10/19</b>	Concluido
<b>PEC 2: Mandato del proyecto y planificación</b>		<b>05/10/19</b>	<b>14/10/19</b>	Concluido
<b>PEC 3: Entrega 1</b>		<b>15/10/19</b>	<b>8/11/19</b>	Concluido
2. Análisis de requisitos	Análisis	15/10/19	22/10/19	Concluido
3. Estudio de documentación: librerías y APIS	Documentación	23/10/19	27/10/19	Concluido

4. Diseño de interfaz gráfica	Diseño y prototipado	27/10/19	27/10/19	Concluido
5. Creación de prototipo simple: mapa	Desarrollo	28/10/19	31/10/19	Concluido
6. integración de mapas de calor de Strava	Desarrollo	1/11/19	3/11/19	Concluido
7. Integración de Strava en mapa	Desarrollo	4/11/19	8/11/19	Concluido
8. Mejoras en mapas: múltiples mapas	Desarrollo	9/11/19	9/11/19	Concluido
9. Ajustes para aplicaciones móviles	Desarrollo	10/11/19	11/11/19	Concluido
<b>PEC 4: Entrega</b>		<b>12/11/19</b>	<b>09/12/19</b>	Concluido
10. Integración de creador de rutas	Desarrollo	12/11/19	30/11/19	Concluido
11. Integración de mejoras funcionales: elevaciones, guardado de ruta en GPX, detalles de rutas de Strava	Desarrollo	1/12/19	9/11/19	Concluido
<b>PEC 5: Cierre</b>		<b>10/12/19</b>	<b>3/01/20</b>	Concluido
Integración de creador de rutas más adecuado	Desarrollo	12/11/19	30/11/19	Concluido
Mejoras del proyecto: · Buscador de lugares · revisar plugin que ofrezca Leaflet que puedan de utilidad	Desarrollo	10/12/19	15/12/19	Concluido
Ver la viabilidad de añadir nuevas funcionalidades y pruebas: integración de openstreetmaps, fotos de Google Maps y fotos de wikipedia con geoposicionamiento	Desarrollo	16/12/19	3/1/19	Concluido
<b>Defensa del proyecto</b>		<b>4/1/20</b>	<b>21/1/20</b>	

Tabla 1: Planificación



## 4. Presupuesto

Se facilita una estimación del coste que supondría el proyecto, ya que se carece de un presupuesto fijado. El presupuesto se basa en una estimación en base a las horas dedicadas pero ajustado a como se haría para un cliente final. Entre las tareas a realizar no se añaden las de promoción del producto ya que se consideran fuera del alcance de desarrollo de proyecto.

El proyecto se dividido en cuatro fases, pero cada uno de los hitos del proyecto se plantea como un entregable al cliente, siguiendo una metodología agile. De esta forma, el cliente vería la evolución del proyecto en todo momento y se podrían decidir cambios y ajustes sin esperar a la finalización del proyecto completo, como ha sucedido en el proyecto a cambiar el creador de rutas.

Nombre	Recursos	Horas	Precio
<b>Fase 1: prototipo con Strava</b>			
Análisis de requisitos, documentación y presupuesto para cliente	Jefe de proyecto	25 h	1.250 €
Estudio de documentación: librerías y APIs	Jefe de proyecto	20 h	1.000 €
Diseño de interfaz gráfica	Diseñador	10 h	500 €
Creación de prototipo simple: mapa	Desarrollador	5 h	250 €
integración de mapas de calor de Strava	Desarrollador	16 h	800 €
Integración de Strava en mapa	Desarrollador	20 h	1.000 €
Detalles de rutas de Strava	Desarrollador	9 h	450 €
Mejoras en mapas: múltiples mapas	Desarrollador	15 h	750 €
Ajustes para aplicaciones móviles	Desarrollador	7 h	350 €
<b>Fase 2: Integrador de creador de rutas</b>			
Integración de creador de rutas	Desarrollador	30 h	1.500 €
Gráfico de elevaciones	Desarrollador	7 h	350 €
Guardado de ruta en GPX y mejoras del creador de rutas	Desarrollador	6 h	300 €
<b>Fase 3: mejoras y testeo</b>			
Integración de creador de rutas nuevo	Desarrollador	25 h	1.250 €
Buscador de lugares	Desarrollador	4 h	200 €
Visualización de Google Street View y mejoras	Desarrollador	8 h	400 €
Visualización fotos de Wikimedia con geoposicionamiento	Desarrollador	6 h	300 €
Mejoras de interfaz y ajustes de integración	Desarrollador	4 h	200 €
Idiomas: ajustes de texto, y multidioma	Desarrollador	4 h	200 €
Creación de aplicación para móvil con Phonegap	Desarrollador	5 h	250 €

<b>Fase 4: publicación</b>			
Publicación en web y optimización para buscadores	Desarrollador	2 h	100 €
Publicación de App Store y Google Play	Desarrollador	2 h	100 €
<b>TOTAL</b>		230 h	11.500 €

Tabla 2: Presupuesto desarrollo

Además de los gastos de desarrollo habrá que contabilizar los gastos de mantenimiento, que variarán en función del éxito de la aplicación.

<b>Nombre</b>	<b>Precio</b>
Google API	30€ / mes
GraphHopper API	48€ / mes
Hosting web	25€ / mes
App store	99€ / anual
Google Play	25€ / anual
<b>TOTAL</b>	1463 € / anual

Tabla 3: Presupuesto mantenimiento

# Capítulo 2: Análisis

## 1. Estado del arte

El mercado de aplicaciones deportivas de software y hardware es un gran mercado en auge en el que diferentes tipos de compañías pelean por el liderazgo y, aunque con un enfoque diferente cada cual, van convergiendo y disputándose el mercado a medida que mejoran sus productos.

### 1.1 Mercado de dispositivos electrónicos de entrenamiento



Figura 8. Modelos de smartwatch

El producto más importante dentro de los dispositivos electrónicos de entrenamiento es el smartwatch. Existe una enorme oferta de dispositivos de este tipo pero hay dos públicos a los que van dirigidos:

- **Público general:** personas sin una inquietud especial por el deporte o requisitos altos. Compañías como Apple, Samsung, Xiaomi, Huawei, etc. están apostando por este tipo de smartwatch. Estas compañías, generalmente, ofrecen un smartwatch dirigido al gran público, con un enfoque general, un producto todo en uno, deporte, salud, notificaciones, diseño, etc.
- **Deportista amateur o profesional:** compañías que han ofrecido tradicionalmente productos para deportistas como Garmin, Suunto y Polar también tienen sus smartwatch, pero más específicamente enfocados a deportistas. Estos son productos donde se busca mayor precisión en los datos relacionados con la actividad deportiva o el entrenamiento, como GPS, pulsaciones, entrenamientos, etc. Estas compañías, además, ofrecen otro tipo de dispositivos que no ofrecen las primeras como ordenadores para ciclismo, submarinismo, montañismo, etc.

Este proyecto no se enfoca en analizar este tipo de dispositivos pero sí es importante conocer los dispositivos usados por los usuarios para grabar los recorridos realizados en sus actividades deportivas

## 1.2 Mercado de software de entrenamiento

Todas las compañías que ofrecen smartwatch, ofrecen también una aplicación móvil y web para guardar los datos registrados por los relojes inteligentes, en las que se pueden ver los entrenamientos, estadísticas, evoluciones, etc. Pero además, existen muchas otras compañías que sin ofrecer un dispositivo ofrecen distintas aplicaciones de software compatibles con los dispositivos más populares. Curiosamente, la aplicación más popular es Strava, una aplicación que además de analizar los datos de entrenamiento del usuario, genera una red social en que los usuarios pueden competir o comparar sus datos con otros usuarios de la red.

Aunque Strava es el líder indiscutible y la que se va a analizar a continuación, también destacaremos puntos importantes de otras, como Garmin Connect, Wikiloc y Gpsies.

Las grandes marcas deportivas como Nike, Adidas, Under Armour, etc. también han creado sus propias aplicaciones para análisis deportivo pero su penetración ha sido anecdótica.

## 1.3 Introducción a Strava. Red social en el deporte

Generalmente, cuando alguien empieza a aficionarse a correr o a andar en bici hay una aplicación que ve que todo el mundo usa, Strava. Existen muchas otras aplicaciones, pero enseguida te das cuenta que todo el mundo usa Strava. Sales por primera vez en bici con unos amigos que ya llevan tiempo saliendo y que ya te han dado los primeros consejos del equipamiento mínimo necesario y de pronto te dicen: "Te he enviado una invitación de Strava". Y ahí es cuando empiezas a preguntar qué es eso. Llegas a casa, te descargas la aplicación en el móvil y la siguiente vez que sales en bici, simplemente, pulsas en "Registrar actividad" y la aplicación empieza a grabar tu salida. Cuando acabas la salida, pulsas para terminar la actividad y la aplicación te muestra logros, récords, rankings.

Así es como la propia web de Strava explica los conceptos básicos de la aplicación [\[1\]](#):

- **Monitorea y analiza cada aspecto de tu actividad.**
  - Todo comienza con el mejor monitoreo del mundo.
  - Mide tu rendimiento.
- **Conéctate con amigos y comparte tu aventura.**
  - Strava es la red social para atletas.
  - Cientos de miles de clubes y seguimos contando.
  - Beacon: tranquilidad para los atletas y sus seres queridos.
- **Explora nuevas rutas y compite con una comunidad mundial.**
  - Los segmentos cambiaron la historia.

- La fuente de rutas y senderos más grande del mundo.
  - Usar popularidad
  - Mapas de actividades

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se muestra una actividad de ciclismo en la aplicación Strava.

