



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica,  
Cartográfica y Topográfica

Opciones de movilidad en bici en Campanar (Valencia)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Geomática y Topografía

AUTOR/A: Lamirán Medina, Lucas

Tutor/a: Terol Esparza, Enric

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

# AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a mi tutor por prestarme la ayuda y la guía con otros trabajos o tareas que me han ayudado a avanzar con el tfg.

Y también gracias a mi padre que me ha metido la presión que me hacía falta.

## COMPROMISO

"El presente documento ha sido realizado completamente por el firmante; no ha sido entregado como otro trabajo académico previo y todo el material tomado de otras fuentes ha sido convenientemente entrecorillado y citado su origen en el texto, así como referenciado en la bibliografía"

FIRMA:

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name Lucas Lamiran Medina.

Lucas Lamiran Medina

# RESUMEN

Castellano:

Este proyecto se centra en la creación de un "rutómetro" o "enrutador" de movilidad en bicicleta en varios barrios de la zona norte de Valencia, incluyendo Campanar y Benicalap. Su objetivo es permitir seleccionar un origen y un destino, ofreciendo como resultado el camino más eficiente, atendiendo principalmente a los criterios de máxima seguridad y mínima distancia.

La red a considerar abarca varios barrios y no solo uno, ya que en un solo barrio no hay suficientes carriles bici ni puntos de interés para que el enrutador resulte interesante. Todos los tramos de la red se designan según una clasificación que atiende a criterios de distancia, pendiente, estado del firme, velocidad y seguridad (tipo de carril bici, ya sea en la calzada o en la acera). Para ello, se utilizan los colores que se usan en las pistas de esquí: verde, azul, rojo y negro (de más fácil a más difícil).

Finalmente, se obtiene una red de carriles bici de colores, los cuales reflejan lo óptimo que es cada carril. La red está formada por las vías posibles de desplazamiento en bici en esta zona. No se ha considerado en gran medida la posibilidad de ir con la bici por carriles de automóviles, ya que no es muy seguro y habría muchas calles que analizar en cuanto a la seguridad de la vía.

El objetivo con esto es fomentar el uso de la bicicleta en espacios seguros para su circulación, y así conseguir que estos espacios se amplíen, y conseguir así una sociedad más saludable y concienciada con el medio ambiente.

Valenciano:

Aquest projecte se centra en la creació d'un "rutòmetre" o "enrutador" de mobilitat en bicicleta a diversos barris de la zona nord de València, incloent Campanar i Benicalap. El seu objectiu és permetre seleccionar un origen i una destinació, oferint com a resultat el camí més eficient, atenent principalment als criteris de màxima seguretat i mínima distància.

La xarxa a considerar abasta diversos barris i no només un, ja que en un sol barri no hi ha prou carrils bici ni punts d'interès perquè l'enrutador resulti interessant. Tots els trams de la xarxa es designen segons una classificació que atén a criteris de distància, pendent, estat del ferm, velocitat i seguretat (tipus de carril bici, ja sigui a la calçada o a la vorera). Per a això, s'utilitzen els colors que s'empren a les pistes d'esquí: verd, blau, vermell i negre (de més fàcil a més difícil).

Finalment, s'obté una xarxa de carrils bici de colors, els quals reflecteixen com d'òptim és cada carril. La xarxa està formada per les vies possibles de desplaçament en bici en aquesta zona. No s'ha considerat en gran mesura la possibilitat d'anar amb la bici per carrils d'automòbils, ja que no és molt segur i hi hauria molts carrers a analitzar pel que fa a la seguretat de la via.

L'objectiu amb això és fomentar l'ús de la bicicleta en espais segurs per a la seva circulació, i així aconseguir que aquests espais s'ampliïn, i aconseguir així una societat més saludable i conscienciada amb el medi ambient.

Ingles:

This project focuses on creating a "route planner" or "router" for bicycle mobility in various neighborhoods in the northern area of Valencia, including Campanar and Benicalap. Its goal is to allow the selection of an origin and a destination, offering the most efficient route as a result, mainly considering the criteria of maximum safety and minimum distance.

The network to be considered encompasses several neighborhoods and not just one, as a single neighborhood does not have enough bike lanes or points of interest to make the router interesting. All segments of the network are designated according to a classification that considers criteria of distance, slope, road surface condition, speed, and safety (type of bike lane, whether on the road or on the sidewalk). For this purpose, the colors used in ski slopes are used: green, blue, red, and black (from easiest to most difficult).

Finally, a network of colored bike lanes is obtained, which reflects how optimal each lane is. The network is made up of possible routes for bicycle travel in this area. The possibility of riding the bike on car lanes has not been greatly considered, as it is not very safe and there would be many streets to analyze in terms of road safety.

The objective is to promote the use of bicycles in safe spaces for their circulation, thereby achieving an expansion of these spaces, and thus achieving a healthier and more environmentally conscious society.

## INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Creacion Base Propia .....	10
Ilustración 2: Feature DataSet .....	11
Ilustración 3: Sistema de coordenadas .....	12
Ilustración 4: Dades Obertes del ayuntamiento.....	13
Ilustración 5: Recorte de las capas .....	15
Ilustración 6: Feature DataSet Visual .....	15
Ilustración 7: Proceso de WMS .....	16
Ilustración 8: Ejemplo de creación de capas .....	17
Ilustración 9: Create Features .....	17
Ilustración 10: Carriles desactualizados .....	17
Ilustración 11: Vista aerea MAPS .....	18
Ilustración 12: Street View MAPS .....	18
Ilustración 13: Capas carriles bici.....	19
Ilustración 14: Capas calcadas del WMS .....	20
Ilustración 15: tabla puntos de interés .....	20
Ilustración 16: ejemplo puntos de interes .....	21
Ilustración 17: MDB organizado .....	21
Ilustración 18: Carril bici cerrado en calzada.....	22
Ilustración 19: carril bici en calzada.....	23
Ilustración 20: carril bici acera.....	23
Ilustración 21: Estado del firme carril bici .....	24
Ilustración 22: Baches carril bici.....	24
Ilustración 23: Carril en S apaisado .....	25
Ilustración 24: Carril en S en detalle .....	25
Ilustración 25: Carril en carretera con S .....	26
Ilustración 26: Field Calculator, Coste .....	27
Ilustración 27: Resultado tabla de atributos, costes .....	28
Ilustración 28: network Dataset .....	29
Ilustración 29: Network Dataset Costes .....	29
Ilustración 30: Network Dataset bici .....	30
Ilustración 31: Nodos carriles bici.....	30
Ilustración 32: Parametros coste .....	31
Ilustración 33: Resultado parametros coste .....	31
Ilustración 34: resultado con ortofoto .....	33
Ilustración 35: resultado con parcelas .....	33
Ilustración 36: Zona de ruta, ejemplo 1 .....	34
Ilustración 37: Zona enrutada, ejemplo 1 .....	35
Ilustración 38: Zona de ruta, ejemplo 2 .....	36
Ilustración 39: Zona enrutada, ejemplo 2 .....	36

# INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	1
COMPROMISO .....	2
RESUMEN.....	3
INDICE DE FIGURAS .....	5
INDICE .....	6
INTRODUCCIÓN .....	7
OBJETIVOS .....	9
METODOLOGIA.....	10
Base de datos personal .....	10
Procedimiento .....	13
PRESUPUESTO .....	32
RESULTADOS.....	33
CONCLUSIONES .....	38
BIBLIOGRAFIA .....	39
CARTOGRAFIA / ANEXOS .....	40

# INTRODUCCIÓN

El uso de la bicicleta en España ha experimentado un crecimiento constante, según el Barómetro de la Bicicleta 2022. En 2022, un 57,1% de las personas residentes en España, de entre 14 y 70 años, utilizaban la bicicleta con cierta frecuencia, lo que representa cerca de 20 millones de personas. Desde 2008, el número de ciclistas habituales casi se ha triplicado, pasando del 10% al 32,5%. Este incremento se refleja también en el uso diario y laboral de la bicicleta, con alrededor del 30% de los usuarios utilizándola para desplazarse al trabajo o al centro de estudios. Aunque existe una brecha de género en el uso de la bicicleta, esta ha disminuido ligeramente, con un 65% de usuarios masculinos y un 49,4% de usuarios femeninos. Sin embargo, el 16,7% de los ciclistas ha tenido algún accidente en los últimos cinco años, y el 17,7% ha sufrido al menos un robo de su bicicleta, siendo los robos más frecuentes en ciudades con más de 450.000 habitantes.

En Valencia, el uso de la bicicleta ha seguido una tendencia similar de crecimiento. La red ciclista de la ciudad ha crecido un 21% desde principios de año, contando actualmente con casi 170 kilómetros de carriles bici. El tramo Xàtiva-Russafa es el más utilizado de toda la ciudad, con una media diaria de 6.808 usuarios, alcanzando casi los 8.000 desplazamientos diarios en junio. El crecimiento promedio de los viajes en bici o patinete por el anillo ciclista es del 23%. Además, un estudio reciente de la Organización de Consumidores ha otorgado a la red ciclista de Valencia la calificación global máxima de cinco estrellas, situándola entre las tres mejores ciudades para ir en bici en España. Estos logros han permitido a Valencia fomentar el uso de la bicicleta como una alternativa sostenible, descongestionando el tráfico y reduciendo la contaminación.

Es fundamental tener en cuenta la normativa vigente para el uso de bicicletas. Las bicicletas no tienen permitido circular por autopistas y autovías, aunque esto no es relevante para nuestro proyecto, ya que se centra en la zona urbana de la ciudad. La bicicleta está considerada un vehículo y, al igual que otros vehículos, debe acatar las normas de tráfico, incluyendo señales de tráfico y semáforos. También es crucial prestar atención a los lugares de estacionamiento, ya que infringir las normas puede conllevar sanciones. En este trabajo, hemos señalado en el mapa los lugares de estacionamiento más cercanos a las zonas de interés, así como las estaciones de ValenBisi, para aquellos que no usen una bicicleta particular. Afortunadamente, en la ciudad de Valencia, utilizar solo los carriles bici no supone un gran problema, ya que contamos con una red bastante amplia que permite llegar a casi cualquier destino sin dar muchos rodeos.

La idea de este proyecto surgió de un problema común al buscar rutas en bicicleta. Las rutas sugeridas por Google Maps a menudo incluyen trayectos por el arcén, que no siempre es el lugar más seguro para los ciclistas. Por lo tanto, nuestro objetivo es crear una aplicación que ofrezca rutas exclusivamente por carriles bici, priorizando la seguridad y eficiencia. Hemos trabajado en identificar los carriles bici más óptimos y menos óptimos, siguiendo criterios de seguridad, velocidad, y otros factores relevantes, para que cuando un usuario quiera desplazarse de un punto A a un punto B, la aplicación le proporcione la ruta más adecuada según estos criterios.

En conclusión, este proyecto puede ser muy valioso para fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte, lo cual aporta numerosos beneficios ambientales al reducir las emisiones de gases contaminantes de los vehículos de diésel y gasolina. Además, mejora la salud de los ciclistas mediante el ejercicio físico, reduce el ruido en las calles, y si más

personas utilizan la bicicleta, se disminuye el tráfico y se incrementa la seguridad vial. También tiene un impacto positivo en la economía local, ya que permite ahorrar en combustible, estacionamiento y mantenimiento de vehículos.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un enrutador de bicicleta que fomente y facilite el uso de este medio de transporte ecológico. A través de la implementación de rutas óptimas y seguras, se busca incentivar a más personas a utilizar la bicicleta en sus desplazamientos diarios, contribuyendo así a la reducción de la huella de carbono y a la disminución de la congestión vehicular.

Al promover el ciclismo urbano, mi proyecto también pretende mejorar la salud pública y la calidad de vida en las ciudades, creando un entorno más sostenible y amigable con el medio ambiente.

Este enrutador no solo proporcionará las mejores rutas para ciclistas, sino que también destacará puntos de interés, como puntos turísticos, colegios, centros médicos, etc. También proporciona los puntos de aparcamiento cercanos a estos puntos de interés y las zonas para alquilar las valenbisi.

# METODOLOGIA

## Base de datos personal

Lo primero de todo creamos una .mdb, la cual vamos a llamar TFG-PRUEBAS.

