

Débora Rebeca Leal San Juan.

*Carreras de montaña en
Canarias: Estadísticas y Rutas.*

Trail Running in the Canary Islands: Statistics
and Routes.

Trabajo Fin de Grado
Grado en Matemáticas
La Laguna, Julio de 2018

DIRIGIDO POR

Hipólito Hernández Pérez.

Hipólito Hernández Pérez.

Departamento de Matemáticas, Es-
tadística e Investigación Operativa.

Universidad de La Laguna,
38271 La Laguna, Tenerife.

Agradecimientos

A mi familia y en particular, a mi madre, por confiar en que algún día acabaría la carrera y convertiría en matemática.

También a todas aquellas personas que han confiado en mí y en algún momento del recorrido me han dado apoyo y fuerzas para que continuara y siguiera adelante, porque no ha sido fácil.

Resumen · Abstract

Resumen

Las carreras de montaña o trail running son un deporte actualmente en auge que se da en muchos lugares del mundo localizándose principalmente en zonas de montaña. Sobre todo en las Islas Canarias hay mucha gente que lo practica, llegando incluso a dedicarse a ello, pues algunas carreras de gran dificultad requieren mucha dedicación: entrenamientos físicos y mentales, práctica de los recorridos, etc. En Canarias se da una gran cantidad de carreras a lo largo del año debido a sus características, islas montañosas y clima subtropical. Suelen haber varias modalidades de cada carrera y están concentradas en la zona norte de las islas capitalinas. Sus recorridos se almacenan en archivos GPX en los que podemos observar cuáles son las rutas de los senderos que los forman y tratar los datos con programas específicos.

Palabras clave: *carreras por montaña – campeonato – copa – modalidades – grafo – GPX – SpatiaLite – QGIS.*

Abstract

In a lot of places around the world today, trail running is a sport mostly practiced in areas where there are mountains. In the Canary Islands there are a lot of people that practice trail running, some of them full time, since many of the trails are of high difficulty and need a lot of preparing: mental and physical training, learning the paths, etc. Each year, numerous races are held in the Canary Islands due to their characteristics such as the mountainous landscape and the subtropical climate. Usually the trails have several modalities and most of them are situated in the northern parts of the islands. The routes by trails are saved in GPX files and these files can be analysed with different softwares.

Keywords: *Trail Running – Championship – Cup – modalities – graph – GPX – SpatiaLite – QGIS.*

Contenido

Agradecimientos	III
Resumen/Abstract	V
Introducción	IX
1. Introducción y Evolución de las Carreras de Montaña.	1
1.1. Carreras de montaña.	1
1.1.1. Tipos de carreras de montaña.	2
1.1.2. Dificultad de las carreras de montaña.	3
1.2. Evolución Internacional.	4
1.3. Evolución en España.	4
1.4. Competiciones.	5
1.4.1. Campeonatos de España.	5
1.4.2. Campeonato de Canarias.	6
1.4.3. Copa de Canarias.	6
1.5. Carreras Internacionales.	7
1.5.1. África.	7
1.5.2. Europa.	7
1.5.3. Asia.	7
1.5.4. América.	8
1.5.5. Oceanía.	9
2. Datos estadísticos.	11
2.1. Carreras de montaña en Canarias.	11
2.2. Modalidades de las carreras de montaña.	17
2.3. Conclusiones.	20

3. Rutas de las Carreras de Montaña en Canarias.	23
3.1. Teoría de Grafos.	23
3.1.1. Grafo.	23
3.1.2. Multigrafo.	24
3.2. Herramientas para tratar las carreras por montaña.	24
3.2.1. Archivos GPX.	25
3.2.2. Sistemas de Información Geográfica.	25
3.2.3. Bases de Datos para Tratamiento Geoespacial.	27
3.3. Rutas de carreras de montaña en Canarias.	29
3.4. Intersecciones de rutas.	32
3.5. Conclusiones.	34
Bibliografía	36
Lista de Tablas	43
Lista de Figuras	45
Poster	47

Introducción

Hay una gran cantidad de carreras de montaña que se organizan en el mundo. Debido a que relativamente es reciente la historia de las carreras por senderos como deporte organizado, son muy pocas las entidades organizadoras que tengan una larga tradición o reputación.

En comparación con las carreras de atletismo en general, a menudo existe un menor número de participantes, siendo también limitado su cupo. Esto se debe a varias razones como la estrechez de los senderos, las limitaciones de los parques nacionales por donde muy a menudo se corre, la seguridad y el cuidado del medioambiente donde esta se desarrolla.

En esta memoria trataremos todo tipo de información sobre las carreras de montaña. En el capítulo [1](#) veremos la historia de las carreras de montaña, así como su evolución tanto en el ámbito internacional como nacional, haciendo hincapié en las Islas Canarias. En el capítulo [2](#) se muestran los resultados de varios estudios sobre las características recopiladas de las diferentes carreras y modalidades: las distancias recorridas, lugares, tiempos, fechas, desniveles, etc. También se muestra de donde provienen las rutas de las carreras y su relación con las matemáticas. De estas últimas trataremos diferentes proyectos que se podrían llevar a cabo. Todo esto último lo veremos en el capítulo [3](#).

Introducción y Evolución de las Carreras de Montaña.

1.1. Carreras de montaña.

Carrera de montaña o carreras por senderos [1], conocido en inglés como *trail running*, es un deporte que consiste en correr por senderos de montaña, pistas o caminos secundarios, a través de montañas, cerros y montes, cruzando arroyos y ríos, con grandes subidas y abruptas bajadas, a diferencia de lo que ocurre en el senderismo. Tanto la naturaleza del terreno, como el desnivel del recorrido y la distancia de la que se trata, son características fundamentales de la carrera.

Las carreras de montaña se diferencian de las carreras de campo a través en la pendiente –el *trail running* o carreras de montaña suelen realizarse en senderos con importantes desniveles– y en la distancia recorrida, la cual es mucho más larga en las de montaña. En las carreras de campo a través se corren distancias cortas, rara vez más de 12 kilómetros.

Las carreras de montaña se desarrollan tanto en épocas estivales como invernales y son una modalidad deportiva que puede desarrollarse en alta, media y baja montaña.

Los deportistas que participan en estas competiciones no sólo tienen que ser rápidos, sino demostrar una enorme capacidad de resistencia.

La distancia mínima para que un circuito sea considerado competición oficial es de 21 kilómetros, con un desnivel mínimo acumulado en subida de 1.000 metros. El recorrido de las competiciones será siempre por pistas y caminos no asfaltados, senderos, barrancos, etc. y el recorrido de la carrera no superará el 50 % de pista transitable para vehículos. Dependiendo del terreno en que se realice la competición, pueden hacerse ascensos y descensos con cuerdas, aunque

la zona trepada no puede superar el grado II de dificultad o los 40° de pendiente.

Las competiciones están reguladas por el Reglamento de Competiciones de Carreras por Montaña FEDME [2], definiéndose como una disciplina incluida dentro del conjunto de actividades que recogen los estatutos de la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada, aprobados por el Consejo Superior de Deportes.

En el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias, el organismo encargado de regular dichas competiciones, es la Federación Canaria de Montañismo y lo hace mediante el presente Reglamento de Competiciones de Carrera por Montaña.

1.1.1. Tipos de carreras de montaña.

Las carreras de montaña pueden ser de las siguientes formas según su recorrido [3]:

Carreras de baja montaña: Son aquellas carreras que sobrepasan en algún punto del recorrido los 300 metros de altitud y no sobrepasan los 1000 metros en su cota máxima.

Carreras de media montaña: Son aquellas carreras que sobrepasan en algún punto de su recorrido los 1000 metros de altitud.

Carreras de alta montaña: Son aquellas carreras que sobrepasan en algún punto de su recorrido los 2000 metros de altitud.

Según esta clasificación, podemos obtener las siguientes variantes de carreras de montaña:

- En baja y media montaña:

Mountain running: entre 10 a 12 km con 1000 m de ascensión, o ascensión y descenso con 600-700 m, con una duración entre 40 y 50 minutos.

Trail: entre 20 y 50 km con desniveles de 200 a 400 m por cada 10 km.

50M: típica de Estados Unidos; son carreras de 80 km con desniveles entre 2000 y 4000 m y una duración de 6-7 horas para los primeros.

100M: característica de Estados Unidos también; son carreras de 160 km con desniveles entre 2000 y 7000 m, y una duración entre 14 y 16 horas para los primeros y hasta 30 horas para el resto de corredores.

- En alta montaña:

Kilómetro Vertical: entre 2 y 5 km con 1000 m de desnivel, y una duración entre 30-40 minutos.

Skyrace: entre 20-30 km con desniveles entre 2000 y 3000 m, duración de 2 a 4 horas y a una altitud entre 2000 y 6000 metros, con zonas técnicas.

Sky marathon: 42 km técnicos con desniveles entre 3000 y 4000 m y una duración de 4 horas, y en ocasiones hasta 6-7 horas.

Ultra trail: larga distancia entre 100-120 km en alta montaña y cierta autonomía del corredor.

Carreras en descenso: nueva modalidad de 5 a 10 km de descenso y con recorridos técnicos.

- Outdoor:

Carreras en el desierto: entre 100 y 200 km o de varias etapas en el desierto, en semiautonomía.

Carreras árticas: entre 42 y 100 km en la Antártida, Alaska o Groenlandia.

Carreras por etapas: entre 20 y 50 km durante 5-10 días.

Urban Trail: se aprovecha el relieve de ciudad para crear un entorno natural artificial (escaleras, rampas, parques, etc).

1.1.2. Dificultad de las carreras de montaña.

La dificultad de las carreras de montaña se miden por los diferentes tipos de desniveles en la jerga del *trail running* [4]:

1. Desnivel positivo: son los tramos en los que subes.
2. Desnivel negativo: son los tramos en los que bajas.
3. El desnivel acumulado: suma de los dos primeros.

Según estos desniveles podemos obtener la pendiente de los tramos de la carrera, que es la relación entre el desnivel positivo y la distancia horizontal del mismo. El corredor de montaña al referirse a una pendiente lo hace en porcentajes que se obtiene según la siguiente fórmula:

$$Pendiente = \frac{desnivelpositivo}{distanciaenhorizontal} \cdot 100$$

Para medir la dificultad de la carrera es necesario saber los desniveles pues al tratarse de carreras de montaña, son estos quienes indican la intensidad de las mismas. Para ello tenemos la siguiente fórmula, que nos relaciona la distancia recorrida con el desnivel positivo de la carrera:

$$Coeficiente\ de\ dificultad = \frac{distancia \cdot desnivelpositivo}{1000}$$

Por tanto, en términos generales, concluimos que:

- Dificultad baja: el desnivel acumulado de la prueba es menor de 600 m.
- Dificultad media: el desnivel acumulado está ente 600 y 1000 m.
- Dificultad muy alta: el desnivel acumulado es de más de 1000 m.

1.2. Evolución Internacional.

La historia del *trail running* [5] está muy ligada al desarrollo de la carrera a pie y muchas veces está unida a experiencias de ultrafondo. Este es el caso de las primeras carreras de *trail running* de las que se tiene constancia en Japón y que eran realizadas por monjes budistas que llevaban a cabo carreras extremas en 300 días, corriendo 40 kilómetros cada día durante 100 días consecutivos. Posteriormente, el cuarto y quinto año, 60 kilómetros al día durante 100 días consecutivos y finalmente, el año séptimo, 84 kilómetros al día durante otros 100 días consecutivos. Y todo ello calzados con sandalias.

También en México, los Raramiri eran indígenas que vivían en las montañas de la Sierra Madre y durante más de 400 años trazaron y recorrieron corriendo caminos de montaña para realizar intercambios comerciales. Fueron también precursores del *trail running*. El famoso Fidípides, padre del maratón, es conocido también por haber realizado una carrera de 240 kilómetros por los caminos de Grecia.

Su origen, como carrera organizada, se remonta a Egipto, en el año 3800 a.C. y desde ese año su práctica fue creciendo en popularidad, aunque en algunos casos con una cierta superposición conceptual con el cross o campo a través. No fue hasta el año 1995 que la Federación Inglesa de Atletismo lo aceptó como una modalidad deportiva oficial y definió las carreras de *trail running* como aquellas que se celebran en caminos públicos a los que no tiene acceso el tráfico rodado.