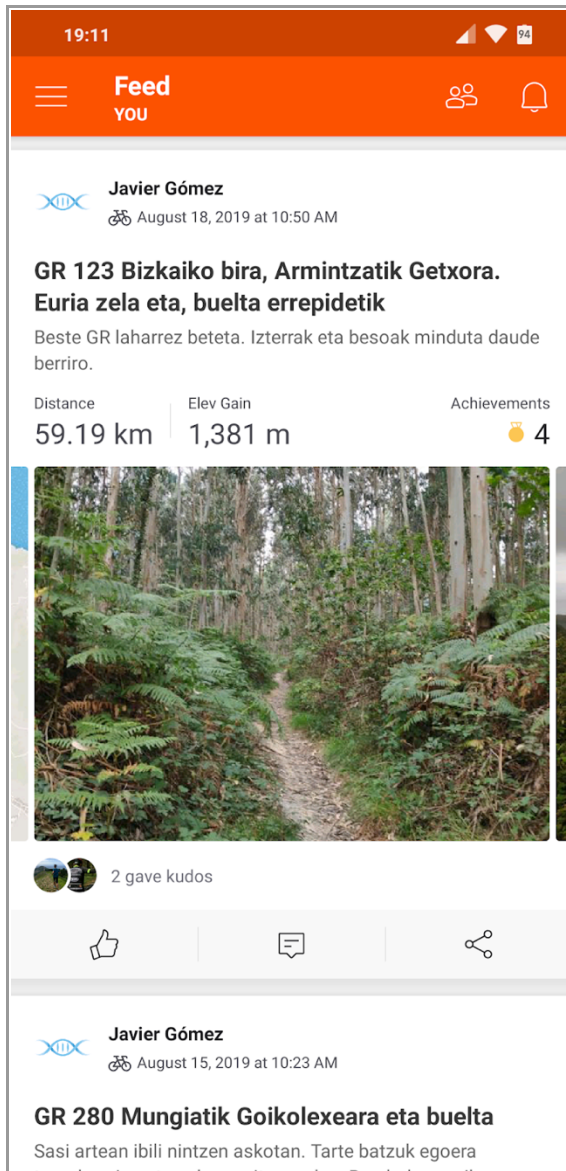


Figura 9. **Feed** de recorridos del usuario de la app. El usuario podrá ver todas las actividades registradas. Se puede observar que se han adjudicado kudos a la actividad, que son como los likes que otorgan otros usuarios a tu actividad.

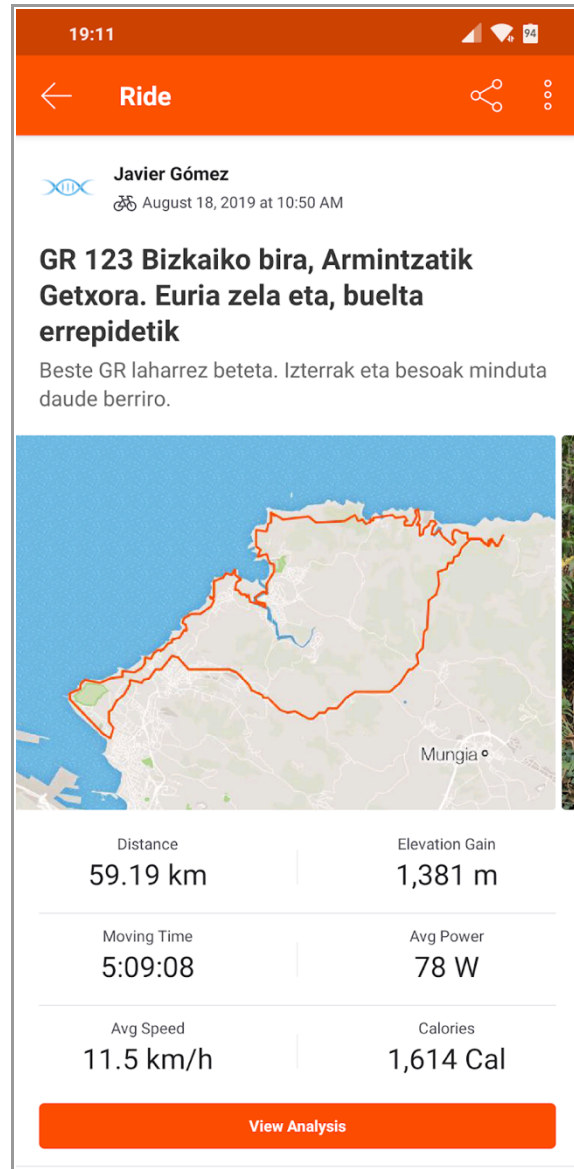


Figura 10. Al pulsar en una actividad se puede acceder a los **detalles y datos de la actividad**. En una primera pantalla se ve el título, descripción, mapa con la ruta realizada, fotos y datos generales.

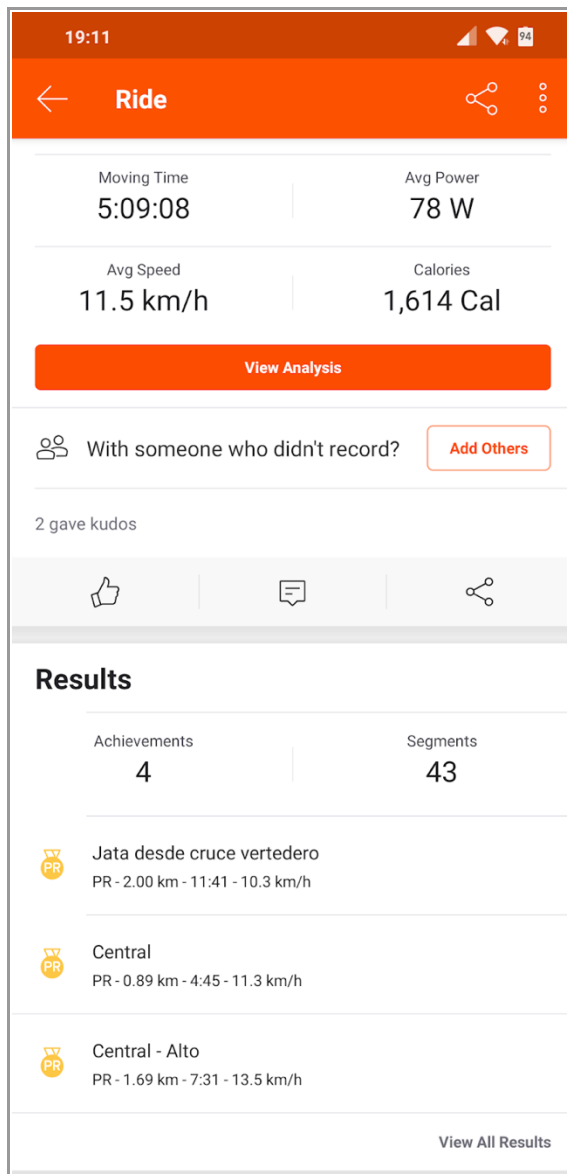


Figura 11. Si hacemos scroll en la pantalla anterior vemos los **logros en diferentes segmentos** de esa actividad. Este es el aspecto más destacable de Strava, ya que hace que pequeños segmentos de recorrido se puedan convertir en competición contra resultados anteriores que uno mismo realizó en ese recorrido o contra los logros de otras personas de la red de Strava.

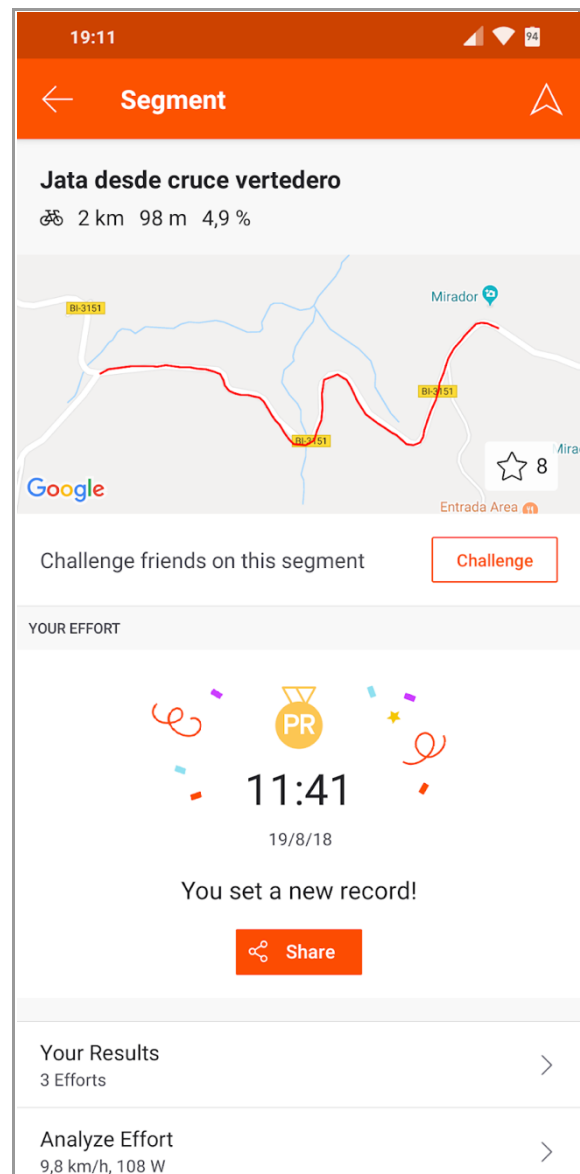


Figura 12. En esta pantalla se muestra el **detalle de un segmento**. Strava o un usuario ha creado ese segmento. Suelen ser distancias cortas en las que se incita al usuario a mejorar resultados anteriores y hacerlo más rápido.