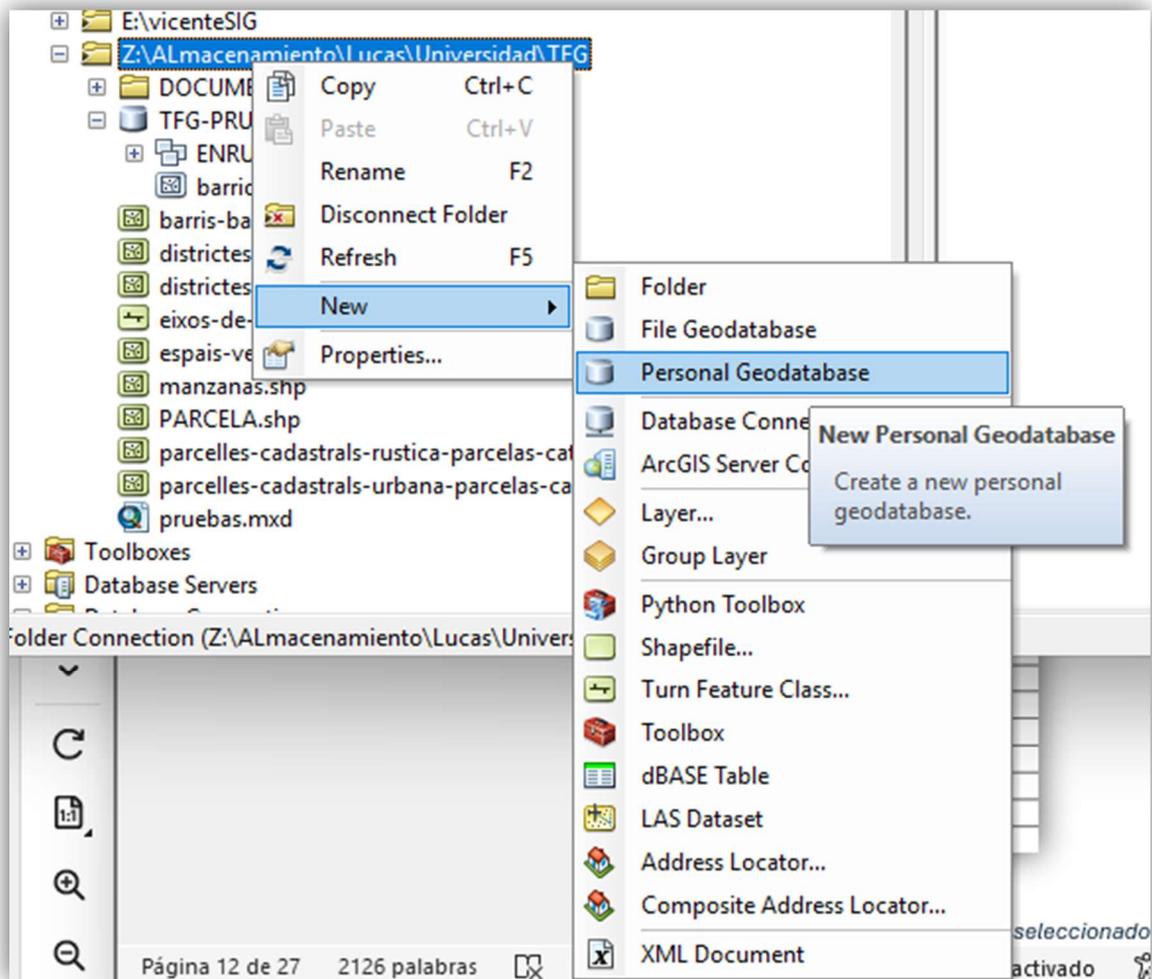
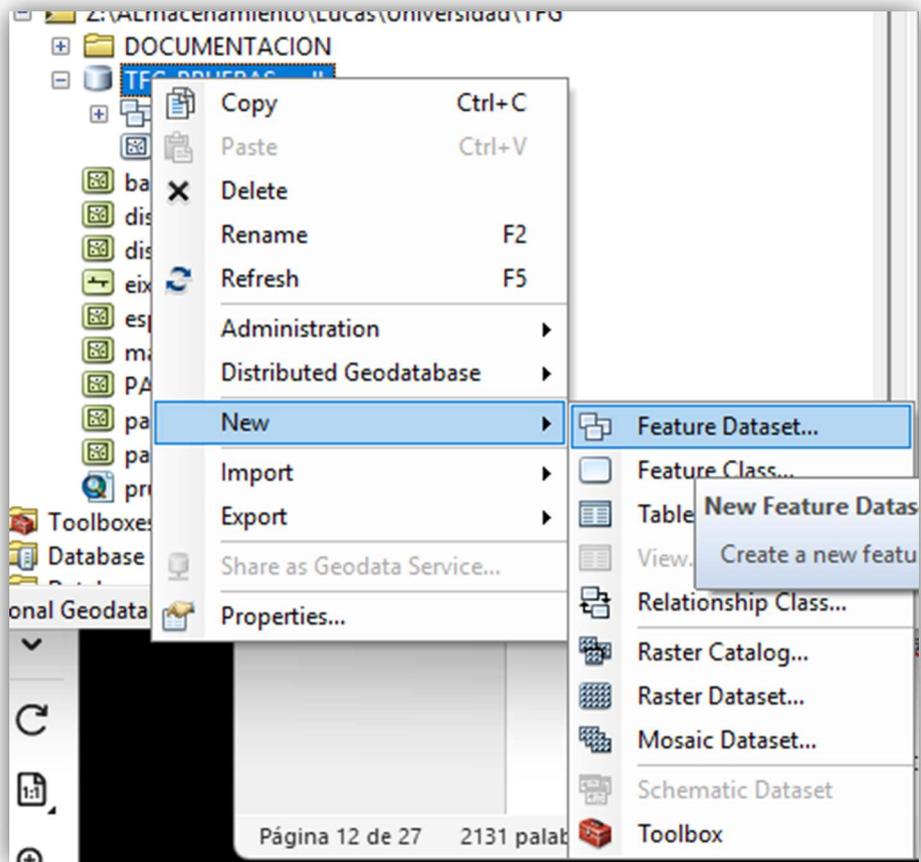


Ilustración 1: Creacion Base Propia

y dentro de esta, crearemos varios Feature Dataset, todo esto obviamente lo haremos desde el ArcCatalog.



*Ilustración 2: Feature DataSet*

Debemos seleccionar el sistema de coordenadas, acorde a nuestra zona de trabajo.

En nuestro caso es el ETRS89 UTM Zone 30N.