Todas estas experiencias forman, por tanto, parte de la historia del *trail running*, deporte que se ha convertido en una experiencia muy practicada en Gran Bretaña y el resto de Europa, tal vez asociada a la extensa red de caminos apropiados para practicar esta exigente modalidad deportiva. También es muy popular en Estados Unidos y en Australia.

1.3. Evolución en España.

La evolución en España [6], de las carreras de montaña, ha sido bastante considerable pues la primera edición de Galarleiz, la maratón de montaña más antigua de España, fue en el año 1995. Se organizaba entre las localidades de San Pelayo (Burgos) y Zalla (Vizcaya). A partir del año 2017 no se celebra ya que discurre por una zona protegida.

A pesar de esto, el año clave fue 1997, en el que se hizo la Aneto *X-treme*, en Huesca (Aragón). También surgió el Circuito Alpino Aire Libre-Corricolari y la carrera del Fontún. Luego fueron apareciendo carreras emblemáticas, bastante

duras pero que no envidiarían a muchas ultras que se celebran ahora en lugares de Barcelona como Berga, el Fraile, etc.

En aquella época no había reglamento tan específico como ahora puesto que no había ni surgido ni la especialidad de carreras de/por montaña en la FEDME.

Como viene siendo costumbre en este país, casi todo lo relacionado con deportes de aventura entra por los Pirineos, importado de los franceses, pioneros junto con los americanos en muchas de estas prácticas. Ellos crearon las dos pruebas clásicas, emblemáticas y de mayor repercusión que hay actualmente, tanto de una sola etapa, como por etapas: el *Ultra Trail* del *Mont Blanc* y la *Marathon des Sables*, que son actualmente las más cotizadas pues es casi imposible conseguir un dorsal. Estas fueron un gran descubrimiento ya que, en aquella época, cualquier distancia superior a cincuenta kilómetros era ya una locura. Con el paso de los años fueron aumentando tanto el número de participantes como de carreras.

1.4. Competiciones.

Las distancias en carreras varían ampliamente desde los 5 km a más de 150 km. Cada 5 o 10 kilómetros a lo largo del recorrido se ubican avituallamientos que suministran alimentos y bebidas mientras dura la competencia. La mayoría de las carreras de montaña poseen una única etapa donde el tiempo de los competidores se calcula restando el tiempo de parada en los puestos de socorro al tiempo total logrado por el deportista. Sin embargo, existe una mayor tendencia a que correr por senderos se realice por etapas y en varios días, con apoyo completo a los corredores y asegurando que tengan la mayor comodidad posible entre etapas. Esto suele ocurrir en algunas de las diferentes competiciones.

1.4.1. Campeonatos de España.

Los campeonatos de carreras de montaña en España [7] están formados por las siguientes modalidades o categorías:

Carreras por Montaña en línea individual y por Selecciones Autonómicas.

El 26 de abril de 2017, se lleva a cabo en Alhaurin El Grande, Málaga. Recorrido de 31 Km y 2.150 metros de desnivel positivo. La organiza el Club Alpino Benalmádena Irontriath.

Carreras por Montaña Kilómetro Vertical.

Se realizó el 7 junio de 2017 en Fuente Dé, Cantabria. Recorrido de 4,6 Km y 1.070 metros de desnivel. Está organizada por la Agrupación de Empresarios de Hostelería y Turismo del Valle de Camaleño.

Carreras por Montaña Ultra.

Se llevó a cabo los días 26 y 27 junio de 2017 en Navacerrada, Madrid. Supone un recorrido de 112 Km y 5.100 metros de desnivel positivo. La organiza la R.S.E.A. Peñalara.

Carreras por Montaña Clubs.

El 15 de noviembre de 2017 se llevó a cabo en Serra, Valencia. El recorrido consiste en 25,5 Km y 1.700 metros de desnivel positivo. La Organiza la C x M Valencia.

1.4.2. Campeonato de Canarias.

Campeonato de Canarias de Carreras por Montaña.

Este campeonato será individual y por equipos, aterrizando en el municipio de Artenara, Gran Canaria. El 16 de junio, los corredores se jugarán a una sola carta ser los ganadores del campeonato regional en la Artenara *Trail*.

Campeonato de Canarias de Ultradistancia.

El ganador de este campeonato se decide el 9 de junio en la *Bluetrail Trail* en Tenerife.

Campeonato de Canarias de Kilómetro Vertical.

Es un campeonato individual y por equipos, que se celebra el 28 de abril en Valsequillo, con la Vertical de San Miguel.

Campeonato de Canarias de Carreras Verticales.

Este campeonato es individual y por equipos, que se celebra en La Palma, el 26 de mayo. La prueba encargada de dar a conocer el campeón de Canarias de Carreras Verticales será la Vertical Prois de Candelaria.

1.4.3. Copa de Canarias.

La Copa de Canarias de Carreras por Montaña la conformarán [8] las siguientes carreras: Entre Cortijos (Gran Canaria), *Trail* Las Vegas (Gran Canaria), *Traiña Trail* Mogán (Gran Canaria), Desafío de Los Picos (Gran Canaria), *Full Moon Trail* (La Palma), Santa Cruz *Extreme* (Tenerife). Los corredores deberán finalizar cuatro de estas seis pruebas para puntuar la Copa.

1.5. Carreras Internacionales.

A continuación, listamos las principales carreras que tienen lugar en todo el mundo [9]:

1.5.1. África.

- Península *Ultra Fun Run*: 80 kilómetros (Sudáfrica).
- *Rhodes Trail Run*: (Sudáfrica).
- *Kalahari Augrabies Extreme Marathon*: (Sudáfrica).
- Ultramaratón del Cañón del río Fish: (Namibia).
- *Grand Raid* de Reunión: (Francia).

1.5.2. Europa.

- Carrera por montaña Boca del Infierno: Selva de Oza, 25km (D+ 1500 m) y 15 km (D+ 1000 m), (España).
- *Barcelona Trail Races*: de 10 km a 85 km (España).
- *Trail 2 Heaven*: 48 km (D+ 2457 m) (España y Francia).
- *Ultra-Trail du Mont-Blanc*: 166 km (Francia e Italia).
- *Ultra Trail* El Rincón: 170 km, 100 km y 34 km (España).
- *Quiroga Trail Challenge*: circuito con 2 pruebas, *Trail do Castelo* (64 km - D+3500, 42 km - D+2400, 25 km - D+1500 y 15 km - D+800) y *Trail do Lor* (64km - D+3750, 42 km - D+2550, 25 km - D+1550 y 15 km - D+1000), (España).
- Circular de Tejada: 70 km, 41 km, 21 km y 12 km (España).
- Ultra Mallorca Serra de Tramuntana: 112 km (D+4500), 67 km (D+2500) y 44 km (España).
- *Formentera All Round Trail*: 72.5 km (España).
- *Trail Menorca Camí de Cavalls*: 185.3 km (España).
- *Trail de Vilatuxe*: 33 km y 14 km (España).
- *Tor des Géants*: 330 km (D+ 24 000 m), (Italia).
- *Gran Trail Peñalara: Cross* Nocturno Navacerrada 11,8 (D+ 400), TP-60 km (D+ 2750 m) y GTP-110 km (D+ 5100 m), (España).
- *Batega al Bac*: 26 km, más de 1450 m, (España).
- *Trail Pirata* - Jerez de la Frontera: 22 km en la sierra de San Cristóbal, (España).

1.5.3. Asia.

- *Kokoda Race Challenge*: 96 km.
- *Ultra-Trail* Mt. Fuji (UTMF): 161 km (desde 2012).

- *Hasegawa Tsuneo Cup* (Japan Mountain Endurance Race): 71.5 km (desde 1993).
- *Trans Japan Alps Race*: 415 km (desde 2002).

1.5.4. América.

- *Ultra Trail* de México: Huasca de Ocampo Hidalgo. 37.5 km, 50 km, 100 km (México).
- *Chicamocha Canyon Race*: 116 km, 166 km. San Gil/Santander, Cañón del chicamocha, (Colombia).
- *Trail Running* Laguna Negra: 42 km (altitud máxima de 4 100 m) Villamaría, (Colombia).
- Gran Travesía de los Valles Ultra Trail: 60 km (D+ 4500m), (Chile).
- *Merrell Trail Tour*: 42 km Guatavita Cundinamarca (Colombia).
- *The North Face K42*: Cali (Colombia).
- *Trial Run Rural Fitness*: 30 km Calima Darien, (Colombia).
- Del mar a la Cima: 60 km, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia).
- *Raid* [10] de los Andes: 80 km, (Colombia).
- *Ultra Caballo Blanco*: 80 km (México).
- *Western States Endurance Run*: 160 km, California (E.E.U.U.).
- *Vulcano Ultra Trail Chile*: 80 km, (Chile).
- *Leadville Trail 100*: 160 km, Colorado (E.E.U.U.).
- *Ultra Trail Andes Infernal Chile*: 51 km (altitud máxima de 5 424 m), (Chile).
- *Badwater Ultramarathon*: 217 km, California (E.E.U.U.).
- *Merrell Challenge Pachacamac*: 11.6 km, California (E.E.U.U.).
- *Ventania Trail Running Sport Club*/Argentina extrema : 30 km, (Argentina).
- Desafío de Lava: 21 km (Guatemala).
- *Ruco Ultra Trail*: 10 km, 30 km, 70 km, 110 km. Quito (Ecuador).
- El Desafío *Run Series*: 10 km, 20 km, 50 km. Lloa (Ecuador).
- *Chota Trail*: 10 km, 35 km, 60 km. Ibarra, (Ecuador).
- *North Face Endurance Challenge*: 60 millas, Quito-Cochasqui, 80 km, (Ecuador).
- *Ultra Trail Torres del Paine*: 109 km, (Chile).
- Trilogía de Montañas de Monterrey: 90 km entres La Silla/Mitras/Chipinque, (México).
- Desafío a los senderos del Calamuchita: 21 km, Rio Tercero, Córdoba, (Argentina).
- Maratón *Trail* El Zumbador: (42 km), D+ 2500 m, altitud 3380 m, Táchira, (Venezuela).
- *KSeries Salomon*: K21 y K42 Argentina, (Brasil, Perú y Chile).
- Desafío del Río Picagres: 15 km, (Costa Rica).

- *Otavallo Trail*: 5 km, 10 km, 25 km Otavallo (Ecuador).
- *Ultra-Trail* Guaraní: 100 km, 50 km, 22 km y 10 km (Paraguay).

1.5.5. Oceanía.

- *Kepler Challenge*: 60 km. Incluye también la *Grunt Luxmore*: 28 km, (Nueva Zelanda).
- *The Kokoda Challenge*: 96 km (Australia).

Datos estadísticos.

2.1. Carreras de montaña en Canarias.

Debido a que las Islas Canarias se caracterizan por su buen clima y su relieve montañoso, recogen un gran número de carreras por montaña todos los años. La gran participación a éstas hace que la mayoría tengan varias modalidades, consiguiendo así que cualquier tipo de corredor según sus condiciones físicas, pueda disfrutar de este deporte.