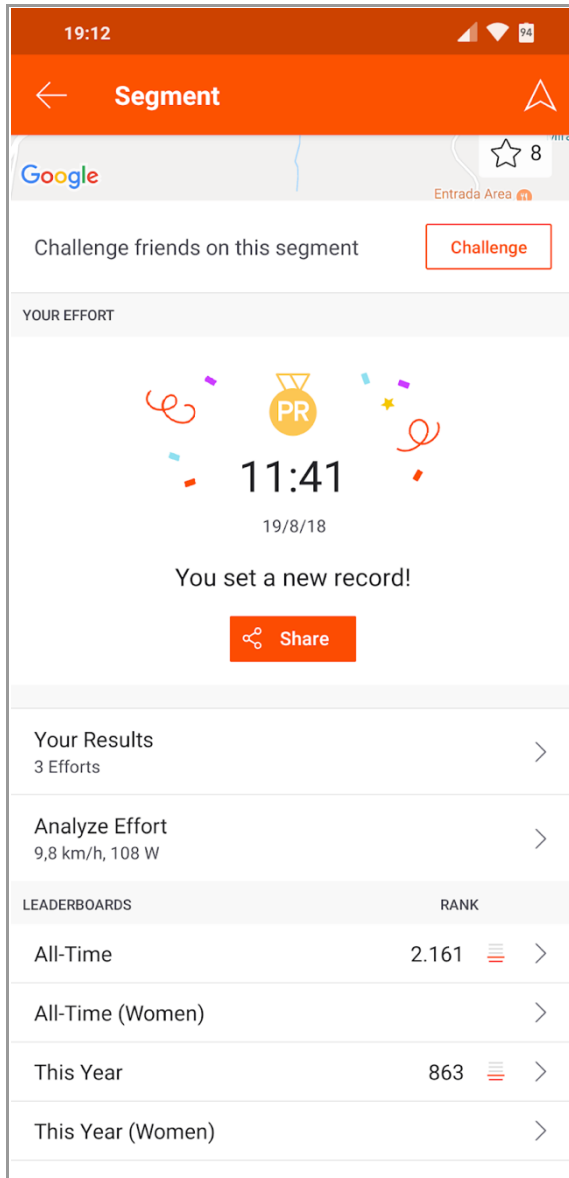


Figura 13. Si hacemos scroll en la pantalla anterior, se observa el **ranking en ese segmento** de todo el tiempo, del año actual, de personas de tu misma edad, etc.

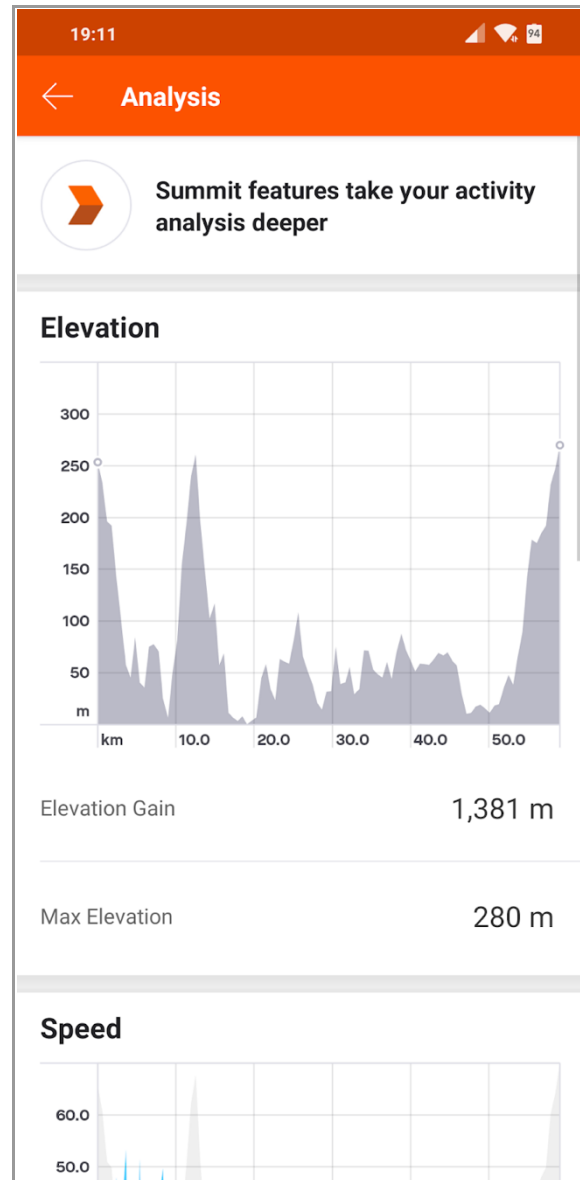


Figura 14. Al pulsar en el botón **Analysis**, se accede a gráficas sobre la actividad, como elevación, velocidad y otras que sólo son accesibles si se es usuario de pago.

Vía web, Strava permite al usuario crear sus propias rutas [2]. Aprovechando la inmensa cantidad de información proporcionada por sus usuarios, el creador de rutas puede mostrar un mapa de calor, denominado mapa de actividad global, que muestra las rutas más utilizadas por los usuarios. Mientras que la mayor parte de dispositivos GPS generan rutas basadas en la distancia más corta y las vías más generales, el creador de rutas de Strava nos permite crear una ruta que se dirija de un punto origen a un destino en base a otros criterios como popularidad o minimizar la altitud de la ruta.

El proyecto objetivo será una aplicación similar al constructor de rutas de Strava pero orientada a un ciclista que quiere recorrer y explorar lugares y caminos nunca recorridos con anterioridad.



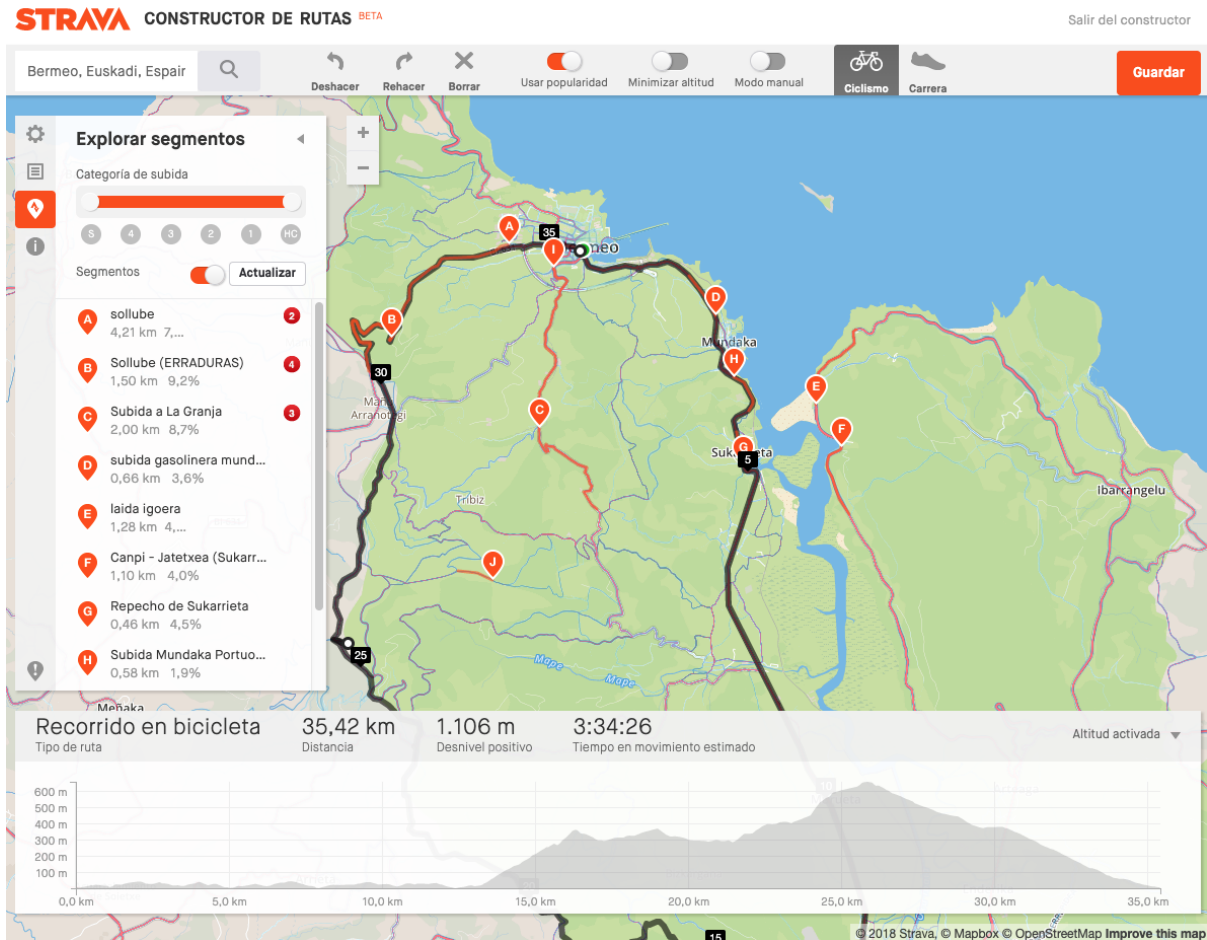


Figura 15. Constructor de rutas de Strava

## 1.4 Otras aplicaciones de creación de rutas

Además de Strava, el resto de aplicaciones de entrenamiento también incluyen una herramienta para creación de rutas, pero carecen de la cantidad de información que posee Strava. Veamos las más destacadas y las ventajas que ofrecen.