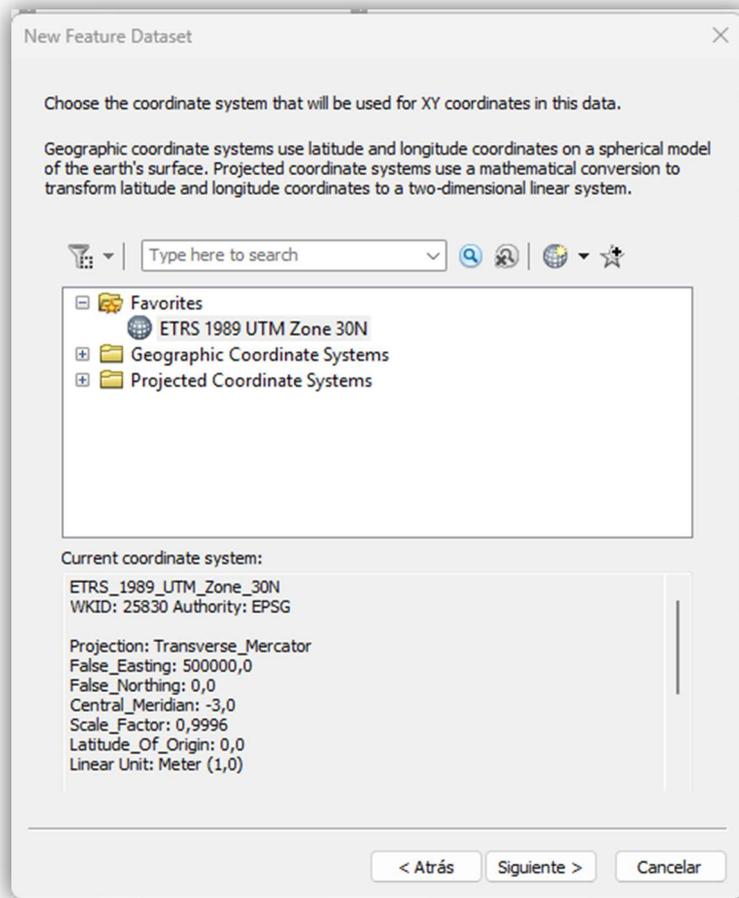


Ilustración 3: Sistema de coordenadas

Vamos a crear tres *feature dataset*, una para el enrutador, otra para los puntos de interés y otro para el enriquecimiento visual. Mas adelante mostraremos como queda cada *feature class*, en su correspondiente *feature dataset*.

## Procedimiento

Primero, lo que hacemos es acceder a la página web de datos abiertos del ayuntamiento y del ICV y descargarnos .shp que nos interesen como en nuestro caso son los polígonos de las parcelas, los barrios y los espacios verdes, estas capas son básicamente para enriquecimiento visual,

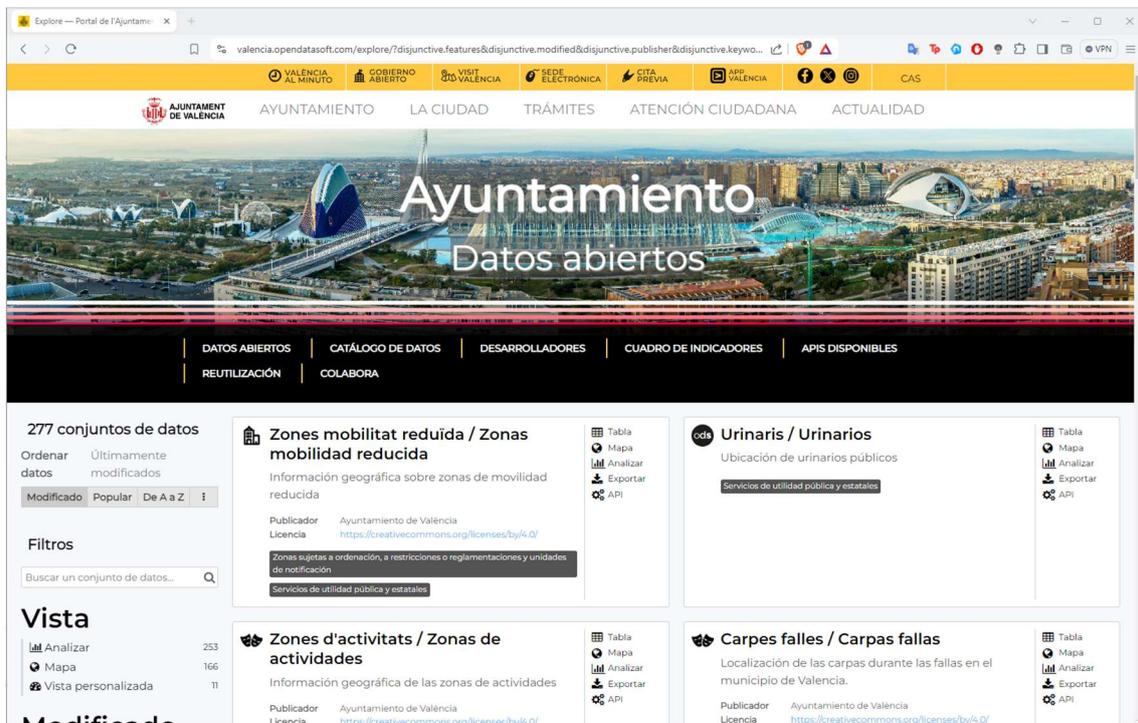


Ilustración 4: Dades Obertes del ayuntamiento

Realmente, lo importante y en lo que se va a enfocar este TFG, dichas capas están en el WMS que a continuación vamos a conectar.