Número	Nombre Carrera	Nº Modalidades
1	III Chanajiga Trail [11]	2
2	VII Trail Nocturno de Tegueste TNT [12]	1
3	V Desafío GR130 [13]	1
4	I Pílancones Tunte Trail [14]	2
5	IV Crono Tejeda Trail [15]	1
6	III Calzadas de Mazo [16]	1
7	Trail La Candelaria [17]	3
8	XI Maratón del Meridiano [18]	5
9	V Ruta Los Molinos [19]	3
10	XV Media Maratón Campo a través Ciudad de Arucas [20]	2
11	VII Media Maraton por Montaña de Arico [21]	2
12	VI Teneguía Trail [22]	1
13	III Desafío 8ª Isla [23]	3
14	X Transgrancanaria [24]	5
15	VI Carrera de montaña de Guia de Isora [25]	2
16	II LPA Trail [26]	2
17	Trail Acantilados del Norte [27]	1
18	IV Pajarote Trail [28]	1

Número	Nombre Carrera	Nº Modalidades
19	VII Trail Fuente Alta Vilafior [29]	4
20	VI Circular Extrema Villa de Moya [30]	3
21	IX Media Maratón Montaña de Acentejo [31]	2
22	II Carrera de Montaña Villa de Hermigua [32]	2
23	VII Reventon Trail [33]	4
24	VI Entre Cortijos [34]	2
25	Trail Las Maretas [35]	2
26	Pinolere Trail [36]	3
27	II FuenkaTrail 7K Contrarreloj [37]	1
28	II Lagar Trail [38]	3
29	V Circulas Los Catalanos [39]	1
30	III Circuito Trail Woman Canarias [40]	2
31	Bicácaro Trail [41]	1
32	III Circular de Santa Rita [42]	1
33	III Vertikal San Miguel [43]	1
34	VIII Carrera de Montaña Solidaria El Román [44]	2
35	I Trail Las Vegas de Valsequillo [45]	2
36	IX Transvulcania [46]	4
37	I Angostura Trail [47]	1
38	III Circular Montaña de Cardones [48]	2
39	VIII Fonteide Teno Trail [49]	1
40	XII Arretranco Race [50]	1
41	IV Trail Solidario Cruz Roja [51]	2
42	X Circular Tejeda [52]	4
43	II Vuelta Trail [53]	1
44	K21 La Guancha [54]	2
45	II Vertical Proís de Candelaria [55]	1
46	VII Asomadero Trail [56]	1
47	VII Carrera del Ravelo-Sauzal [57]	3
48	VIII Trail Atlefulca [58]	2
49	Tenerife BlueTrail [59]	5
50	VI Cisnera Trail [60]	3
51	Artenara Vertical [61]	1
52	Artenara Trail [62]	3
53	Mazukator Trail [63]	1
54	VIII Aduares Run [64]	1
55	Lanzarote Wine Run [65]	2
56	IV Circular Las Carboneras [66]	1
57	I The Rock Gáldar [67]	3
58	IV Trail Los Giles [68]	2

Número	Nombre Carrera	Nº Modalidades
59	VII Carrera de Montaña de Saucillo [69]	1
60	IV Traiña Trail Costa Mogán [70]	4
61	Trail La Vegueta Piel de Toro [71]	1
62	I Carrera de Montaña de Aripe [72]	1
63	Transajaches [73]	2
64	V Vertical de Güímar [74]	1
65	Tricias Trail [75]	1
66	IX Subida Vertical El Sauzal [76]	1
67	VI Circular Taganana Trail [77]	1
68	V Adeyahamen Trail [78]	1
69	XXVII Cross Popular de Tamaimo de Santa Ana [79]	2
70	Desafío Los Picos [80]	3
71	VI Cross Trail de Pájara [81]	1
72	VII Carrera Nocturna Ciudad de Guía [82]	2
73	IV Plenilunio Trail Tejeda [83]	1
74	Carrera Popular Barranco del Quiquere [84]	2
75	Argual Lavaderos Trail [85]	1
76	Cross Matancero Tinguaro [86]	1
77	V Trail Villa Marinera [87]	2
78	V Tabique Trail [88]	1
79	Ultra del Nordeste [89]	3
80	IV Bio Trail [90]	2
81	XIV Carrera Vertical Subida del Panadero [91]	1
82	V Trail Nocturno Desafío al repetidor [92]	1
83	III Famara Total [93]	4
84	II Trail Camino de las Fuentes [94]	1
85	V Trail Roque Negro [95]	2
86	VII Full Moon Trail [96]	3
87	VI Gomera Paradise Trail [97]	3
88	VIII La Noche Mágica [98]	2
89	Carrera Vertical El Risco [99]	1
90	III Cronoescalada El Sauzal [100]	1
91	V Circular La Goleta [101]	2
92	Diente de Sierra Trail [102]	3
93	I Icod Alto Trail-Camino de Cochineros [103]	1
94	IV Cencerra Trail [104]	1
95	V Trail La Sabinita [105]	2
96	IV Ruta Faro a Faro [106]	2
97	Half Marathon Des Sables [107]	1
98	Kilometro Vertical [108]	1

Número	Nombre Carrera	Nº Modalidades
99	V Circular Trail San Miguel de Abona [109]	1
100	VIII Cabra Trail [110]	3
101	Relevos Trail El Cuchillo [111]	1
102	Medio Km Vertical de Garachico [112]	1
103	IV Acebuche Trail [113]	2
104	Trail Santa Cruz Extreme [114]	3
105	Tinajo YouTrail [115]	3
106	II Trail 3.0 [116]	1
107	Ruta Doramas [117]	2
108	VII Media Maratón Castañate Las Patas [118]	2
109	II Entremontañas Paralelo 28 [119]	3
110	VI Travesía Trail [120]	1
111	II Escanfraga Trail [121]	2
112	II Veneguera Trail [122]	2
113	Haría Extreme ultra [123]	4
114	IXX Cross de Pájara [124]	1
115	X El Tanque [125]	2
116	IV Laurisilva Trail [126]	1
117	VII Subida Vertical a la mesa de Candelaria [127]	1
118	VI Isleta Extreme Canarias 50 [128]	2
119	VIII K42 Anaga Maratón [129]	4
120	I Breña Alta Trail [130]	1
121	VIII Tamadaba Trail [131]	2
122	III CanaryAloe Circular de Tetir [132]	3
123	IV Neblina Tres Valles [133]	2
124	VII Garafía Navidad Trail [134]	1
125	III San Silvestre Tejina Trail [135]	1
126	VI Anaga Trail Solidario [136]	1

Tabla 2.1: Carreras por montaña en Canarias.

La tabla 2.1 muestra un listado de las carreras oficiales de las cuales se ha recopilado información sobre: ubicación, modalidades, kilometraje, duración, recorridos, desnivel, etc. Podemos ver que son un total de 126 carreras realizadas durante todo el año 2017 en las 7 islas que forman las Islas Canarias: Tenerife, La Palma, El Hierro, La Gomera, Gran Canaria, Lanzarote y Fuerteventura. La Graciosa no se considera una isla como tal ya que sus dimensiones no son considerables, sino que forma parte del Archipiélago Chinijo junto con Montaña Clara y Alegranza. Junto con estas dos últimas se encuentra el islote de Lobos, que también forma parte de las Islas Canarias, en las cuales no se realiza ninguna carrera.

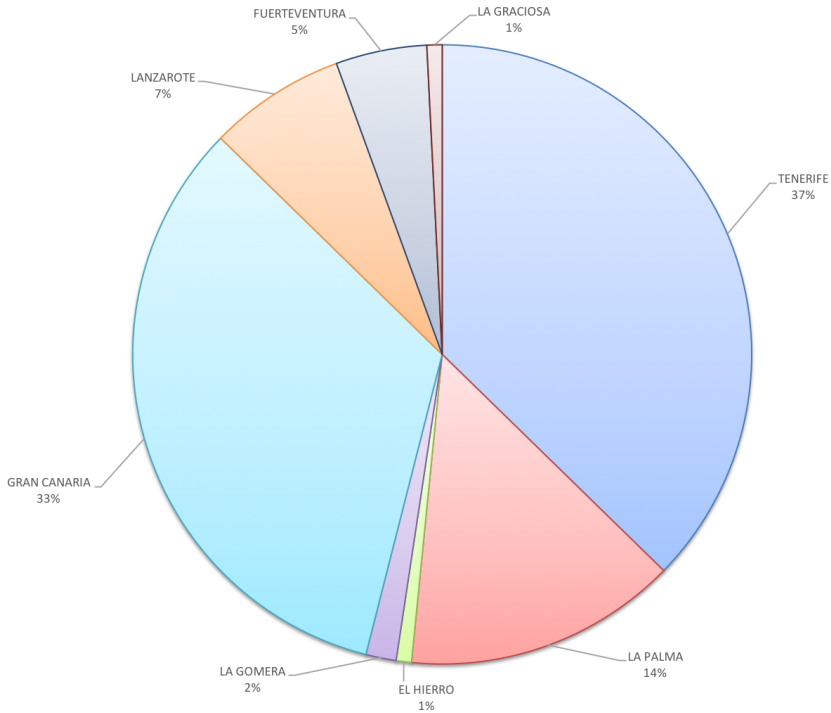


Figura 2.1. Porcentajes de carreras por islas.

En la figura 2.1 podemos ver como el mayor número de carreras durante el año se concentran en las islas capitalinas, Tenerife y Gran Canaria. Poseen una gran diferencia respecto al resto pues ambas superan el 30% de carreras, siendo en Tenerife un total de 47 carreras y en Gran Canaria, 42 carreras. Por el contrario, las islas con menos afluencia coinciden con las menos montañosas y las más pequeñas, como son La Graciosa, El Hierro, La Gomera, Fuerteventura y Lanzarote con 1, 1, 6 y 9 carreras, respectivamente. La isla de La Palma posee un total de 18 carreras oficiales, con una muy importante como es la Transvulcania Trail. Teniendo en cuenta que la superficie de La Palma es casi tres veces menos que Tenerife y esta última tiene una población 9 veces mayor que la de la Isla Bonita, llegamos a la conclusión de que, aunque La Palma tenga la mitad de carreras respecto a las islas capitalinas, está bastante solicitada y todo debido a sus maravillosas características para poder realizar este deporte.

En cuanto a los meses donde ocurre el mayor número de carreras, en la figura 2.2 podemos ver que coincide con aquellos donde escasea la lluvia y mal tiempo, concentrándose así en la época de primavera-verano. Están más concen-

tradas en Junio y Agosto llegando a 15 carreras cada mes, frente a las 7 y 8 carreras que ocurren en los meses de la época de otoño-invierno.

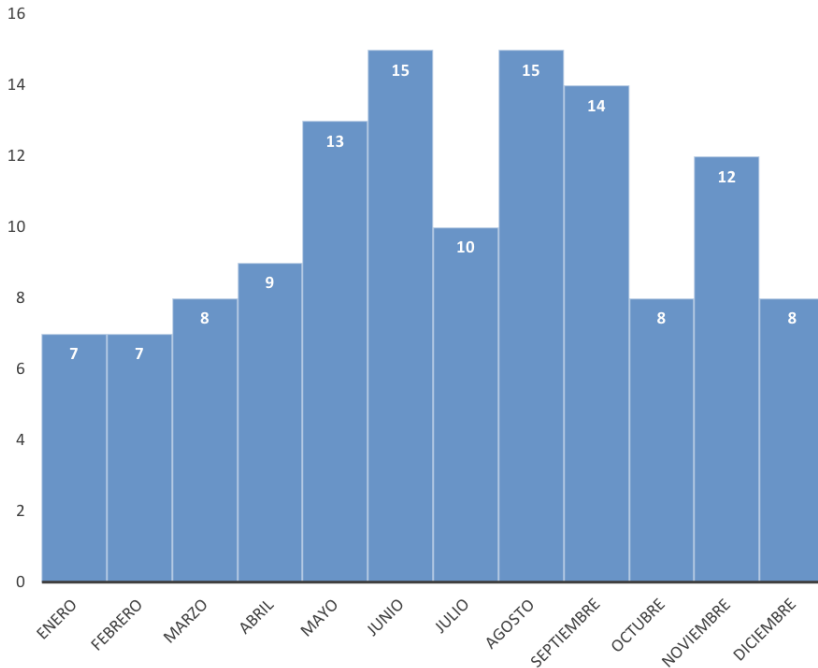


Figura 2.2. Número de carreras por mes.

No hace muchos años del auge de este deporte, pues no de todas las carreras oficiales se han llevado a cabo muchas ediciones. Según nuestra figura 2.3, obtenida de la recopilación de datos, podemos apreciar como tienen más o menos una antigüedad de 7 años, puesto que a partir de esta edición, el número de carreras con dicha característica comienza a disminuir considerablemente. También hay que tener en cuenta que de todo el listado no pudimos encontrar las ediciones celebradas y tenemos un total de 27 carreras de las cuales no sabemos el número de veces que se han llegado a celebrar.