Garmin, Polar y Suunto



Garmin es el mayor desarrollador de dispositivos para el deportista, y al igual que Polar y Suunto ofrecen en sus aplicaciones un creador de rutas. Garmin, incluso, vende

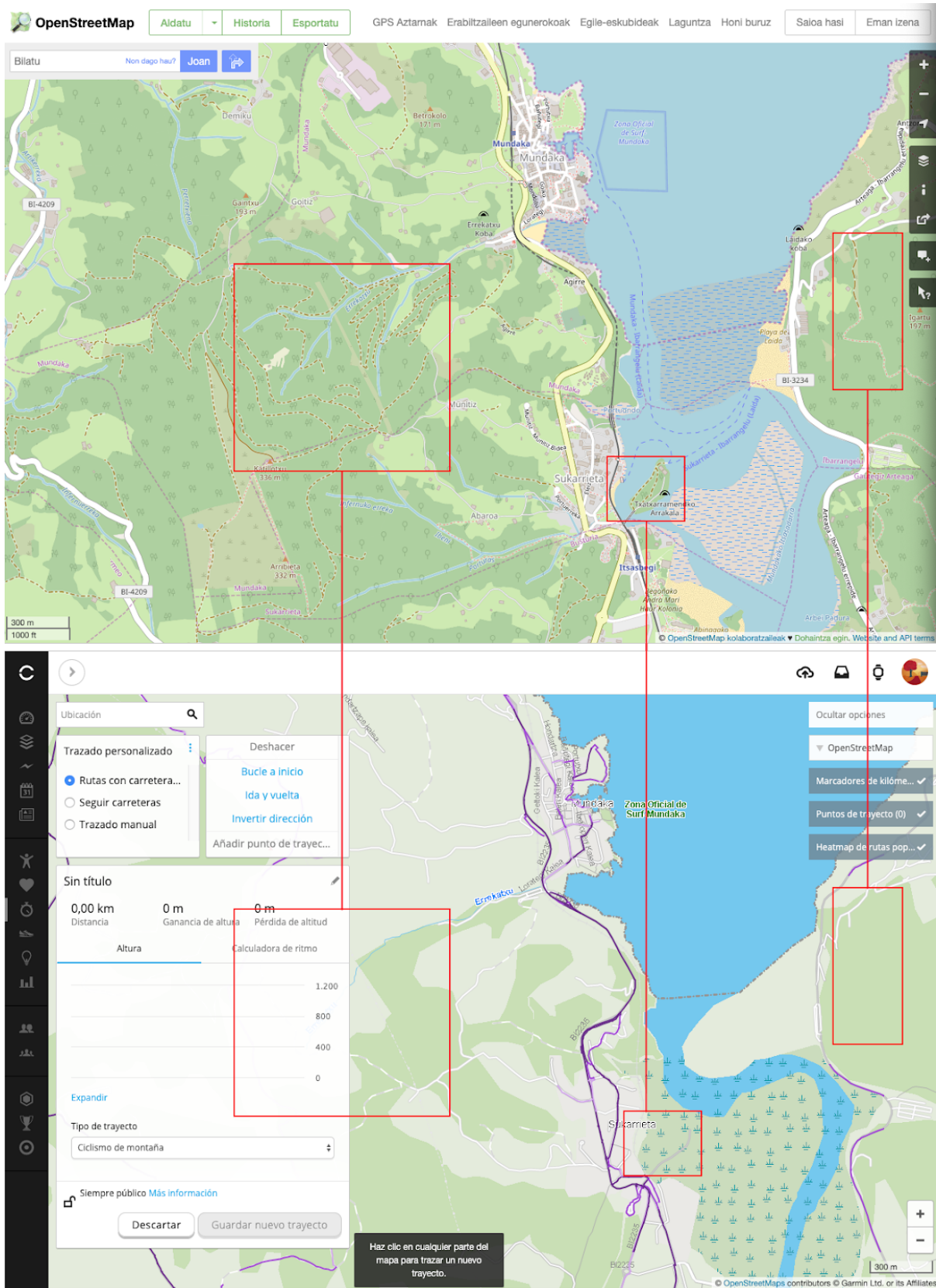


Figura 16. Comparación de detalle entre OpenStreetMap y la versión usada de OpenStreetMap por Garmin

mapas para muchos de sus dispositivos, lo que contrasta con la calidad de los mapas que ofrece en su creador de trayectos, donde usa una versión de hace varios años de Openstreetmap [3], que como se puede apreciar en la anterior imagen, carece de los detalles y caminos de la versión actual. También se puede apreciar, que los mapas de calor de Garmin carecen de detalle. Además, la importación de rutas creadas desde otras aplicaciones no funciona la mayor parte de las veces. Este tipo de problemas también los sufren las aplicaciones de creación de rutas de Polar y Suunto, los otros fabricantes de dispositivos para deporte.

### **Google Maps, Bing, Apple maps**

Los mapas de Google maps son los más conocidos y usados por todos los usuarios en sus desplazamientos en coche. Google Maps es usado por Strava porque es el preferido de los ciclistas de carretera pero son totalmente inútiles para crear rutas por senderos y pistas de montaña ya que solo tienen mapeada la red general de carreteras. Además, desde hace unos meses para usar Google Maps en una aplicación se requiere dar un medio de pago a Google por si se excede de la cuota de uso gratuito.

### **GPSies y AllTrails**

Tanto GPSies [4] como AllTrails [5] son proyectos que persiguen atraer a parte de los usuarios de Strava. Ambos tienen excelentes creadores de rutas con mapas basados en OpenStreetMap. Posiblemente, sean los mejores creadores de rutas para el ciclismo de montaña y el senderismo pero no ofrecen algunas de las herramientas que esperamos ofrecer en este proyecto, como los mapas de calor de strava, mapas de diferentes estilos de OpenStreetMap, mapas de PR y GR, etc.

## 2. Análisis del mercado

Este producto no se plantea como un producto comercial, ya que el mercado está saturado de muchas aplicaciones para el control de la actividad deportiva y sería muy difícil competir con las grandes empresas con un producto nuevo. Aunque la idea pudiera tener éxito se basa en datos de terceras empresas y sería un producto fácilmente replicable por una gran empresa.

Existen algunos proyectos de desarrolladores que han trabajado con la API de Strava con el objetivo de mostrar todas las rutas del usuario en un mapa, pero sin buscarle ninguna utilidad práctica.

El ejemplo más destacado es el de Activities Visualization App [\[7\]](#), que nos permite ver nuestras rutas sobre diferentes tipos de mapas.

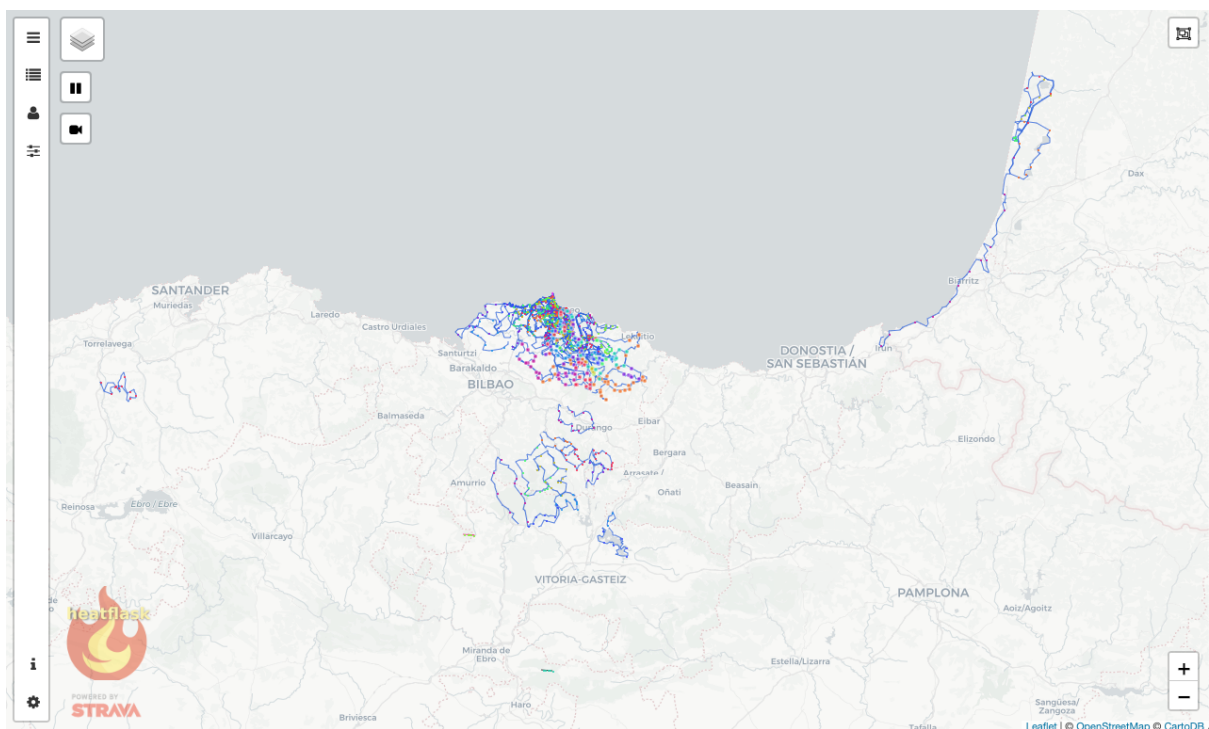


Figura 17. Vista de todas las rutas de un usuario de Strava sobre un mapa

Strava Multiple Ride Mapper [\[8\]](#) es un proyecto similar al anterior con gran número de opciones para mostrar las rutas de un usuario de Strava sobre un único mapa pero que parece que ya no funciona correctamente.

No se ha usado el código de estos proyectos para el aplicación de este proyecto ya que el primero está desarrollado en Python y el segundo en PHP, lenguajes de servidor que se procurará evitar.

### **3. Público objetivo y perfiles de usuario**

El público objetivo de esta aplicación son los usuarios que desean descubrir nuevas rutas no recorridas Y poder compararlas hola rutas realizadas en Strava. Los mapas de OpenStreetMap somos adecuados para este propósito ya que ofrecen mayor detalle que los mapas comerciales. Por ejemplo, en OpenStreetMap podremos encontrar la localización de fuentes, para rellenar nuestras cantimploras, senderos de montaña, albergues, etc. Y otro tipo de elementos que no suelen aparecer en Google Maps.

# Capítulo 3: Diseño

## 1. Arquitectura general de la aplicación

La aplicación sólo usa tecnología front-end, HTML, CSS y JavaScript. En el desarrollo de la aplicación nos han utilizado tecnologías de servidor Y se consumen servicios de diferentes aplicaciones a través de sus APIS.

Toda la interfaz gráfica de la aplicación se desarrolla en una única pantalla que da acceso a un mapa Y a las diferentes herramientas que se pueden utilizar. Como el objetivo de la herramienta no es comercial ni crear una base de usuarios, la herramienta se enfoca principalmente en ofrecer las funciones para lo que está diseñada: mostrar notas realizadas, usan diferentes tipos de mapas Y crear nuevas rutas.

Todas las herramientas utilizadas para la creación de aplicación se conectan a Leaflet, la biblioteca de gestión de mapas principal del proyecto, que ofrece una extensa API JavaScript para conectar diferentes servicios, plugins y aplicaciones.