Cuando ya nos hemos descargado las capas que nos interesan, lo que hacemos es un clip de las diferentes capas, como las parcelas, sobre la capa de los barrios sobre los que vamos a hacer el trabajo, en mi caso los siguientes:

nombre
EL PALMAR
SANT LLORENS
EL CALVARI
BENIMAMET
BENIFERRI
EL PERELLONET
CIUTAT FALLERA
SANT ANTONI
MARXALENES
MORVEDRE
BENICALAP
ELS ORRIOLS
TORREFIEL
TORMOS
LES TENDETES
CAMPANAR
SANT PAU

Ilustración 2: barrios seleccionados

Hacemos el clip de la siguiente manera:

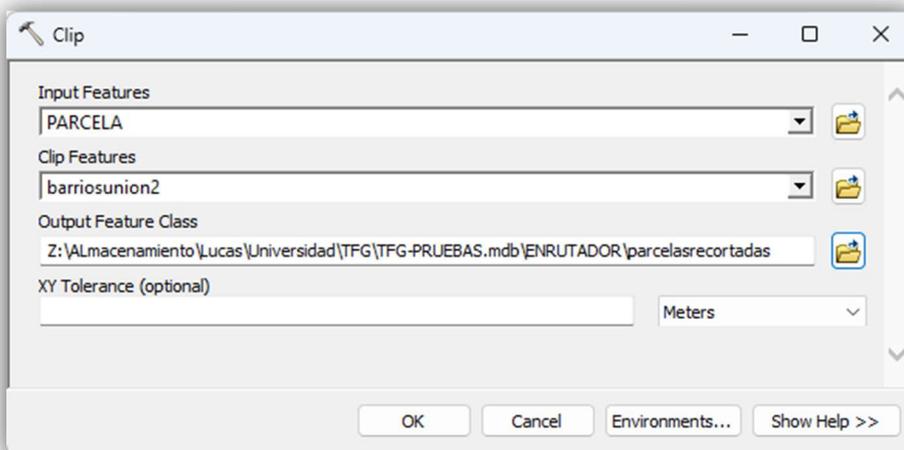


Ilustración 3: Geoproceso de Clip

Lo que queremos es hacer un *clip* de la capa de parcelas, sobre la capa de “parcelasunion2”, que esta es una capa la cual contiene la zona de trabajo sobre la que vamos a plantear el trabajo, con la unión de varios barrios.

Para conseguir la capa que acabos de mencionar, únicamente lo que hemos hecho es descargar la capa de barrios del Ayuntamiento, y eliminar, con la herramienta de editar activada, todos los polígonos de los barrios que no me interesaban.

El resultado al hacer los diferentes “*Clip*” sobre las diferentes capas: parcelas, zona verde y parcelas rusticas, es el siguiente:



Ilustración 5: Recorte de las capas

Por lo que nos quedaría así el *feature data set*:

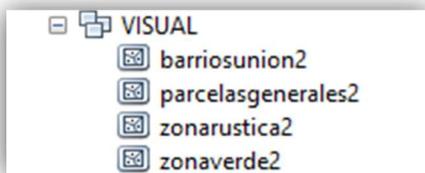


Ilustración 6: Feature DataSet Visual

Como hemos mencionado con anterioridad toca ahora conectar el WMS para ver las capas que realmente más nos interesan para este proyecto.

Mediante la opción de Add Data, debemos seleccionar la opción de GIS server.

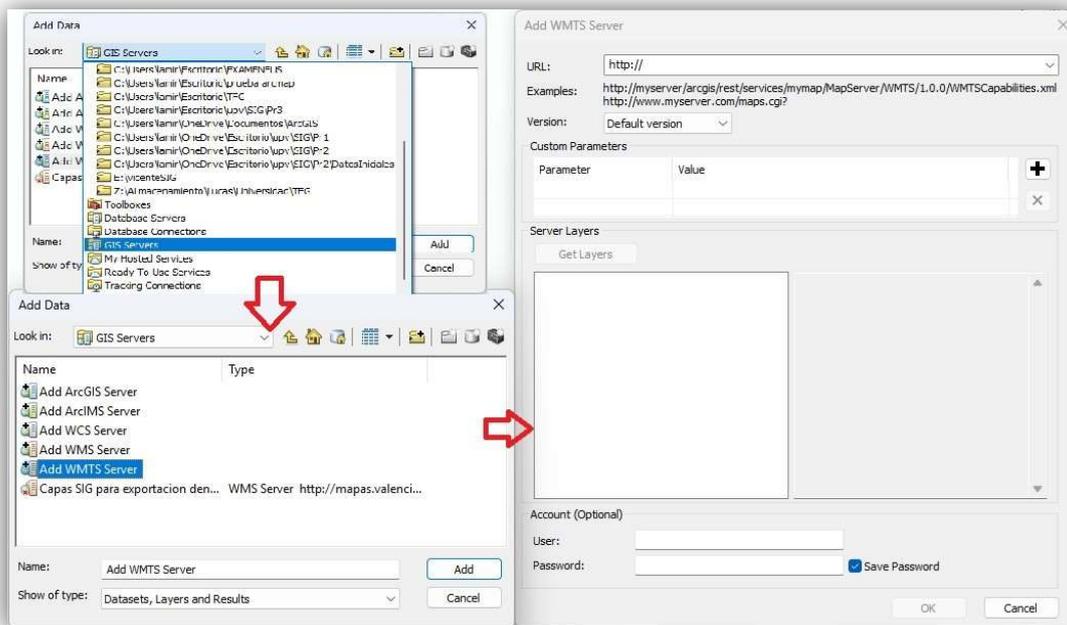


Ilustración 7: Proceso de WMS

La URL que introducimos es:

<http://mapas.valencia.es/lanzadera/opendata/wms?language=spa&service=WMS&version=1.3.0&request=GetSchemaExtension>

Una vez tenemos la capa del WMS cargada en nuestro trabajo, activamos las capas que nos interese, ya que en este WMS viene una cantidad de capas muy alta.

Las capas que seleccionamos son: Monumentos históricos y o puntos de interes, estaciones ValenBisi, aparcamiento de bicicletas, itinerarios ciclistas (carriles bici básicamente).

Debido a que estas capas son de un WMS, no se puede exportar los elementos de las capas, por lo que hay que rehacerlas/calcarlas por encima de estas. Para esto creamos las diferentes capas dentro de nuestro *Feature Dataset*, y mediante la pestaña de *Create Features*, las “calcamos”.

Aquí un ejemplo, hemos creado la capa “carrilbici”, y tenemos activada la capa del WMS, con el carril bici en rojo, y nosotros lo calcamos desde arriba con el color verde. No siempre tendremos que seguir la línea roja que marca el WMS, ya que esta zona puede a ver cambiado hace poco y no estar actualizada, por lo que también nos ayudaremos de la ortofoto de máxima actualidad.