Referente al número de modalidades que existe por cada carrera, no llegan a más de 5 ninguna de ellas. La mayoría realizan una única modalidad, aunque podemos ver que una gran cantidad de carreras poseen tanto 2 como 3 modalidades, 39 y 20 carreras, frente a las 56 que solo tienen una. Estas diferentes modalidades aportan, a esas carreras, varios tipos de dificultad ya que suelen

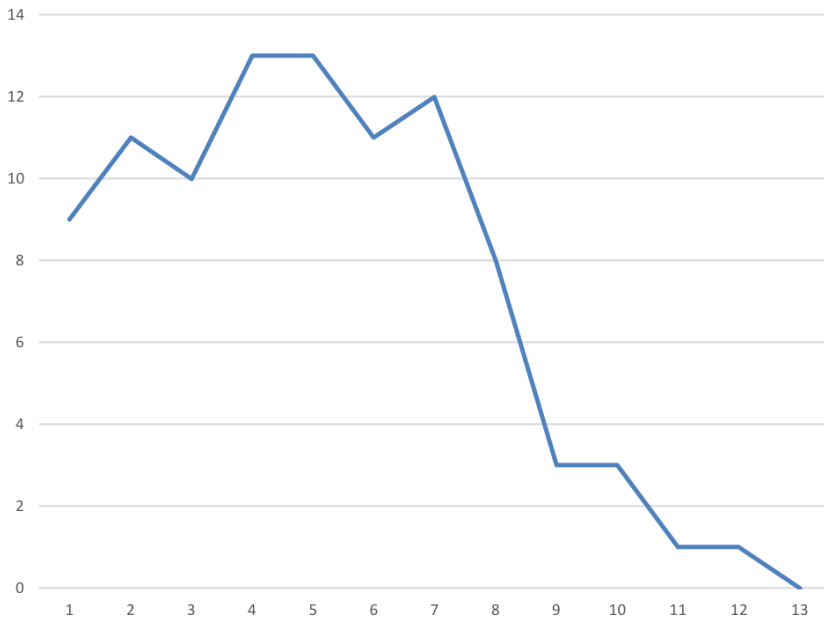


Figura 2.3. Número de ediciones por carrera.

constituir diferentes distancias.

En la figura 2.4, como bien hemos dicho, podemos apreciar como la mayoría tiene una única modalidad, el 45 %, aunque otro gran número de carreras tiene dos modalidades, el 31 %. Esto es muy común ya que suelen hacer una carrera de muchos kilómetros y otra de poca distancia. Las carreras de tres modalidades ocupan un porcentaje bastante alto, pero a partir de este número ya disminuye de forma considerable, llegando únicamente hasta cinco modalidades alguna de ellas.

2.2. Modalidades de las carreras de montaña.

En cuanto a las características de las modalidades, la primera que podemos ver es el kilometraje de cada una. Agrupando por intervalos apreciamos, en la figura 2.5, que las distancias más asiduas son de 10 a 20 kilómetros, pues suponen un total de 92 modalidades. Las siguientes más comunes son las de 1 a 10 kilómetros y de 20 a 30 kilómetros, con 50 y 49 carreras, respectivamente. Hay 15 y 17 modalidades que son de, 30 a 40 y de 40 a 50 kilómetros, respectivamente. El resto, a partir de 50 kilómetros, no son nada comunes, aunque hay

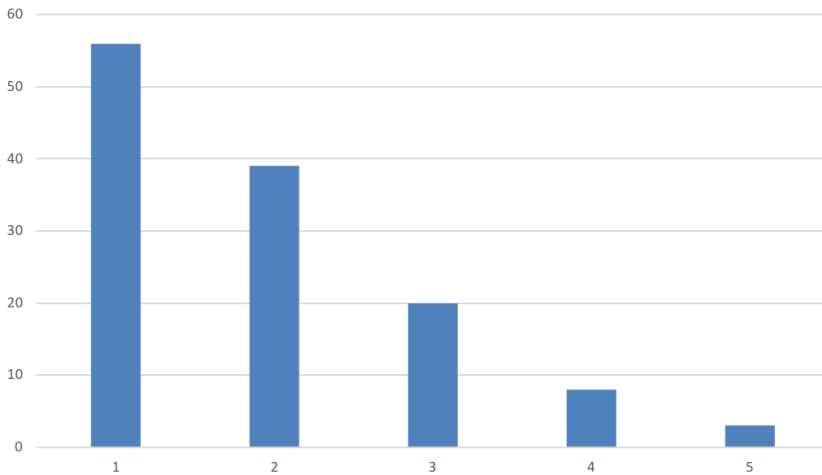


Figura 2.4. Número de modalidades por carreras.

alguna que otra modalidad de carreras conocidas con tanto kilometraje como: Transvulcania, Transgrancanaria, Ruta Faro a Faro, *Half Marathon des Sables*, Tenerife *Bluetrail*, *Haría Extreme Ultra*, etc. En la gráfica solo llegamos hasta los 180 kilómetros ya que, a partir de esa distancia, solo existe una modalidad que lo supere. Esta es la carrera 360°, la cual es una modalidad de la Transgrancanaria, que recorre 269 kilómetros en total.

Sobre el tiempo máximo que deben durar las carreras, en muchas no lo especifican pues como se trata de llegar el primero como en cualquier carrera, no hace falta. Aún así, hay algunas que lo dan como dato informativo. En la figura 2.6 se puede apreciar como la relación entre los minutos que más suelen tardar por kilómetro recorrido son de 12 a 14 minutos. Esto quiere decir que la mayoría de modalidades, son carreras de largas distancias por lo que la duración es mayor y tardan más en recorrer los kilómetros de las mismas teniendo los corredores que dosificarse para poder llegar a meta. Aún así, como en el resto de datos, no encontramos la duración media de todas las carreras por lo que son estudios orientativos y podría variar si recopiláramos el total de estos. También podría variar por existir carreras de pocos kilómetros que dan una duración máxima alta para que la pueda realizar cualquier persona y incluso llegando a llevar a cabo el trayecto caminando.

El desnivel que se acumula en cada carrera, suele ser bastante alto debido a que la mayoría están realizadas en islas montañosas siendo así una característica principal de este tipo de deporte. De todas no pudimos encontrar dicha información, pero podemos apreciar que la mayoría ronda un desnivel entre 500 y 1000

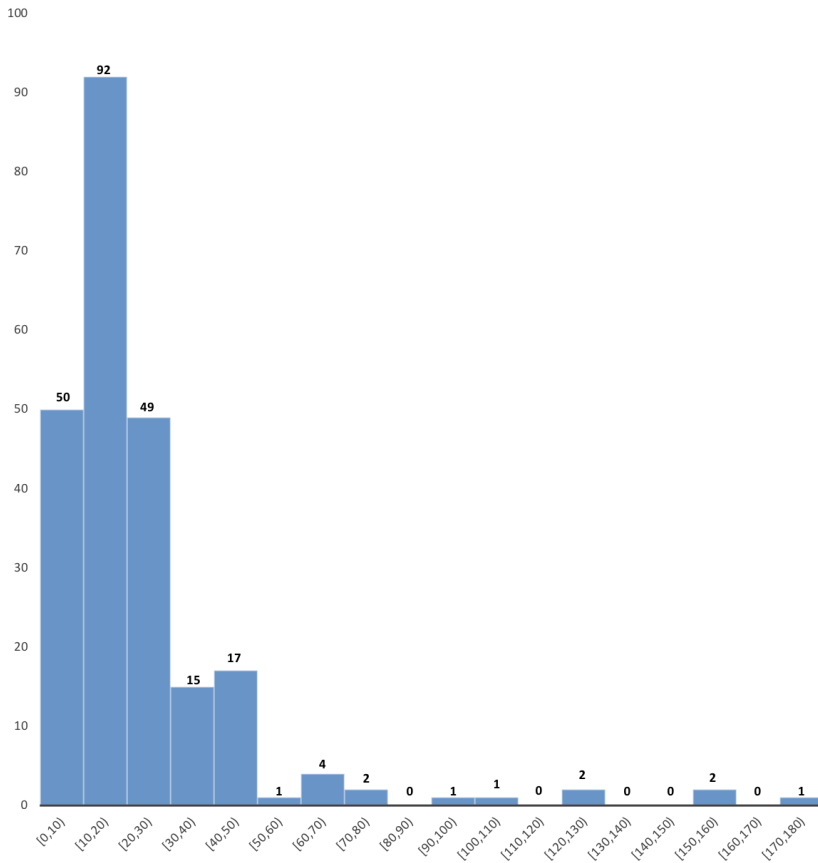


Figura 2.5. Número de modalidades por kilómetros recorridos.

metros. También podemos apreciar como hay modalidades con desniveles acumulados que superan los 6000 metros como Desafío GR130, Transgrancanaria y Maratón de Reventón *Trail*; y carreras de más de 8000 metros de desnivel como la carrera de Ruta Faro a Faro que se lleva a cabo en la isla de Tenerife, con un recorrido de 170 kilómetros.

En cuanto a los participantes, concluimos que en la mayoría de carreras coinciden bastante con los finalistas masculinos mientras que las femeninas pasan más desapercibidas pues son números más bajos. Sobre el 80 % es lo que supone el número de finalistas masculinos frente a los participantes inscritos y sobre el 16 % las finalistas femeninas frente a los participantes inscritos. Menos en la Ultramaratón de la Transvulcania que se realiza en la isla de La Palma, que se

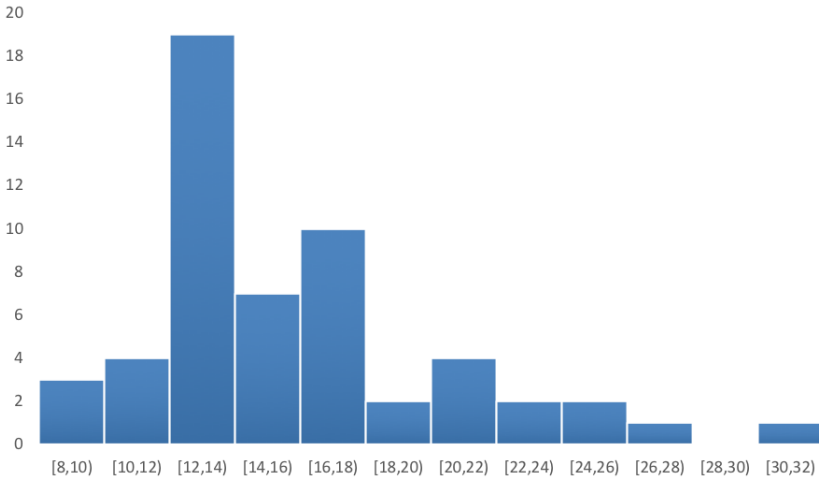


Figura 2.6. Número de modalidades según tiempo(minuto) por kilómetro recorrido.

llegan a inscribir hasta 2000 personas, en la mayoría no superan los 500 inscritos.

2.3. Conclusiones.

Con todos los datos observados concluimos que del gran número de carreras de montaña que se celebran en Canarias, la mayoría suelen ser de distancias medias, sobre los 10 kilómetros. No lleva realizándose muchos años, pero desde hace 7 años más o menos, es un deporte en auge que cada vez está yendo a más puesto que las participaciones son bastante altas, llegando a cubrir todas las plazas de inscripción disponibles por edición.

La duración de estas suele oscilar entre 4 y 6 horas, lo que suelen tardar los participantes en recorrer entre 10 y 15 kilómetros ya que no son muy restrictivos en este aspecto para que pueda participar todo aquel que le apasiona este deporte.

Tienen desniveles acumulados de hasta 2000 metros, con alguna carrera que puede superar hasta los 5000, debido a que la mayoría se realiza en las islas más montañosas e incluso alguna llega a recorrer la isla entera.

De aquí vemos que son muy populares y practicadas por un gran número de personas tanto de canarios como de otros lugares del mundo que viajan hasta nuestras islas para participar y disfrutar de los paisajes por los que atraviesan

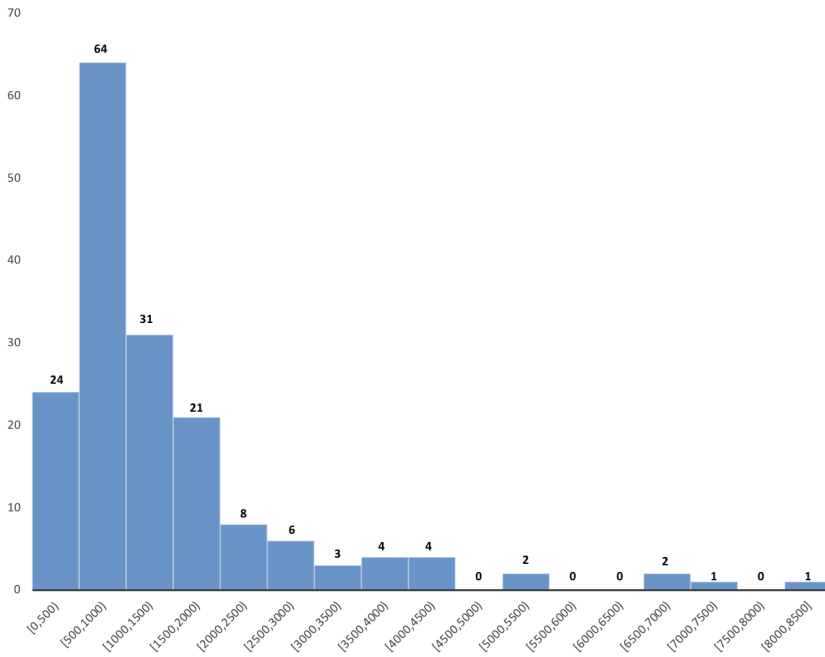


Figura 2.7. Número de modalidades por desnivel acumulado.

dichos recorridos.