## 2. Diseño gráfico e interfaces

En este proyecto no se ha trabajado el diseño gráfico, ya que se ha aprovechado la interfaz que proporcionaban las diferentes herramientas utilizadas. Uno de los objetivos era crear una interfaz limpia y maximizar el espacio para mostrar los mapas.

A nivel de usabilidad, se han añadido accesos directos a través del teclado a las capas más usadas de mapas. Los diferentes botones de interacción se han agrupado en los laterales en función de su funcionalidad, también con el objetivo de ofrecer mayor espacio al mapa. Otro aspecto que se ha tenido en cuenta, es la adaptación de la aplicación a los diferentes dispositivos, ya que será una aplicación de uso en el escritorio y en móvil. En los siguientes capturas se puede observar como se adapta la aplicación a los diferentes dispositivos.

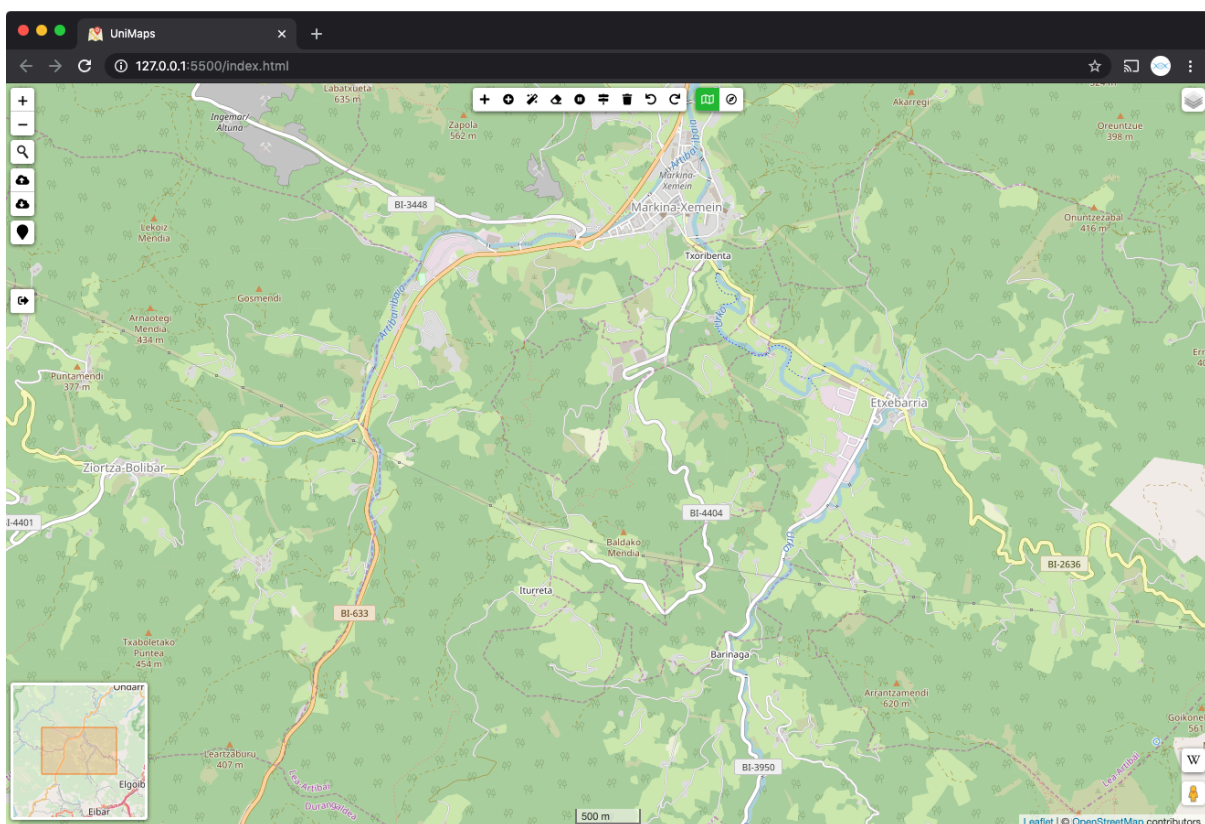


Figura 18. Visualización de la aplicación en una ventana de navegador de escritorio