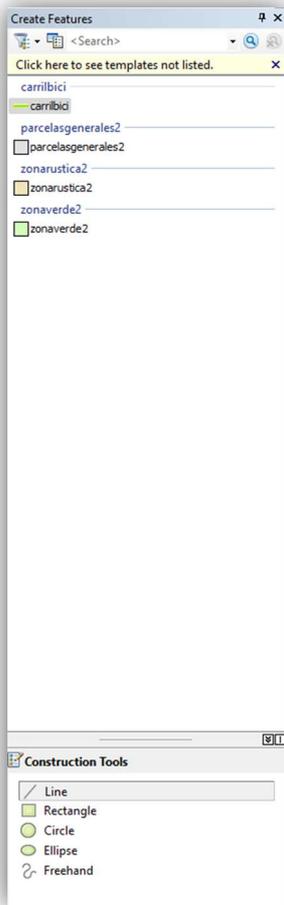


Ilustración 8: Ejemplo de creación de capas

Ilustración 9: Create Features

En este ejemplo se puede ver lo comentado anteriormente, hay veces que los carriles bici se han remodelado o cambiado a añadidos nuevos, y por lo tanto el WMS no está actualizado, por eso con ayuda de la ortofoto y el MAPS hay que ir asegurándose de los carriles bici actualizados.

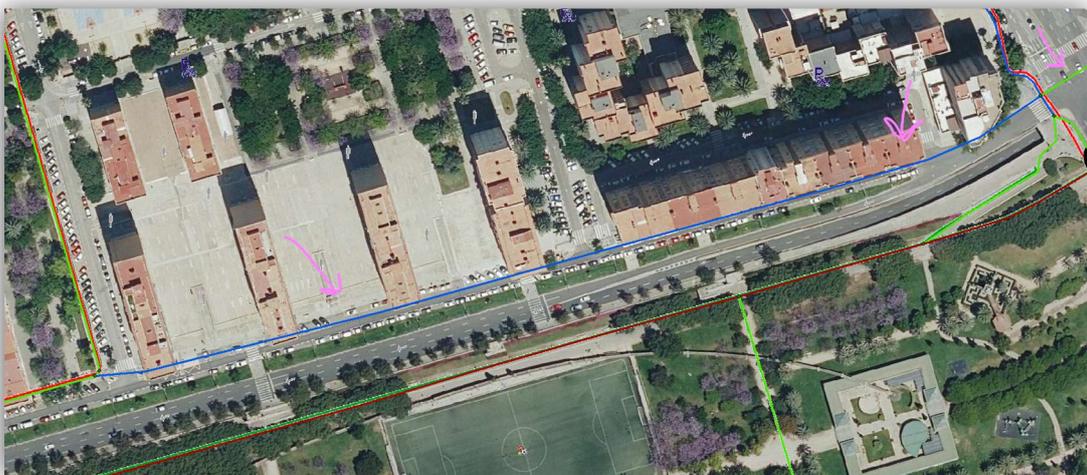


Ilustración 10: Carriles desactualizados

En esta imagen podemos ver como ahí hay un carril bici, que es el que esta señalado con las flechas rosas, pero que no sale en el WMS, por lo tanto, esta desactualizado, pero sin embargo tampoco sale en la ortofoto, y tampoco sale en la foto de esa calle en el MAPS, nos hemos tenido que meter en otra calle del MAPS, la cual tiene imágenes más actuales, y ahí darnos cuenta, que efectivamente hay un carril bici, y efectivamente no sale reflejado en el WMS por falta de actualización. Comprobar todas estas cosas, ha sido mas fácil, debido a que este carril forma parte del barrio en el que me he criado y son zonas que he frecuentado recientemente, por eso también puedo detectar cuando falta o no un carril bici en el WMS.



Ilustración 11: Vista aerea MAPS

Por ejemplo, en el MAPS en vista aérea si que sale reflejado el carril bici, pero si nos ponemos en el modo *Street view*, no aparece el carril.



Ilustración 12: Street View MAPS

Esto es en una calle de “via de servicio” por así decirlo, pero si ponemos el Street view en la cerretera de al lado, que es una avenida, sí que tenemos unas fotos de MAPS más actualizadas y en las que sí que aparece el carril bici.

Todo esto lo heos explicado para que se entienda de que este proceso de “calcar” no es tan fácil como simplemente seguir la línea del WMS, ya que hay que comprobar muchas veces carriles nuevos o carriles actualizados, y esto ralentiza el proceso de calco. Por eso también el TFG se ha centrado en ciertos barrios de la zona norte del “rio” de valencia. Porque si hubiera tenido que analizar toda la ciudad, habría llevado muchísimas más horas.

Una vez explicado el anterior, finalmente, esta sería la vista de todos los carriles bici de la zona:



*Ilustración 13: Capas carriles bici*

A continuación, hacemos el mismo proceso con el resto de las capas que nos interesan, con la diferencia de que en vez de en la herramienta de Create Features usar líneas, usaremos capas de puntos, ya que lo único más que nos interesa extraer del WMS son elementos puntuales.

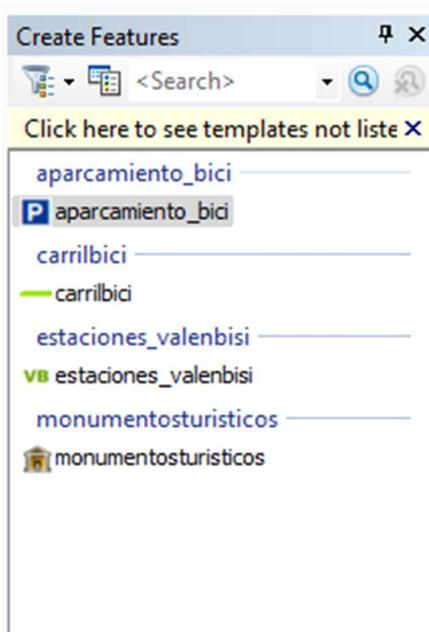


Ilustración 14: Capas calcadas del WMS

Estas son las capas que hemos calcado del WMS del ayuntamiento, hemos seguido el mismo procedimiento que en la capa de carril bici. Solo que en el resto de los casos son con tipo puntual, no lineal. (La capa de monumentos turísticos posteriormente se cambiará a puntos de interés, ya que no solo hay sitios turísticos en esa capa, sino que también hospitales, colegios, etc.)

La capa de puntos de interés finalmente quedaría así, en la que también hay una columna para diferencia el tipo de punto de interés ya sea de un tipo más turístico/ocio, o deportivo, centro médico, etc.