Rutas de las Carreras de Montaña en Canarias.

3.1. Teoría de Grafos.

Hay mucha bibliografía que trata de la teoría de grafos, por ejemplo Abellanas y Lodaes [141], cuyo origen histórico suele situarse en el conocido problema de “los siete puentes de *Königsberg*” propuesto por Euler. Es uno de los campos científicos que ha tenido un gran desarrollo en el siglo XX, especialmente en la última mitad, debido a las numerosas aplicaciones que posee en las ciencias de la computación.

Los grafos son modelos matemáticos de numerosas situaciones reales, como por ejemplo, las rutas de las carreras por montaña. Asimismo, un algoritmo puede representarse mediante un grafo al que se llama diagrama de flujo del algoritmo.

3.1.1. Grafo.

Un **grafo** G es un par ordenado $G = (V, E)$, donde V es un conjunto de vértices o nodos, y E es un conjunto de aristas o arcos, que relacionan estos nodos. Normalmente V suele ser finito. Muchos resultados importantes sobre grafos no son aplicables para grafos infinitos.

Tipos de grafos:

Un **grafo no dirigido o grafo** propiamente dicho es un grafo $G = (V, E)$ donde:

- $V \neq \emptyset$

- $E \subseteq \{(i, j) : i, j \in V, i \neq j\}$ es un conjunto de pares no ordenados de elementos de V .

Un par no ordenado es un conjunto de la forma $\{i, j\}$, de manera que $\{i, j\} = \{j, i\}$. Para los grafos, estos conjuntos pertenecen al conjunto potencia de V , denotado $P(V)$, y son de cardinalidad 2.

Un **grafo dirigido o digrafo** es un grafo $G = (V, E)$ donde:

- $V \neq \emptyset$
 - $E \subseteq \{(i, j) : i, j \in V, i \neq j\}$ es un conjunto de pares ordenados de elementos de V .

Dada una arista (i, j) , i es su nodo inicial y j su nodo final.

Las rutas de las carreras de montaña se pueden representar mediante grafos no dirigidos (consideramos que todos los senderos son transitables en ambos sentidos). Los cruces se representan mediante los vértices y los tramos de los senderos entre cruces, mediante las aristas. Sin embargo, cuando algún tramo entre dos vértices se puede recorrer por dos senderos diferentes, es necesario introducir el concepto de multigrafo.

3.1.2. Multigrafo.

Un **multigrafo**, $G = G(V, E)$, consiste también en un conjunto V de vértices y E de aristas excepto que E puede contener aristas múltiples, es decir, aristas que conectan a los mismos extremos o aristas cuyos extremos son el mismo vértice (bucles).

Se dice que un multigrafo G es recorrible “si se puede dibujar sin ninguna ruptura en la curva y sin repetir ninguna arista”, es decir, si hay un camino que incluye todos los vértices y usa cada arista exactamente una vez. Tal camino debe ser un recorrido (puesto que ninguna arista se usa dos veces) y se le denomina recorrido o circuito euleriano.

3.2. Herramientas para tratar las carreras por montaña.

Las carreras por montaña tienen unos recorridos que se pueden recopilar guardando las coordenadas por donde pasa el participante o corredor y así poder medir su recorrido, intensidad, desnivel,...

Esto viene recopilado en unos archivos denominados *GPX* que podemos cargar en programas informáticos especializados o en bases de datos como *Spatialite*, *SQLite*,...

3.2.1. Archivos GPX.

Las siglas *GPX* corresponden a *GPS eXchange Format* (Formato de Intercambio *GPS*) [137], como podemos ver en la figura 3.1, hacen referencia a un esquema *XML* pensado para transferir datos *GPS* entre aplicaciones. Se puede usar para describir puntos (*waypoints*), recorridos (*tracks*), y rutas (*routes*). Su estructura está formada por un recopilatorio de puntos de latitud, longitud y altura obtenidos cada cierto tiempo del recorrido. En nuestro ejemplo, podemos ver como los datos guardados sucedían cada 3 o 4 segundos más tarde.

3.2.2. Sistemas de Información Geográfica.

Los sistemas de información geográfica conocidos por *GIS* o en inglés *SIG* (*Geographic Information System*) [138] están compuestos por un conjunto de herramientas que integran y relacionan diversos componentes (usuarios, *hardware*, *software*, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los *SIG* son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

La tecnología de los *SIG* puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, la gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos. Por ejemplo, un *SIG* podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, o encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia.

Un ejemplo de *SIG* haciendo uso de la superposición de capas, podemos verlo en la figura 3.2. En este ejemplo la capa de la cubierta forestal (en verde) ubicada en la parte inferior, se encuentra superpuesta por la capa topográfica conformada por las curvas de nivel y por las capas de la red hidrográfica y los

```

<trk>
  <name>HX-Ultra-2017</name>
  <extensions>
    <gpxx:TrackExtension>
      <gpxx:DisplayColor>White</gpxx:DisplayColor>
    </gpxx:TrackExtension>
  </extensions>
  <trkseg>
    <trkpt lat="28.991818958893418" lon="-13.742190012708306">
      <ele>319</ele>
      <time>2017-04-15T07:00:00Z</time>
    </trkpt>
    <trkpt lat="28.991731032729149" lon="-13.742211973294616">
      <ele>319</ele>
      <time>2017-04-15T07:00:03Z</time>
    </trkpt>
    <trkpt lat="28.991643022745848" lon="-13.742235023528337">
      <ele>319</ele>
      <time>2017-04-15T07:00:07Z</time>
    </trkpt>
    <trkpt lat="28.991555012762547" lon="-13.742256984114647">
      <ele>319</ele>
      <time>2017-04-15T07:00:10Z</time>
    </trkpt>
    <trkpt lat="28.991467002779245" lon="-13.742279028519988">
      <ele>318</ele>
      <time>2017-04-15T07:00:14Z</time>
    </trkpt>
    <trkpt lat="28.991378992795944" lon="-13.742301994934678">
      <ele>318</ele>
      <time>2017-04-15T07:00:17Z</time>
    </trkpt>
    <trkpt lat="28.991290982812643" lon="-13.742324039340019">
      <ele>318</ele>
      <time>2017-04-15T07:00:21Z</time>
    </trkpt>
    <trkpt lat="28.991205990314484" lon="-13.742356980219483">
      <ele>318</ele>
      <time>2017-04-15T07:00:25Z</time>
    </trkpt>
    <trkpt lat="28.991119991987944" lon="-13.742390004917979">

```

Figura 3.1. Archivo GPX.

límites político administrativos. En los *SIG* la superposición topológica crea nuevas capas de información requeridas para obtener una visualización correcta del mapa final. Nótese que la capa que recoge las láminas de agua se encuentra justo por debajo de la capa de los ríos, de modo que una línea de flujo conforma cada uno de los estanques.

Existen numerosos programas de sistemas de información geográfica, los más conocidos son: *QGIS*, *GvSIG* y *ArcGIS*. Practicamente estos tres tienen versiones para la mayoría de plataformas (*Windows*, *Linux*, *IOS*, etc), pero los

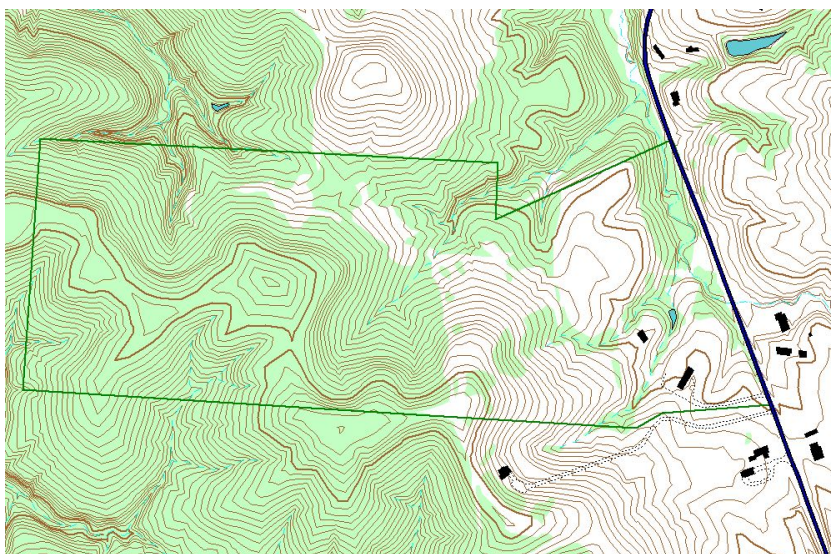


Figura 3.2. Archivo SIG.

primeros son libres y el tercero es un programa comercial. Nosotros nos hemos decantado por *QGIS* pues es el más usado y tiene una buena conexión con la base de datos escogida, la cual explicaremos más adelante lo que es, al ser un programa bastante intuitivo.

3.2.3. Bases de Datos para Tratamiento Geoespacial.

Una base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

Existen programas denominados sistemas gestores de bases de datos, abreviado *SGBD* (*Database Management System o DBMS*), que permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada. Las propiedades de estos *DBMS*, así como su utilización y administración, se estudian dentro del ámbito de la informática. Nosotros nos interesaremos por las bases de datos geoespaciales.

Estas bases de datos incluyen un conjunto de tipos de datos espaciales, como puntos, líneas y regiones, para modelar entidades geométricas en el espacio, y un conjunto de operaciones espaciales como lugar, intersección y distancia, para definir las relaciones entre ellos. Las operaciones y tipos exactos dependen de la naturaleza de los datos (bidimensionales o tridimensionales) almacenados en la

base de datos. Estos tipos y operaciones pueden formar parte de un lenguaje de consultas de bases de datos, como SQL, de manera que la información espacial puede ser consultada.

Extender los sistemas de gestión de bases de datos existentes, para introducir tipos de información espacial y extender SQL de la manera adecuada, fue el principal inconveniente con las primeras bases de datos espaciales. Existen varios tipos de bases de datos SQL espaciales como pueden ser: *SpatiaLite/SQLite*, *PostGIS/PostgreSQL*, *OracleSpatial*,...

SpatiaLite [139] es una extensión espacial de *SQLite*, que proviene de la funcionalidad del vector de geodatabase. Es similar al *PostGIS*, *Oracle Spatial* y *SQL Server* con extensiones espaciales, aunque *SQLite/SpatiaLite* no están basadas en arquitectura cliente-servidor. A diferencia de estos, el motor de *SQLite* no es un proceso independiente con el que el programa principal se comunica. En lugar de eso, la biblioteca *SQLite* se enlaza con el programa pasando a ser parte integral del mismo. El programa utiliza la funcionalidad de *SQLite* a través de llamadas simples a subrutinas y funciones. Esto reduce la latencia en el acceso a la base de datos, debido a que las llamadas a funciones son más eficientes que la comunicación entre procesos. El conjunto de la base de datos (definiciones, tablas, índices, y los propios datos), son guardados como un sólo fichero estándar en la máquina host. Este diseño simple se logra bloqueando todo el fichero de base de datos al principio de cada transacción.

SpatiaLite proviene de manera inicial para Linux y Windows como una biblioteca del software, así como utilidades que incorporan la librería a *SpatiaLite*. Al ser un único documento binario, *SpatiaLite* es también usado como un formato vectorial *GIS* para el intercambio de datos geoespaciales.

En cambio, *PostGIS* [140], convierte al sistema de administración de bases de datos *PostgreSQL* en una base de datos espacial mediante la adición de tres características: tipos de datos espaciales, índices espaciales y funciones que operan sobre ellos.

PostGIS es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional *PostgreSQL*, convirtiéndola en una base de datos espacial para su utilización en Sistema de Información Geográfica. Se publica bajo la Licencia Pública General de *GNU*.

PostGIS es hoy en día un producto veterano que ha demostrado versión a versión su eficiencia. En relación con otros productos, *PostGIS* ha demostrado ser muy superior a la extensión geográfica de la nueva versión de *MySQL*, y es

muy similar a la versión geográfica de la base de datos Oracle.