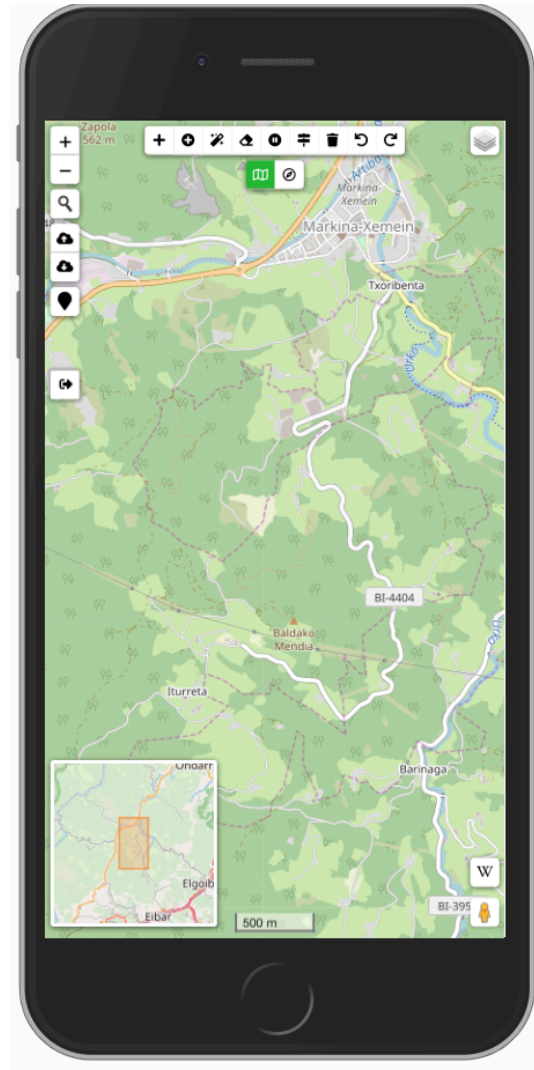


Figura 19. Visualización de la aplicación en un móvil en vertical

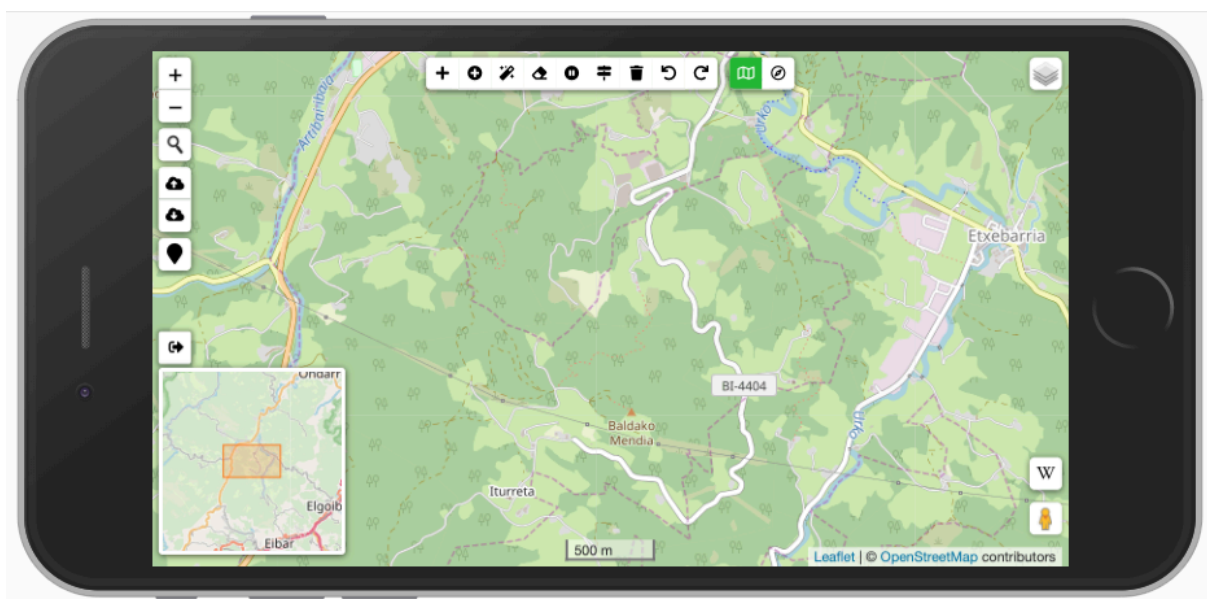


Figura 20. Visualización de la aplicación en un móvil en horizontal

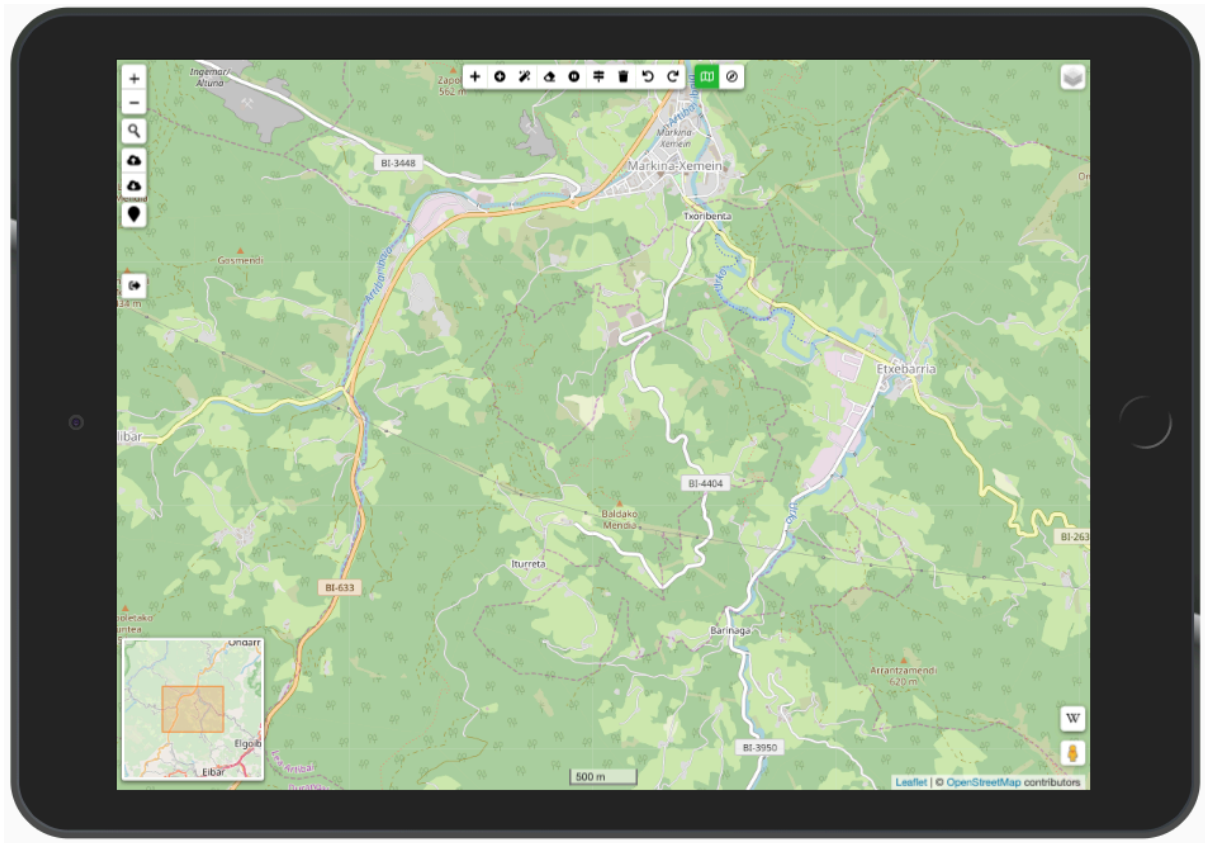


Figura 21. Visualización de la aplicación en una tablet



## 3. Lenguajes de programación y APIs utilizadas

El lenguaje de programación utilizado en la aplicación es JavaScript y Y servicios API de diferentes proveedores. A continuación se detallan las diferentes recursos tecnológicos utilizados:

### 3.1 Software

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó principalmente el editor Visual Studio Code. Este editor incorpora toda las herramientas necesarias para la programación de JavaScript y permita la instalación de extensiones para acomodar el editor a las necesidades de cada proyecto.

### 3.2 APIs de terceros, complementos, plug-ins

A continuación, se mencionan los componentes principales utilizados en la aplicación. La lista completa de componentes se puede ver en el archivo package.json.

- **Leaflet**

Leaflet es la librería para crear mapas interactivos más popular y de la que más recursos se puede encontrar con licencia abierta y sobre la que se cimienta todo el proyecto.

- **Plugins de Leaflet utilizados:**

- [Map2gpx](#) como creador de rutas
- [leaflet-control-topcenter](#) para la colocación de de botones y menús sobre la interfaz
- [Leaflet.MiniMap](#) para mostrar una version en miniature del mapa
- [L.EasyButton](#) para la creación de botones de forma sencilla con Leaflet
- [Leaflet.AwesomeMarkers](#) para la creación de marcadores sobre el mapa
- [Leaflet Routing Machine](#) es el primer creador de rutas que se planteó usar y que se descartó porque no se Ajustaba A las características del proyecto. Map2gpx está basado en este proyecto.
- [togeojson](#) Conversor de formato KML y GPX a GeoJSON
- [togpx](#) Conversor de formato geojson a gpx
- [tokml](#) Conversor de formato GeoJSON a KML
- [Leaflet.FileLayer](#) Carga archivos locales (GeoJSON, JSON, GPX, KML) en el mapa utilizando la API HTML5 FileReader, sin necesidad de llamar al servidor
- [Leaflet Routing Machine / GraphHopper](#) Soporte para GraphHopper en Leaflet Routing Machine
- [Leaflet Routing Machine / Straight Line](#) Calcula líneas rectas en Leaflet Routing Machine
- [Leaflet Control Geocoder](#) Un geocodificador para ubicar lugares extensible a múltiples proveedores de datos.
- [Leaflet.TrackDrawer](#) complemento para Leaflet para dibujar tracks utilizando algoritmos de enrutamiento personalizados

- [Leaflet.TrackDrawer.FileLayer](#) Permite a Leaflet.TrackDrawer importar archivos desde Leaflet.FileLayer
  - [Leaflet.TrackStats](#) un plugin para Leaflet para calcular estadísticas de altitud / pendiente en caminos
  - [chart.js](#) Gráficos HTML5 usando la etiqueta <canvas>
  - [chartjs-plugin-annotation.js](#) Plugin de anotación para Chart.js
  - [FileSaver.js](#) Una implementación de HTML5 SaveAs() FileSaver
  - [Leaflet-Wikipedia](#) Un módulo para mostrar entradas de Wikipedia en una capa de mapa
  - [leaflet-pegman.js](#) Plugin Leaflet que permite una fácil integración con la API de Google StreetView
- **Librerías usadas:**
    - [Bootstrap](#) biblioteca de componentes front-end.
    - [Font Awesome](#) conjunto de iconos en formato fuente
    - [jQuery](#) biblioteca multiplataforma de JavaScript para facilitar diversas tareas de programación
    - [jQuery UI](#) biblioteca de componentes para jQuery que añaden un conjunto de plug-ins, widgets y efectos visuales

- **API de Strava**

Una de las virtudes de Strava frente a su competencia es que es una plataforma bastante abierta en cuanto a las posibilidades del uso de los datos del usuario. Strava permite al usuario crear un único archivo zip para descargarse todos los datos generados en la aplicación. Además, ofrece una API para que otros desarrolladores puedan crear aplicaciones y usen los datos de la plataforma con el permiso del usuario. En otras aplicaciones como Wikiloc si quieres recuperar tus datos debes descargar los datos de cada actividad una a uno.

Mediante la API de Strava [6] podremos acceder a todos los datos de las actividades de un usuario, mediante autorización OAuth, desde una aplicación de terceros. En la aplicación del proyecto usaremos la API de Strava para acceder a los datos de todas las actividades de un usuario y mostrarlas en un único mapa.

se ha usado de la API de Strava la parte de List Athlete Activities [16] ya que el json nos proporciona un trazado simplificado de la ruta que es suficiente para hacernos una idea del camino seguido. Se observó que se pueden llegar a cargar hasta 200 actividades por cada llamada lo que hace mucho más rápida la carga de actividades, ya que se evita cargarlas una a una.

- **API de Google Maps**

Se ha probado a cargar Google Maps ya que ofrece información interesante y más adelante se estudiaría incorporar Google Street Maps y fotos de Google Maps.

- **GraphHopper Directions API**

La GraphHopper Directions API [18] se ha utilizado para la planificación de rutas. El servicio de enrutamiento GraphHopper ofrece datos de elevación y usa los tipos de caminos definidos en OpenStreetMap para ofrecer la ruta más óptima de forma automática, según el tipo de vehículo. GraphHopper ofrece una versión Open Source para instalar en un servidor propio. En este caso, la aplicación se conecta directamente a las API de GraphHopper mediante una cuenta gratuita.

- **Mapas de calor de Strava**

Strava, a pesar de que permite cargar los mapas de calor como tiles, sólo permite cargarlos si hay una autenticación de navegador mediante cookies. Esto limita la carga de los mapas a los usuarios que estén logueados en Strava y que hayan entrado a Strava Heatmap [17]. Por lo tanto, para integrarlo en la aplicación se encontraron las siguiente soluciones:

Insertar los parámetros y valores de la cookie como parámetros de la url: funciona pero requiere cambiar manualmente estos parámetros cada 15 días aproximadamente de forma manual, por lo que es una solución poco viable.

AnyGIS Strava auto authorization tool [18]: esta herramienta usa Headless Chrome, mediante Puppeteer, para loguearse en Strava y copiar las cookies de usuario para usarlas en la petición de los mapas. Aunque en un principio resultó ser la solución ideal, Strava ha bloqueado el acceso a la aplicación. Anteriormente, esta misma aplicación realizaba esta tarea mediante Apify.com y también fue bloqueada.

Finalmente, la solución empleada ha sido detectar si al hacer la petición se generan errores y si es así mostrar una alerta al usuario indicando que debe loguearse en Strava y entrar a la web de Strava Heatmap. No es la solución más elegante pero se cumple con los requisitos de Strava Heatmap.