OBJECTID	SHAPE	TIPO	NOMBRE
1	Point	TURISMO	PALACIO DE CONGRESOS
2	Point	RELIGIOSO	IGLESIA SANTIAGO APOSTOL EL MAYOR
3	Point	RELIGIOSO	PARROQUIA DE NUESTRA SENORA DE LA MISERICORDIA
4	Point	TURISMO	ZOOLOGICO BIOPARC
5	Point	TURISMO	PARQUE DE CABECERA
6	Point	DEPORTIVO	PISTAS ATLETISMO TERRA Y MAR
7	Point	TURISMO	ENTRADA 1 CC NUEVO CENTRO
8	Point	TURISMO	ENTRADA 2 CC NUEVO CENTRO
9	Point	RELIGIOSO	PARROQUIA SAN JUAN BOSCO
10	Point	DEPORTIVO	CAMPO DE RUGBY CLUB CAU
11	Point	RELIGIOSO	PARROQUIA NUESTRA SENORA DEL CARMEN
12	Point	DEPORTIVO	ESTADIO DE FUTBOL DEL LEVANTE UD
13	Point	RELIGIOSO	PARROQUIA DE SAN ANTONIO ABAD
15	Point	DEPORTIVO	POLIDEPORTIVO MARCHALENES
16	Point	MEDICO	HOSPITAL ARNAU DE VILLANOVA
17	Point	RELIGIOSO	PARROQUIA DE SAN JOSEMARIA ESCRIVA
18	Point	DEPORTIVO	CAMPO DE FUTBOL BENFERRI
19	Point	TURISMO	CASINO CIRSA VALENCIA
20	Point	DEPORTIVO	CAMPO DE FUTBOL 7
21	Point	DEPORTIVO	CAMPO DE FUTBOL CD EL RUMBO
22	Point	TURISMO	CINES YELMO
23	Point	TURISMO	BOWLING CENTER CAMPANAR
24	Point	INTERES	ESTACION DE AUTOBUSES
25	Point	TURISMO	BOMBAS GENS CENTRO DE ARTE DIGITAL
29	Point	INTERES	BIBLIOTECA MUNICIPAL BENFERRI
30	Point	TURISMO	PARQUE POLIFILO
31	Point	TURISMO	BIBLIOTECA MUNICIPAL CAMPANAR

Ilustración 15: tabla puntos de interés

Así nos quedaría una zona con los carriles bici, los puntos de interés, los puntos de ValenBisi y de aparcamiento:



Ilustración 16: ejemplo puntos de interes

La base de datos finalmente nos quedaría así:

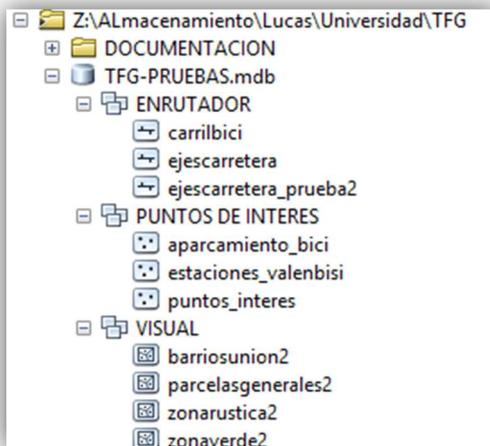


Ilustración 17: MDB organizado

En el apartado de “ENRUTADOR” hay mas capas de las que realmente luego nos interesan, pero eran capas de pruebas del enrutador.

Ahora debemos meternos en la tabla de atributos de la capa de los carriles bici, y deberemos crear los atributos que harán que el enrutador ofrezca diferentes rutas.

OBJECTID*	SHAPE*	SHAPE Length	altitud	tipo de carril	estado del firme	Velocidad
123	Polyline	106,883957	1	3	1	1
124	Polyline	85,301991	1	3	1	1
125	Polyline	70,219552	1	3	1	1
126	Polyline	34,822716	1	2	1	1,5
127	Polyline	90,77416	1	3	1	1
128	Polyline	302,152399	1	3	1	1
129	Polyline	45,134665	1	3	1	1
130	Polyline	189,923732	1	3	1	1
131	Polyline	230,926148	1	3	1	1
132	Polyline	39,632262	1	3	1	1
133	Polyline	64,192465	1	1	2	2
134	Polyline	62,770699	1	1	2	2
135	Polyline	62,9881	1	1	2	2
136	Polyline	492,586961	1	1	2	2
137	Polyline	254,000384	1	1	2	2
138	Polyline	53,066186	1	1	2	2
139	Polyline	62,591507	1	1	2	2
140	Polyline	280,92243	1	1	2	2

Los atributos serán, longitud, velocidad, estado del firme, tipo de carril, ya sea carril bici en acera, carril bici cerrado en calzada o carril bici calzada, a continuación, un ejemplo de cada, a cada tramo de carril bici se le asignara un número, que posteriormente es el que usara el enrutador para crear varias rutas, haciendo que ese número sea una especie de multiplicador para hacer la rutas más o menos optima.



Ilustración 18: Carril bici cerrado en calzada



*Ilustración 19: carril bici en calzada*



*Ilustración 20: carril bici acera*

Otro atributo es el estado del firme, en el que por norma general toda la zona de trabajo tiene un firme decente, excepto zonas como los carriles de “El Rio” ya que debido a las raíces de los árboles hay muchos baches, como se puede ver en las imágenes.



*Ilustración 21: Estado del firme carril bici*



*Ilustración 22: Baches carril bici*

Para el atributo de velocidad hemos seguido el criterio de lógica y también seguridad. Los carriles más rápidos, son los de carretera, luego le siguen los de carretera, pero con carril reservado para las bicis, y los más lentos son los de la acera. Esto es porque los carriles que van por carretera suelen ser línea recta y no hacen eses, cosa que te hace ralentizarte. Todo esto es por norma general, también puede haber carriles en la acera que no tengan ningún tipo de giro y sean de gran velocidad, pero tampoco se puede ir mucho más rápido que en los carriles de carreteras, debido a que en la acera hay peatones que se suelen cruzar por los carriles bicis, y por lo tanto no hay que ir a gran velocidad porque puede haber riesgo de colisión.



*Ilustración 23: Carril en S apaisado*



*Ilustración 24: Carril en S en detalle*

Los carriles en carretera, pero con espacio reservado, podría ser la mejor opción tanto por seguridad como por velocidad, pero en estos carriles también hay eses y formas que no son línea recta que te hacen perder velocidad.