Nos hemos inclinado por *SpatiaLite/SQLite* pues se conecta muy bien con *QGIS* por su simplicidad y por la comodidad para el trabajo que íbamos a realizar, ya que a la hora de tratar los *GPX* en esta extensión espacial era mucho más cómodo.

3.3. Rutas de carreras de montaña en Canarias.

De las 238 modalidades de las carreras de montaña en Canarias que vimos en el capítulo 2, únicamente pudimos encontrar información de los *GPX* de 142 carreras. Tras recopilar, estos *GPX* correspondientes a sus recorridos, nos dispusimos a cargarlos en *SpatiaLite* [142] para realizar consultas y utilizarlos con *QGIS*.

En primer lugar, creamos una consulta para obtener una tabla en bruto de todos los ficheros *GPX* de las carreras:

```
CREATE TABLE raw_gpx (
id_gpx INTEGER PRIMARY KEY,
gpx BLOB NOT NULL,
gpx_name TEXT NOT NULL);
```

Y creamos otra consulta para insertar cada ruta de cada modalidad con su nombre:

```
INSERT INTO raw_gpx VALUES
(1, XB_Create(XB_LoadXML('./RutasGpx/AcebucheTrail15km.gpx')),
'AcebucheTrail15km');
INSERT INTO raw_gpx VALUES
(2, XB_Create(XB_LoadXML('./RutasGpx/AcebucheTrail25km.gpx')),
'AcebucheTrail25km');
INSERT INTO raw_gpx VALUES
(3, XB_Create(XB_LoadXML('./RutasGpx/AnagaTrailSolidario.gpx')),
'AnagaTrailSolidario');
INSERT INTO raw_gpx VALUES
(4, XB_Create(XB_LoadXML('./RutasGpx/ArretrancoRaceTrail.gpx')),
'ArretrancoRaceTrail');
...
```

En segundo lugar, creamos una table de rutas (*tracks*) que contiene una columna con la información geométrica en el formato del *GPX* (*WGS84*). Este

formato, el *WGS84*, es el estandar que muestra la longitud y latitud de los puntos de coordenadas por donde pasa el recorrido de la carrera:

```
CREATE TABLE tracks (
id_trk INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
id_gpx INTEGER,
FOREIGN KEY(id_gpx) REFERENCES raw_gpx(id_gpx));
SELECT AddGeometryColumn('tracks',
'wgs84', 4326, 'MULTILINESTRING', 'XYZM');
```

A dicha tabla le añadimos una columna con los datos geométricos en coordenadas *UTM* correspondientes a 28° norte (*UTM28N*). Este cambio se lleva a cabo porque las Islas Canarias se encuentran a 28 grados norte y como la tierra es esférica, nosotros lo convertimos en dimensiones de un plano para poder realizar el siguiente paso. La conversión equivale a 1 unidad utm igual a 1 metro, aproximadamente.

```
SELECT AddGeometryColumn('tracks', 'utm28N', 32628,
'MULTILINESTRING');
```

La columna *UTM28N* la actualizamos transformando los valores de la longitud y latitud, explicado anteriormente.

```
UPDATE tracks SET utm28N = Transform(wgs84, 32628);
```

Los datos insertados en la tabla *tracks* en *Spatialite* pueden ser utilizado en *QGIS*, del cual obtenemos las siguientes imágenes:

En la figura 3.3 podemos ver todas las Islas Canarias y los *GPX* de las carreras de montaña reflejados en ellas. Vemos como la mayoría se concentran las islas capitalinas, como habíamos deducido anteriormente, y con alguna que otra carrera en las islas de: La Palma, El Hierro, La Gomera y Lanzarote.

En la figura 3.4 podemos ver la isla de Tenerife. La mayoría de sus carreras se concentran en la cara norte de la isla, pues es la zona más montañosa de esta, solapándose muchos tramos de los recorridos que las forman. Estos solapamientos constituyen rutas desde una punta hasta la otra de la isla.

En la figura 3.5 vemos la isla de Gran Canaria que sucede lo mismo que con la isla de Tenerife, sus carreras se concentran en la cara norte de la isla pues es donde se encuentra la zona más montañosa.

La isla de La Palma la vemos en la figura 3.6, que posee menos carreras pero a diferencia de las anteriores, al ser una isla mas montañosa en su totalidad, reparte las carreras por todo su terreno. Vemos como ocurre lo mismo que

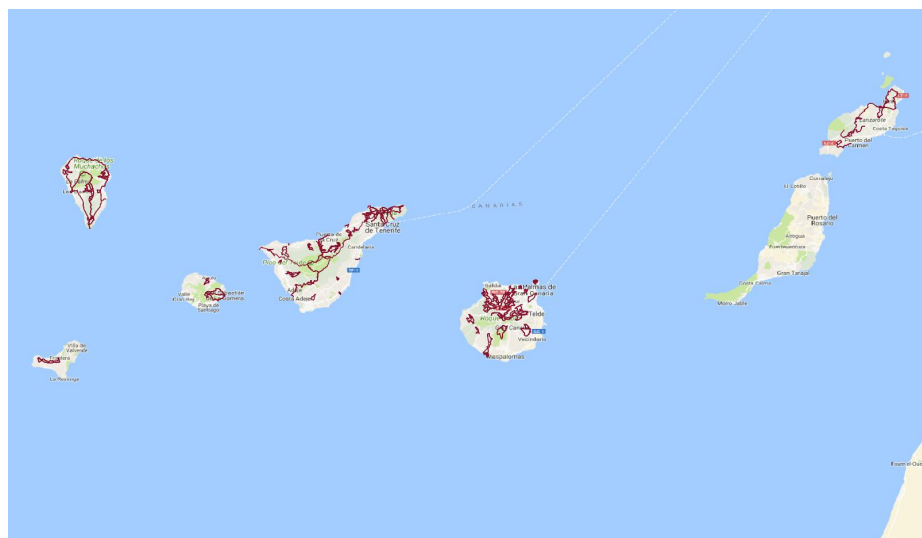


Figura 3.3. GPX en las Islas Canarias.

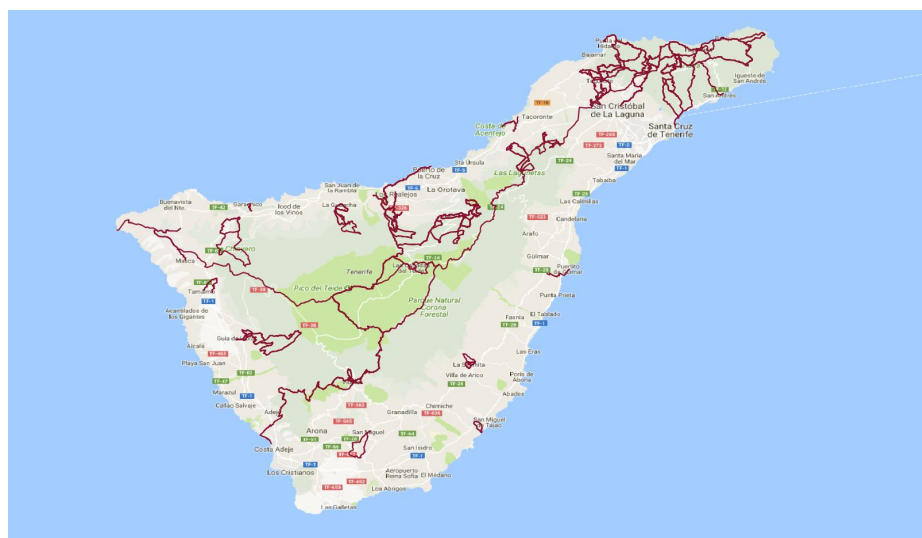


Figura 3.4. GPX en Tenerife.

con Tenerife, que uniendo diferentes tramos de los recorridos de las carreras, podríamos recorrer la isla de punta a punta.

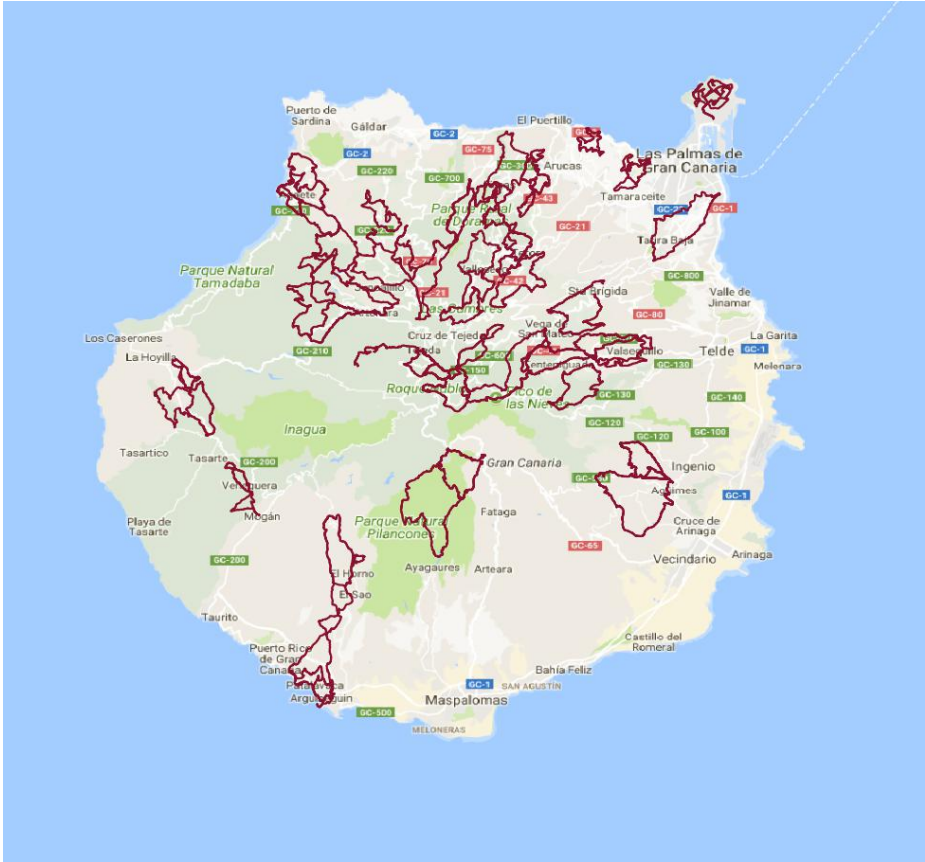


Figura 3.5. GPX en Gran Canaria.

3.4. Intersecciones de rutas.

SpatiaLite [143] nos da la posibilidad de ir más allá con los *GPX* obtenidos, es decir, investigar mucho más y crear cosas nuevas. Una posibilidad sería la de estudiar las intersecciones de las carreras de una misma isla. Para ello tendríamos que llevar a cabo el siguiente proceso.

En primer lugar, crearíamos una tabla donde añadiríamos dos enteros que corresponderían al indentificador de cada recorrido y la distancia que habría entre ellos. Esto lo haría con cada recorrido, dos a dos.

```
CREATE TABLE intersections (
  trk1 INTEGER,
```



Figura 3.6. GPX en La Palma.

```
trk2 INTEGER,  
dist real);
```

En segundo lugar, esta consulta nos daría como resultado los pares de rutas que tienen intersección, es decir, cogería los pares que tienen una distancia en segmentos de sus recorridos menor a 10 metros.

```
INSERT INTO intersetsions  
SELECT  
t1.id_trk,  
t2.id_trk,  
Distance(t1.utm28N, t2.utm28N) AS Distance_utm  
FROM  
tracks AS t1 CROSS JOIN tracks AS t2
```



```

WHERE
t1.id_trk < t2.id_trk AND
Intersects(Envelope(t1.utm28N), Envelope(t2.utm28N)) = 1 AND
Distance_utm < 10;

```

Luego, crearíamos una nueva columna con los datos geográficos obtenidos que nos resultaría de la siguiente consulta:

```

SELECT AddGeometryColumn('intersections', 'geom', 32628,
'MULTILINESTRING');

```

Y, posteriormente, con la siguiente consulta actualizaríamos los datos geográficos de las intersecciones.

```

UPDATE intersections SET geom= CastToMultiLinestring
(Intersection(Buffer(t1.utm28N, 10), t2.utm28N))
FROM intersections AS I INNER JOIN tracks AS t1 INNER JOIN tracks
AS t2
WHERE
I.trk1 = t1.id_trk AND I.trk2 = t2.id_trk;

```

En la siguiente figura 3.7 podemos ver un ejemplo de dos rutas intersectadas. Se puede apreciar como hay segmentos que están en blanco pues quizás los *GPS* no tomaron datos en esos lugares o las distancias entre los puntos de las rutas intersectadas eran superiores a 10 metros por fallos de los *GPX* obtenidos, pues es el margen de error que hemos dado en el código anterior con la función *Buffer*. Esta función geoespacial añade una distancia alrededor de los recorridos, 10 metros en este caso, para crear un margen de error y poder calcular así los tramos que se intersectan.