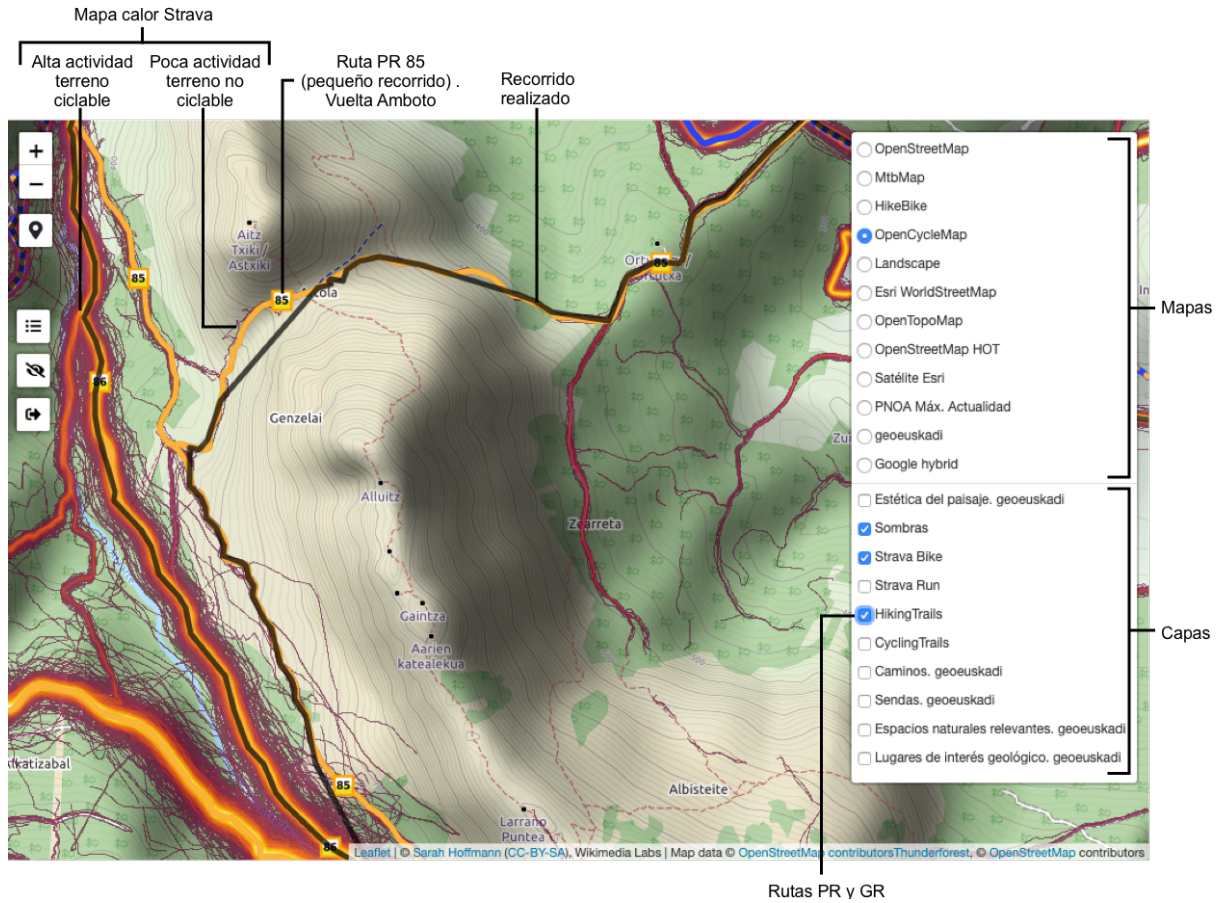


Figura 22. Análisis de diferentes capas junto a ruta previamente realizada

# Capítulo 4: Implementación

## 1. Requisitos e instrucciones de instalación

Se puede acceder a la última versión del proyecto en la siguiente dirección:

<https://poselab.com/unimapsv3>

En caso de querer usarlo en local, habrá que descargar el código del proyecto y desde el directorio al que se ha descargado ejecutar los siguientes comandos en Terminal:

```
npm install
npm run lrm-graphhopper-fixup
gulp pack
```

La aplicación en local está configurada para que funcione en la dirección:

<http://127.0.0.1:5500/index.html>

Si se desea que funcione en otra dirección local habrá que cambiarla en el archivo index.html.

Estaban en un servidor diferente al de poselab.com habrá que modificar la dirección en el archivo index.html.

Se puede acceder a las yo por el que2 primeras versiones en los siguientes enlaces:

<https://poselab.com/unimapsv1>

<https://poselab.com/unimapsv2>

# Capítulo 5: Conclusiones y líneas de futuro

## 2. 1. Conclusiones

### Conclusiones del trabajo:

La principal conclusión es que ha aprendido muchos sobre mapas y considero que me será muy útil a nivel personal y profesional, como se verá en este capítulo.

### Reflexión crítica sobre el logro de los objetivos planteados inicialmente:

Se han logrado los objetivos con un resultado mejor de lo que se esperaba. El objetivo era plantear una herramienta que sirviera para planificar las rutas que realiza el autor en bicicleta de montaña por nuevos caminos. Este objetivo se ha conseguido ya que es la herramienta que ha partir de ahora el autor utilizará. Existen herramientas más completas o más avanzadas para crear rutas para bicicleta pero esta es la única herramienta que ofrece tantos recursos diferentes para planificar una ruta y que a la vez permita visualizar las rutas previamente realizadas en un único mapa.

Algunos de los objetivos principales logrados:

- map2gpx: la localización del creador de rutas map2gpx y la exitosa implementación en el proyecto ha supuesto una gran alegría, después del desencanto con los resultados obtenidos de implementación con el creador de rutas anterior.
- Strava: uno de los objetivos principales de la implementación de strava era poder mostrar todas las rutas realizadas por el usuario. Otros proyectos que han implementado esta integración con Strava consideramos que no han obtenido unos resultados tan óptimos y de visualización tan rápidos como los que se han conseguido en este proyecto.
- WikiMedia: no existe, o al menos no se ha localizado, ningún proyecto de estas características para leaflet y lo realizado funciona y se adapta perfectamente a nuestro proyecto. Se muestran las fotografías geolocalizadas subidas a Wikimedia y podría ser una herramienta para animar a la gente a publicar fotografías en la Wikipedia y ofrecerlas con licencias abiertas.
- Mapas de calor de Strava: La solución encontrada para integrar los mapas de calor de Strava puede que no sea la más elegante pero no supone una trampa o hackeo a Strava, como intentos de otros desarrolladores, funciona perfectamente y es un argumento para que el proyecto sea una webapp.

### Seguimiento de la planificación y metodología:

La planificación inicial ha variado principalmente después de ver la complejidad que suponía la implementación de un creador de rutas. Se ajustó la planificación para dedicar toda una PEC para implementar el creador de rutas Leaflet Routing Machine y a pesar del gran trabajo de ajuste no se consiguieron unos resultados satisfactorios. En la última PEC, aunque no estaba previsto trabajar más en el creador de rutas, se localizó map2gpx y gran parte del trabajo en esta última PEC se desarrolló entorno a su implementación. El esfuerzo realizado para implementar map2gpx me limitó el tiempo

disponible para realizar una buena documentación y, a consecuencia de ello, considero que la memoria realizada no tiene la calidad que le debería corresponder a la aplicación realizada.

La metodología utilizada en el desarrollo de la aplicación ha sido una metodología agile, con la realización de pequeños hitos con el objetivo de funcionar como entregas independientes y como proyectos independientes como si de módulos Node se trataran. Este modelo de trabajo ha sido de gran utilidad cuando se ha dado un giro completo al proyecto en la PEC 5 y hemos eliminado el creador de rutas implementado anteriormente e integrado el nuevo. Aunque ha supuesto bastante trabajo ajustar map2gpx al proyecto, las herramientas previamente realizadas no han requerido prácticamente modificaciones.

### **3. 2. Líneas de futuro**

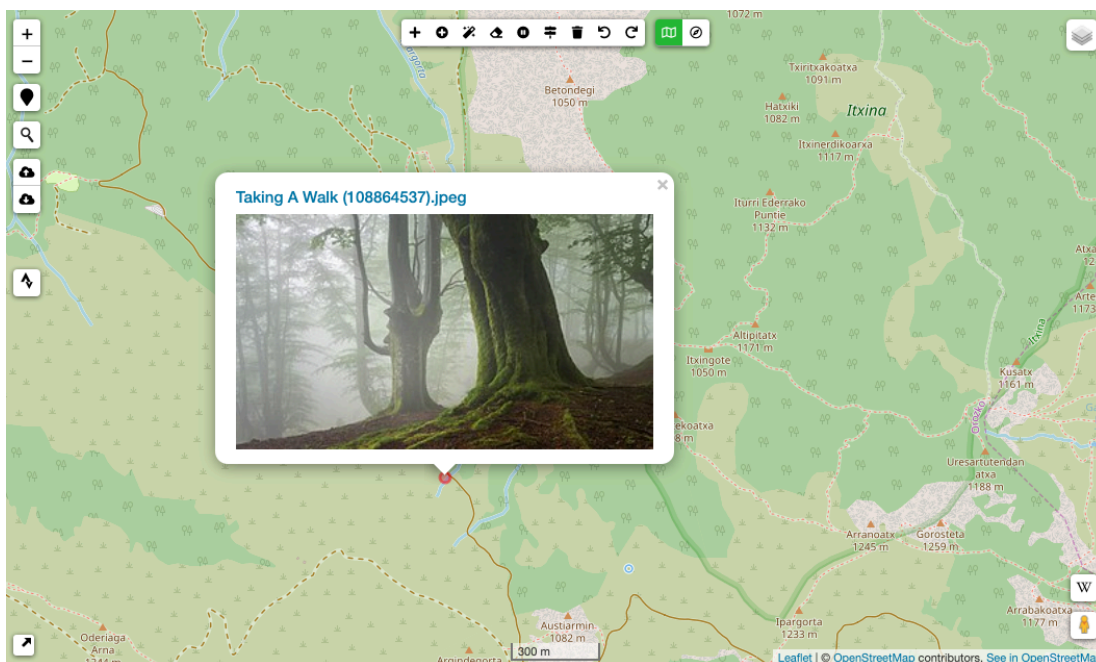
Ya he comentado anteriormente mi afición por la bicicleta de montaña y la posibilidad de usar esta herramienta como planificador de nuevas rutas, pero eso solo es mi afición personal. La realización del proyecto me ha ofrecido conocer en gran profundidad los diferentes servicios de mapas y las diferentes posibilidades de implementación en un proyecto. El objetivo para el futuro es usar este proyecto para mi trabajo.

#### **Gazteukera**

Desde hace más o menos un año, trabajo como gestor web para la Dirección de Juventud del Gobierno Vasco, como funcionario interino. Una de las principales herramientas de comunicación de los programas y actividades del Gobierno Vasco para los jóvenes de esta dirección es la web Gazteukera. La web que me he encontrado es una web mal implementada en el gestor de contenidos del Gobierno Vasco, desfasada, mal estructurada, difícil de mantener, con contenidos desfasados y con otros muchos problemas. Una de las tareas que estoy realizando es la completa renovación de la web. Cuando la web esté renovada y mejorados sus contenidos mi objetivo será implementar este proyecto con ajustes en los diferentes programas de la web:

- Programa Cooperantes: la Dirección de Juventud ofrece a los jóvenes de euskadi la posibilidad de participar en programas de cooperante en países de Latinoamérica, África y Asia con distintas ONGs. Para mostrar la labor realizada, se crearía un mapa con marcas en los diferentes lugares del mundo donde se han realizado acciones, similar o una adaptación a lo

que he realizado en este proyecto para mostrar imágenes de Wikipedia.