3.5. Conclusiones.

Podemos ver como de unos simples ficheros *GPX*, coordenadas de los recorridos de las rutas, se pueden llegar incluso a crear nuevas carreras realizando nuevas consultas en *Spatialite* que configuraran sus datos con una serie de requisitos como: un cierto desnivel, distancia o lugar de inicio y fin. Todo esto solo supondría cargar los datos pues estos ya han sido recopilados para estudios anteriores.

También podríamos hacer uso de *Wikiloc*, que es una plataforma en internet formada por una comunidad de usuarios que comparten rutas y puntos de interés recogidos por *GPS* en ficheros mayormente *GPX*, aumentando nuestra base de datos de rutas con nuevos senderos o carreras no oficiales que hayan practicado algunos corredores y hayan compartido en dicha plataforma. Así,

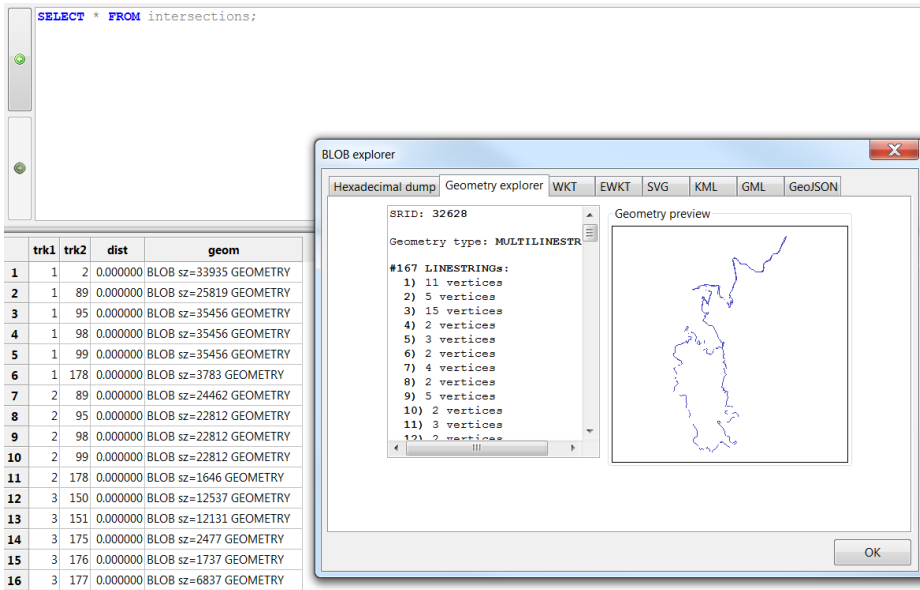


Figura 3.7. Ejemplo de intersección de carreras.

obtendríamos nuevos resultados y podríamos llegar mucho más lejos con estos nuevos datos.

Bibliografía

- [1] CARRERAS DE MONTAÑA. https://es.wikipedia.org/wiki/Trail_running
- [2] FEDME. <http://www.fedme.es>
- [3] DURAND, F., & JORNET, K. (2012). *Physiologie des sports d'endurance en montagne*. De Boeck.
- [4] DIFICULTAD DE LAS CARRERAS. <http://www.berunnermyfriend.com/entrenamiento/446-aprende-a-entender-las-carreras-de-trail-running-tipos-de-desniveles-y-otros-valores>
- [5] HISTORIA INTERNACIONAL. <https://joansintes.es/la-historia-del-trail-running/>
- [6] HISTORIA ESPAÑA. <https://carrerasdemontana.com/2014/03/30/trail-running-espana-2001-2014-una-evolucion-progresiva-no-burbuja-repentina-entrevista-a-joan-sola-director-marketing-salomon-por-mayayo/>
- [7] CAMPEONATO DE ESPAÑA.. <http://www.fedme.es/index.php?mmod=staticContent&IDf=355>
- [8] COPA DE CANARIAS. <http://www.copacarrerasfecamon.com/>
- [9] CARRERAS INTERNACIONALES. http://www.fedme.es/salaprensa/upfiles/1361_F-es.pdf
- [10] RAID DE AVENTURA. https://es.wikipedia.org/wiki/Raid_de_aventura
- [11] III CHANAJIGA TRAIL . <http://gesportcanarias.com/?p=1824>
- [12] VII TRAIL NOCTURNO DE TEGUESTE TNT. <http://gesportcanarias.com/?p=1883>
- [13] V DESAFÍO GR130. <http://desafiogr130.blogspot.com.es/>
- [14] I PILANCONES TUNTE TRAIL. <http://pilanconestuntetrail.es/>
- [15] IV CRONO TEJEDA TRAIL. <http://www.cronotejeda.es/>
- [16] III CALZADAS DE MAZO. <https://www.facebook.com/Fitters-Tecnificación-Deportiva-290636711140509/>

- [17] TRAIL LA CANDELARIA. www.cronolinecanarias.com
- [18] XI MARATÓN DEL MERIDIANO. <http://maratondelmeridiano.com/>
- [19] V RUTA LOS MOLINOS. <http://larutadelosmolinos.com/index.php>
- [20] XV MEDIA MARATÓN CAMPO A TRAVÉS CIUDAD DE ARUCAS. <https://arucasblog.blogspot.com/2017/12/media-maraton-campo-traves-ciudad-de.html>
- [21] VII MEDIA MARATÓN POR MONTAÑA DE ARICO. <http://www.ayuntamientodearico.com/index.php/vii-trai-arico-media-maraton-2017/>
- [22] VI TENEGUÍA TRAIL. <http://www.copaspar.es/>
- [23] III DESAFÍO 8 ISLA. <http://www.lanzarotedeportes.com/desafio8isla/>
- [24] X TRANSGRANCANARIA. <http://www.transgrancanaria.net>
- [25] VI CARRERA DE MONTAÑA DE GUIA DE ISORA. <https://www.facebook.com/CARRERA-MONTAÑA-GUIA-DE-ISORA-377666415722866/>
- [26] II LPA TRAIL. <http://www.lpatrail.com/>
- [27] TRAIL ACANTILADOS DEL NORTE. <http://www.garafia.es/trail-acantilados-del-norte/>
- [28] IV PAJAROTE TRAIL. <http://www.pajarotetrail.es/>
- [29] VII TRAIL FUENTE ALTA VILAFLORES. <http://www.trailfuentealtavilaflores.com>
- [30] VI CIRCULAR EXTREMA VILLA DE MOYA. <http://www.circularextremavillademoya.com/>
- [31] IX MEDIA MARATÓN MONTAÑA DE ACENTEJO. <http://mediadeacentejo.com/>
- [32] II CARRERA DE MONTAÑA VILLA DE HERMIGUA. <http://tenerife.run/27-iii-carrera-montana-villa-hermigua>
- [33] VII REVENTON TRAIL. <http://reventontraillelpasso.com/17/>
- [34] VI ENTRE CORTIJOS. <https://entrecortijos.com>
- [35] TRAIL LAS MARETAS. <https://www.facebook.com/TITANES-DE-ARICO-1454660711461333/>
- [36] PINOLERE TRAIL. <http://pinoleretrail.com/>
- [37] II FUENKA TRAIL 7K CONTRARRELOJ. <https://www.facebook.com/fuenkatrail7kcontrarreloj/>
- [38] II LAGAR TRAIL. <https://www.rockthesport.com/es/evento/lagar-trail-aguimes>
- [39] V CIRCULAR LOS CATALANES. <http://observon.blogspot.com/2017/02/circular-los-catalanes-2017-los.html>
- [40] III CIRCUITO TRAIL WOMAN CANARIAS. <https://www.facebook.com/TrailwomanCanarias-1568709773385205/timeline>

- [41] BICÁCARO TRAIL. <https://www.facebook.com/BicÁjcaroTrail-1567796116844813/>
- [42] III CIRCULAR DE SANTA RITA. <http://www.canarias88.com/ediciones/circular-de-santa-rita/>
- [43] III VERTIKAL SAN MIGUEL. <http://observon.blogspot.com/2015/10/vertikal-san-miguel-2017-valsequillo-de.html>
- [44] VIII CARRERA DE MONTAÑA SOLIDARIA EL ROMÁN. <http://www.canarias88.com/ediciones/viii-carrera-de-montana-solidaria-el-roman/>
- [45] I TRAIL LAS VEGAS DE VALSEQUILLO. <http://chronorace.es/trail-las-vegas-de-valsequillo/>
- [46] IX TRANSVULCANIA. <http://transvulcania.info/>
- [47] I ANGOSTURA TRAIL. <http://www.santabrigida.es/content/view/2535/33/>
- [48] III CIRCULAR MONTAÑA DE CARDONES. <https://circularcardones.trackingsport.com/events/modalidades.xhtml>
- [49] VIII FONTEIDE TENO TRAIL. <http://gesportcanarias.com/?p=353>
- [50] XII ARRETRANCO RACE. <https://runedia.mundodeportivo.com/carrera/arretranco-race-2017/201715215/>
- [51] IV TRAIL SOLIDARIO CRUZ ROJA. <https://www.canaryrun.com/carrera/trail-solidario-cruz-roja/>
- [52] X CIRCULAR TEJEDA. <http://circulardetejeda.com/>
- [53] II VUELTA TRAIL. http://www.aytolalaguna.com/detalle_evento_deporte_la_laguna.jsp?DS57.PROID=305675
- [54] K21 LA GUANCHA. <http://gesportcanarias.com/?p=1189>
- [55] II VERTICAL PROÍS DE CANDELARIA. <https://www.facebook.com/verticalproiscandelaria>
- [56] VII ASOMADERO TRAIL. <http://www.tenerifetrail.com/>
- [57] VII CARRERA DEL RAVELO-SAUZAL. <http://conchipcanarias.com/?p=1473>
- [58] VIII TRAIL ATLEFULCA. <https://www.facebook.com/Club-deportivo-Atlefulca-379769545385488/>
- [59] TENERIFE BLUETRAIL. <http://www.tenerifebluetrail.com/>
- [60] VI CISNERA TRAIL. <http://atletismocanario.es/v1/resultados/2017/III%20Trail%20La%20Cisnera.pdf>
- [61] ARTENARA VERTICAL. <http://www.artenaratrail.com/vertical/>
- [62] ARTENARA TRAIL. <http://www.artenaratrail.com/trail/>
- [63] MAZUKATOR TRAIL. <https://www.canaryrun.com/carrera/mazucator-trail/>
- [64] VIII ADUARES RUN. http://gesportcanarias.com/?ai1ec_event=vi-aduares-run
- [65] LANZAROTE WINE RUN. <http://www.lanzarotewinerun.com/es/>

- [66] IV CIRCULAR LAS CARBONERAS. <http://www.atletismosantacruz.com/>
- [67] I THE ROCK GÁLDAR. <http://pinkcowstriathlon.wixsite.com/evolution/therockrun>
- [68] IV TRAIL LOS GILES. <http://www.canarias88.com/ediciones/iv-trail-los-giles/>
- [69] VII CARRERA DE MONTAÑA DE SAUCILLO. <https://www.facebook.com/CarreradeMontañadeSaucilloGáldar-450513728350805/>
- [70] IV TRAIÑA TRAIL COSTA MOGÁN. <http://www.traiñaatrailcostamogan.com/>
- [71] TRAIL LA VEGUETA PIEL DE TORO. <http://www.traillavegueta.com/>
- [72] I CARRERA DE MONTAÑA DE ARIPE. <https://www.canaryrun.com/carrera/i-carrera-montana-aripe/>
- [73] TRANSAJACHES. <http://www.transajaches.com/>
- [74] V VERTICAL DE GÁ $\frac{1}{4}$ ÍMAR. <http://verticalquimar.blogspot.com.es/>
- [75] TRICIAS TRAIL. <http://conchipcanarias.com/?p=1711>
- [76] IX SUBIDA VERTICAL EL SAUZAL. <https://www.canaryrun.com/carrera/subida-vertical-sauzal/>
- [77] VI CIRCULAR TAGANANA TRAIL. <http://observon.blogspot.com/2017/02/circular-taganana-trail-2017-taganana.html>
- [78] V ADEYAHAMEN TRAIL. <http://www.copaspar.es/>
- [79] XXVII CROSS POPULAR DE TAMAIMO DE SANTA ANA. <http://santiagodelteidedeportes.blogspot.com.es/p/xxvicsrossdesanta-anatamaimo.html>
- [80] DESAFÍO LOS PICOS. <http://terortrail.com/>
- [81] VI CROSS TRAIL DE PÁJARA. <https://www.pajara.es/v-crosstrail-de-pajara/>
- [82] VII CARRERA NOCTURNA CIUDAD DE GUÍA. <https://carreranocturnaguia.wordpress.com/>
- [83] IV PLENILUNIO TRAIL TEJEDA. <http://www.pleniluniotejeda.es/>
- [84] CARRERA POPULAR BARRANCO DEL QUIQUERE. <https://www.facebook.com/carrerapopularadelquiquere/>
- [85] ARGUAL LAVADEROS TRAIL. <http://conchipcanarias.com/?p=1640>
- [86] CROSS MATANCERO TINGUARO. <http://conchipcanarias.com/?p=2098>
- [87] V TRAIL VILLA MARINERA. <http://trail.clubdeportivo villamarine-radeagaete.es/>
- [88] V TABIQUE TRAIL. <http://neblinavallesecotrail.blogspot.com.es/>
- [89] ULTRA DEL NORDESTE. <http://www.ultradelnordeste.net/>

- [90] IV BIO TRAIL. <http://www.canarias88.com/ediciones/ivbio-trail/www.bioagaeteculturalsolidario.org>
- [91] XIV CARRERA VERTICAL SUBIDA DEL PANADERO. <http://gesportcanarias.com/?p=2799>
- [92] V TRAIL NOCTURNO DESAFÍO AL REPETIDOR. <http://preparacionfisicaesencia.blogspot.com.es/>
- [93] III FAMARA TOTAL. <http://famaratotal.com/>
- [94] II TRAIL CAMINO DE LAS FUENTES. <http://observon.blogspot.com/2017/07/trail-camino-las-fuentes-2017-san.html>
- [95] V TRAIL ROQUE NEGRO. <http://trailroquenegro.blogspot.es/>
- [96] VII FULL MOON TRAIL. <http://fullmoontrail.es/>
- [97] VI GOMERA PARADISE TRAIL. <https://www.facebook.com/gomera-paradise/>
- [98] VIII LA NOCHE MÁGICA. <http://nochemagica.es/>
- [99] CARRERA VERTICAL EL RISCO. <https://pichontrailproject.wordpress.com/2017/09/16/carrera-vertical-el-risco/>
- [100] III CRONOESCALADA EL SAUZAL. <http://atletismotenerife.es/2017/08/31/iii-cronoescalada-el-sauzal-2017-10-de-septiembre/>
- [101] V CIRCULAR LA GOLETA. <https://www.facebook.com/circularlagoleta/>
- [102] DIENTE DE SIERRA 2017. <http://gesportcanarias.com/?p=2085>
- [103] I ICOD ALTO TRAILCAMINO DE COCHINEROS. <https://www.facebook.com/Icodelaltotrail/>
- [104] IV CENCERRA TRAIL. <https://cencerratrail.com/>
- [105] V TRAIL LA SABINITA. <http://traillasabinita.blogspot.com.es/>
- [106] IV RUTA FARO A FARO. <http://faroafaro.com/>
- [107] HALF MARATHON DES SABLES. <http://www.marathondessables.com/fuerteventura/>
- [108] KILOMETRO VERTICAL. <http://kilometrovertical.es/>
- [109] V CIRCULAR TRAIL SAN MIGUEL DE ABONA. <http://conchipcanarias.com/?p=1485>
- [110] VIII CABRA TRAIL. <http://www.puntallanacabratrail.com/index.php/es/>
- [111] RELEVOS TRAIL EL CUCHILLO. <http://www.carreraspopularestinajo.com/>
- [112] MEDIO KM VERTICAL DE GARACHICO. N/A
- [113] IV ACEBUCHÉ TRAIL. <http://acebuchestrail.com/>
- [114] TRAIL SANTA CRUZ EXTREME. <http://festivalsantacruzextreme.com/>
- [115] TINAJO YOU TRAIL. <http://www.tinajoyoutrail.com/>
- [116] II TRAIL 3.0. <http://trail3.cero.run/>

- [117] RUTA DORAMAS. <http://www.rutadoramas.clumonfir.es/>
- [118] VII MEDIA MARATÓN CASTAÑATE LAS PATAS. <http://www.deporvic.es/castanate/>
- [119] II ENTREMONTAÑAS PARALELO 28. <http://paralelo28laaldea.com/>
- [120] VI TRAVIESA TRAIL. <http://www.copaspar.es/>
- [121] II ESCANFRAGA TRAIL. <http://www.canarias88.com/ediciones/ii-escanfraga-trail/>
- [122] II VENEGUERA TRAIL. <http://www.venegueratrail.com/>
- [123] HARÍA EXTREME ULTRA. <http://www.hariaextreme.com/>
- [124] IXX CROSS DE PÁJARA. <https://www.pajara.es/v-crosstrail-de-pajara/>
- [125] X EL TANQUE. <http://gesportcanarias.com/?p=245>
- [126] IV LAURISILVA TRAIL. <https://www.quiromasrun.com/es/ilaurisilva-trailtaconorte>
- [127] VII SUBIDA VERTICAL A LA MESA DE CANDELARIA. http://www.conxip.com/detalle_evento.php?IdEvento=1481
- [128] VI ISLETA EXTREME CANARIAS 50. <http://www.canarias50.com/>
- [129] VIII K42 ANAGA MARATÓN. <http://www.k42canarias.com/>
- [130] I BREÑA ALTA TRAIL. <http://www.copaspar.es/inscripciones/>
- [131] VIII TAMADABA TRAIL. <http://www.tamadabatrailtour.com>
- [132] III CANARYALOE CIRCULAR DE TETIR. <https://sportmaniacs.com/es/services/inscription/ii-canaryaloe-trail-circular-vega-de-tetir-2017>
- [133] IV NEBLINA TRES VALLES. <http://www.tresvallestrail.com/>
- [134] VII GARAFÍA NAVIDAD TRAIL. <http://conchipcانarias.com/?p=2386>
- [135] III SAN SILVESTRE TEJINA TRAIL. <http://sansilvestretejinatrail.blogspot.com.es/>
- [136] VI ANAGA TRAIL SOLIDARIO. <https://www.facebook.com/Anaga-TrailSolidario/>
- [137] ARCHIVOS GPX. <https://es.wikipedia.org/wiki/GPX>
- [138] GIS. https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_información_geográfica
- [139] SPATIALITE <https://en.wikipedia.org/wiki/Spatialite>
- [140] POSTGIS <https://es.wikipedia.org/wiki/PostGIS>
- [141] ABELLANAS, M., & LODARES, D. (1990). *Análisis de Algoritmos y Teoría de Grafos*.
- [142] *Spatialite*. <https://www.gaia-gis.it/fossil/libspatialite/index>
- [143] TUTORIAL *Spatialite*. <https://www.gaia-gis.it/gaia-sins/spatialite-tutorial-2.3.1.html>

Lista de Tablas

2.1. Carreras por montaña en Canarias.	14
---	----

Lista de Figuras

2.1. Porcentajes de carreras por islas.	15
2.2. Número de carreras por mes.	16
2.3. Número de ediciones por carrera.	17
2.4. Número de modalidades por carreras.	18
2.5. Número de modalidades por kilómetros recorridos.	19
2.6. Número de modalidades según tiempo(minuto) por kilómetro recorrido.	20
2.7. Número de modalidades por desnivel acumulado.	21
3.1. Archivo GPX.	26
3.2. Archivo SIG.	27
3.3. GPX en las Islas Canarias.	31
3.4. GPX en Tenerife.	31
3.5. GPX en Gran Canaria.	32
3.6. GPX en La Palma.	33
3.7. Ejemplo de intersección de carreras.	35

Carreras de montaña en Canarias:

Estadísticas y Rutas.

Abstract

In a lot of places around the world today, trail running is a sport mostly practiced in areas where there are mountains. In the Canary Islands there are a lot of people that practice trail running, some of them full time, since many of the trails are of high difficulty and need a lot of preparing: mental and physical training, learning the paths, etc. Each year, numerous races are held in the Canary Islands due to their characteristics such as the mountainous landscape and the subtropical climate. Usually the trails have several modalities and most of them are situated in the northern parts of the islands. The routes by trails are saved in GPX files and these files can be analysed with different softwares.

1. Introduction:

There are great amount of trail running races organized around the world. In the first chapter we review the history of trail running as a sport, its evolution both nationally and internationally, focusing on the Canary Islands. In the second chapter, we will see various results from studies on the characteristics of the different races and their modalities: the distance traveled, places, times, dates, gradients, etc. In this third we will also show where the files for the trails are and their connection to mathematics.

2. Introduction and evolution of trail running:

Trail running is a sport that consists of running mountain trails, tracks or secondary roads. The nature of the route, like the gradient, and the length are some of the fundamental characteristics of the paths in trail running. There are several types of trail running: low, medium and high-altitude mountain. The difficulty of a trail is mainly classified by obtaining the inclination from gathering all its gradients.

The races started evolving their international history the oldest have been dated all the way back to 3800 B.C. It was not until in 1995 when the The British Athletics Federation recognized trail running as an official sport. Soon its popularity began to rise in countries like Great Britain, United States of America and Australia. The first trail running race was celebrated in northern Spain, in the year 1995,

between Burgos and Vizcaya. Later, FEDME was founded.

A great number of tournaments are held in Spain like The Spanish Championship, The Canary Islands Championship and The Canary Islands Cup.

3. Statistical data:

Each year, around 126 trail running races are held in The Canary Islands. With their modalities, bringing the total up to 238. Most of the races are held in the more populated islands, Gran Canaria and Tenerife. Even though the island of La Palma is only half the size and a lot less populated than Tenerife or Gran Canary, it still hosts several trail running races. As it is shown in Figure 1.

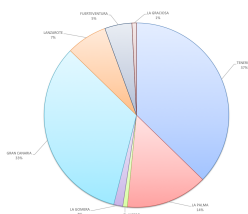


Figure 1: Races by islands.

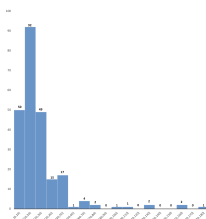


Figure 2: Km by races.

The maximum number of editions of a race is 12 with most of them from 4 to 5 years old. The modalities are affected by this thus not all of the trails have been a part of the races since the first edition. For this reason, even though there are a lot of races that have two, most of them have only one modality. Races with 3, 4 and 5 are not frequent but still exist. Even if those types of races are usually between 10 km and 20 km kilometers long, there is

one that is 269 km long. As it is shown in Figure 2.

The modalities, due to the mountainous areas where the races are held, can accumulate huge gradients making some of the up to 8000 meters. The participants usually are fewer than 500 and most of them male making most of the finalists also male.

4. Trail running routes in The Canary Islands:

The routes of the trail running are saved in GPX [1] files, that collect coordinates based on the longitude and latitude of each instant of the trail. When converted to database, like SpatialLite [2], we are able to calculate intersections of the trails showing which races go through the same points, with an error of 10 meters. Using programs like QGIS [3] with our database, we can see maps with all the trails of the races. As we can see in Figure 3

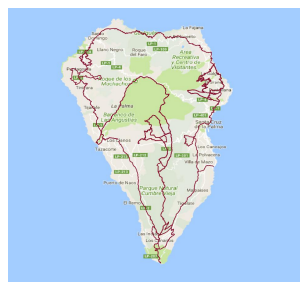


Figure 3: GPX - La Palma.

Other possible uses of the GPX files could be generating new races, adding more characteristics to the files like gradient, times, dates, etc. That kind of project would require a lot more time than the time we have and therefore, will not be done in this paper.

References

- [1] ARCHIVOS GPX. <https://es.wikipedia.org/wiki/GPX>
- [2] SPATIALITE <https://en.wikipedia.org/wiki/Spatialite>
- [3] QGIS <https://es.wikipedia.org/wiki/QGIS>