- Programa campos de voluntariado juvenil: la dirección también organiza campos de voluntariado juvenil en Euskadi para jóvenes. Cada uno de estos campos se lleva a cabo en un lugar distinto de Euskadi y se mostrarían en un mapa, similar al del programa de cooperantes con los distintos campos y algunos datos sobre los mismos.
- Albergues juveniles: la dirección de juventud gestiona la red de Albergues Juveniles en Euskadi. Se prepararía un mapa con todos los albergues juveniles. Además, para cada albergue se crearía un mapa con su ubicación y las rutas PR y GR que hay cercanas. Se mostrarían imágenes de los entornos, cómo llegar, etc.
- Gazte-txartela (tarjeta joven de Euskadi): recientemente, la Dirección de Juventud del Gobierno Vasco ha renovado la tarjeta joven ofreciendo nuevas ventajas y descuentos a los jóvenes. La idea sería mostrar señaladas en un mapa las empresas y locales que ofrecen descuentos y ofertas con la gazte-txartela a los jóvenes, sobre todo las ofertas de ocio. Así, los jóvenes que planeen realizar un viaje o excursión podrán ver en la zona a la que van las ofertas que podrán disfrutar con la Gazte-txartela.
- Encontrar al webmaster: Llegados aquí, es evidente que me gusta la bicicleta de montaña y disfrutar de la naturaleza. También, me gusta disfrutar con mi trabajo a nivel profesional. Así que, este año me gustaría hacer el camino de Santiago en bici en solitario y propondré a la dirección aprovechar este viaje para promocionar la Gazte-txartela. La idea sería crear una página en la web de Gazteukera con el siguiente contenido:

#### **Busca al webmaster de Gazteukera**

Si vas a hacer el camino de Santiago y ves a una persona recorriendo el camino en bicicleta con un banderín y pegatinas de la Gazte-txartela, párale, es nuestro webmaster que se ha ido a hacer el camino. Hazte una foto con él mostrando tu Gazte-txartela, publícala en Instagram con el hastag #elcaminoconlagaztetxartela. Tendrás un regalo seguro y participarás en el sorteo de xx.



En la web se mostraría un mapa con el recorrido que vaya realizando y con un script se cargarían en el mapa las fotos publicadas en Instagram con ese hastag. Por supuesto, la idea hay que madurarla, consultar con la dirección (quizás me tomen por loco), consultar con la responsable de la Gazte-txartela, etc. Hay que tener en cuenta, que la nueva Gazte-txartela es también carné de alberguista joven y que es válido para la red española REAJ y la red Hostelling internacional, por lo que si finalmente, en lugar del camino de Santiago, podría plantearme una ruta que pasara por diferentes albergues juveniles con un planteamiento similar a este.

- GeoEuskadi: En todos estos proyectos me gustaría añadir como mapa base el mapa de GeoEuskadi, no el de satélite sino el de cartografía. GeoEuskadi ofrece una API, pero no para integrar en librerías como Leaflet, sino para conectarse con un elemento de tipo iframe. Consultaré a ver si es posible integrar el mapa de cartografía con Leaflet. Como ya se ha visto en el proyecto GeoEuskadi ofrece conexión por WMS para integrar múltiples capas de información, pero entre ellas no está la del mapa de cartografía básica, que sería el equivalente al mapa general de Openstreetmap.

# Bibliografía

Strava API: <https://developers.strava.com>

Leaflet: <https://leafletjs.com/>

OpenStreetMap Wiki: <https://wiki.openstreetmap.org>

openrouteservice: <https://api.openrouteservice.org>

GeoEuskadi: <https://www.geo.euskadi.eus>

GEOJSON: <https://geojson.org>

GPX: <https://www.topografix.com/gpx.asp>

GraphHopper Directions API. <https://docs.graphhopper.com/>

[1] Funciones para atletas y creadas por atletas. <https://www.strava.com/features?hl=es-419>

[2] Constructor de Rutas <https://www.strava.com/routes/new>

[3] OpenStreetMap, proyecto colaborativo de mapas editables y libres <https://www.openstreetmap.org>

[4] GPSies, la ruta apropiada para cada actividad <https://www.gpsies.com>

[5] AllTrails, guía de actividades para disfrutar de la naturaleza <https://www.alltrails.com>

[6] The Strava API, <http://developers.strava.com/>

[7] Activities Visualization App, <https://heatflask.herokuapp.com/>

[8] Strava Multiple Ride Mapper <http://www.jonathanokeeffe.com/strava/map.php>

[9] Waymarkedtrails, hiking, <https://hiking.waymarkedtrails.org>

[10] Waymarkedtrails, cycling, <https://cycling.waymarkedtrails.org>

[1] OpenStreetMap Develop. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Develop>

[2] Google Maps. <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/tutorial>

[3] Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). <https://pnoa.ign.es/>

[4] Instituto Geográfico Nacional (IGN). <https://www.ign.es/>

[5] GeoEuskadi. <http://www.geoeuskadi.net/>

[6] Leaflet. <https://github.com/Leaflet/Leaflet>

[7] OpenMapTiles. <https://github.com/openmaptiles/openmaptiles>

[8] OpenLayers. <https://github.com/openlayers/openlayers>

[9] OpenTripPlanner. <https://github.com/opentripplanner/OpenTripPlanner>

[10] GraphHopper Routing Engine. <https://github.com/graphhopper/graphhopper>

[11] BRouter. <https://github.com/abrensch/brouter/>

[12] OptaPlanner. <https://github.com/kielogroup/optaplanner>

[13] Valhalla. <https://github.com/valhalla/valhalla>

[14] Mapbox. <https://docs.mapbox.com/api/>

[15] API de Strava. <https://developers.strava.com/>

[16] List Athlete Activities. <https://developers.strava.com/docs/reference/#api-Activities-getLoggedInAthleteActivities>

[17] Strava Heatmap <https://www.strava.com/heatmap>

[18] AnyGIS Strava auto authorization tool. [https://github.com/nnngrach/strava\\_auto\\_auth](https://github.com/nnngrach/strava_auto_auth)

[1] Leaflet Routing Machine. <https://github.com/perliedman/leaflet-routing-machine>

- [2] togpx. <https://github.com/tyrasd/togpx>
- [3] Leaflet.Elevation. <https://github.com/MrMufflon/Leaflet.Elevation>
- [4] Openrouteservice. <https://openrouteservice.org/>
- [1] Map2gpx. <https://github.com/tmuguet/map2gpx>
- [2] Leaflet-Wikipedia. <https://github.com/MatthewBarker/leaflet-wikipedia>
- [3] leaflet-pegman. <https://github.com/Raruto/leaflet-pegman>

# Anexos

## Currículum Vitae

### Experiencia

Septiembre 2018 – Actualidad

**Gobierno Vasco.** (Álava).

**Puesto:** Gestor web de la dirección de Juventud

Gestión de contenidos, redes sociales, comunicación y web.

Enero 2009 – Septiembre 2018

**PoseLab.** (Vizcaya).

**Puesto:** Manager, diseñador y desarrollador web freelance

Diseño, desarrollo web y móvil.

**Clientes:** ZIV, Diputación de Bizkaia, Forum Sport, Amakin, Bilbozaharra, Dimensión (Euskaltel, Laboral Kutxa, Diputación de Gipuzkoa, Real Sociedad...), Deusto Sistemas...

Diciembre 2002 – Diciembre 2014:

**Comunet.** (Vizcaya). Servicios e-learning y desarrollo de aplicaciones Web.

**Puesto:** Responsable departamento diseño. Dirección de departamento creativo.

Creaciones multimedia en Flash, páginas web, diseño gráfico para imprenta.

**Clientes:** Organismos públicos (bbk, Kutxa,...) y Universidades (CEU, UEM,...).

Marzo 2000 – Noviembre 2002:

**Sarenet.** (Vizcaya). Proveedor de servicios Internet.

**Puesto:** Responsable departamento creativo y jefe de proyectos. Dirección de departamento creativo. Planificación de proyectos, planes de preventa, presupuestos y relación clientes.

Diseño y montaje Web, diseño gráfico para imprenta y creaciones multimedia.

**Clientes:** Vocento (12 periódicos locales, ABC, TESA, Telecinco, ...), Once, Servimedia, Grupo Joly, Chrysler, Panda, Liberty Seguros, Grupo Bergé, Cámara de Madrid, bbk, Diputación de Álava, Iberdrola...

Septiembre 1996 - Mayo 1999:

**Imaxe Publicidad. (A Coruña). Agencia de publicidad.**

**Puesto:** Director de arte y Jefe de estudio.

Dirección y desarrollo de proyectos del área de estudio (proyectos y piezas fuera de campañas publicitarias). Gráfica dirigida a imprenta, periódicos o revistas, retoques de spots, presentaciones multimedia, packaging, identidad corporativa.

Segunda etapa de integración en creación de campañas publicitarias de las grandes cuentas en equipo creativo.

**Clientes:** Inditex (Zara, Pull & Bear, Massimo Dutti,...), Fundación Paideia, Feira Internacional de Galicia, Xunta de Galicia, lácteos Leyma, Cerveza Estrella Galicia, Agua Cabreiroá, Diputación de A Coruña...

Octubre 1994 - Junio 1996:

**Estudio NO. (Salamanca). Empresa de diseño gráfico.**

**Puesto:** Diseñador gráfico. Creación de diseños orientados a la producción impresa para PYMES de la provincia de Salamanca.

**Clientes:** PYME's de la provincia de Salamanca.

### **Formación:**

1999 - 2000:

Cursos de doctorado "Tecnología y Hecho artístico" del Departamento de Dibujo de la facultad de Bellas Artes de la Universidad del País Vasco.

1991-1996:

Licenciado en Bellas Artes, especialidad diseño y audiovisuales. Universidad de Salamanca.

### **Idiomas:**

Inglés C1.

Euskera C1.