*Ilustración 25: Carril en carretera con S*

Finalmente, los criterios que seguiremos serán los siguientes:

#### Altitud/Pendiente

En este caso todos tendrá el valor 1, debido a que en la ciudad de Valencia la pendiente es mínima

Tipo de carril/seguridad: En este caso hemos diferenciado tres tipos de carriles

Valor 3, carril en carretera sin estar delimitado, el menos seguro ya que los coches te pasan cerca y normalmente a altas velocidades, ya que hay muchos que no respetan los límites de velocidad.

Valor 2, carril en carretera pero delimitado, este carril es más seguro que el anterior, pero no más seguro que el próximo tipo de carril, debido a que aunque este delimitado, puede haber problemas de arroyamiento de los coches que se incorporen a la vía principal sobre la que está el carril. Porque hay que tener en cuenta que los carriles bici muchas veces no están en ambos lados de las vías de doble dirección, hay un solo carril para las dos direcciones, entonces muchos coches que se van a incorporar a la vía, solo se fijan por el lado desde el que vienen los coches y no se fijan en que pueden venir bicis en dirección contraria, y esto acarrea en accidentes.

Valor 1, carril en acera, este carril es el más seguro de los tres, ya que es el que no se encuentra en la carretera, por lo que no hay riesgo con los vehículos.

#### Estado del firme

Valor 1, si el firme está en condiciones decentes.

Valor 2, si el firme está en peores condiciones, por ejemplo, zonas del carril bici del "rio".

## Velocidad

Valor 1, serán las zonas donde los carriles hagan menos trazos o menos giros, es decir zonas más rectas, normalmente serán los tipos de carril en carretera, es decir los carriles que van adheridos a una vía de automóviles.

Valor 1.5, serán las zonas intermedias del 1 y del 2. Zonas con bastante “línea recta”, pero con giros igualmente

Valor 2, serán las zonas con más giros y trazos, normalmente serán los tipos de carril en acera.

Ya ha llegado el momento de hacer el enrutador, momento de usar la herramienta de *Network Analyst*

Lo primero que tendremos que hacer es crear una columna en la tabla de atributos de la capa de carriles bici, que la llamaremos “Coste” y hacer la siguiente multiplicación con el *Field Calculator*:

(Una aclaración: Cuando en los párrafos de arriba nos referimos a “Valor X”, esto significa que cuanto mas alto esa X, peor porque tenemos que tener en cuenta que la columna de costes multiplica la longitud del carril bici, por esos Valores, por lo tanto cuanto mas altos sean esos valores, más grande será el valor final en la columna de costes, y por lo tanto esa ruta será menos optima que otras

$[Distancia] * [Estado\ del\ firme] * [Tipo\ de\ carril] * [Altitud/Pendiente] * [Velocidad]$

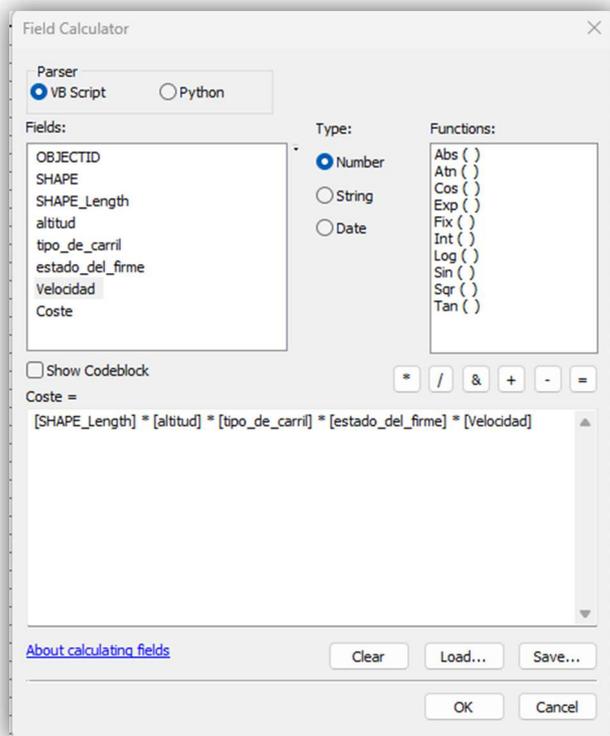


Ilustración 26: Field Calculator, Coste

Y el resultado de la tabla de atributos sería el siguiente, y así nos quedaría la columna de costes:

OBJECTID *	SHAPE *	SHAPE Length	altitud	tipo de carril	estado del firme	Velocidad	Coste
123	Polyline	106,883957	1	3	1	1	320,65187
124	Polyline	85,301991	1	3	1	1	255,905974
125	Polyline	70,219552	1	3	1	1	210,658657
126	Polyline	34,822716	1	2	1	1,5	104,468147
127	Polyline	90,77416	1	3	1	1	272,322481
128	Polyline	302,152399	1	3	1	1	906,457197
129	Polyline	45,184665	1	3	1	1	135,553995
130	Polyline	189,923732	1	3	1	1	569,771195
131	Polyline	230,926148	1	3	1	1	692,778444
132	Polyline	39,632262	1	3	1	1	118,896787
133	Polyline	64,192465	1	1	2	2	256,769858
134	Polyline	62,770699	1	1	2	2	251,082798
135	Polyline	62,9881	1	1	2	2	251,952401
136	Polyline	492,586961	1	1	2	2	1970,347843
137	Polyline	254,000384	1	1	2	2	1016,001538
138	Polyline	53,066186	1	1	2	2	212,264743
139	Polyline	62,591507	1	1	2	2	250,366027
140	Polyline	280,92243	1	1	2	2	1123,689722
141	Polyline	75,107191	1	2	1	1,5	225,321574
142	Polyline	222,896892	1	1	2	2	891,587566
143	Polyline	483,13534	1	2	1	1,5	1449,40602
144	Polyline	206,620153	1	1	2	2	826,48061
145	Polyline	128,032889	1	1	2	2	512,131556
146	Polyline	49,523374	1	1	2	2	198,093495
147	Polyline	41,808751	1	2	1	1,5	125,426253
148	Polyline	41,202816	1	1	2	2	164,811262
149	Polyline	98,805704	1	1	2	2	395,222815
150	Polyline	167,003902	1	2	1	1	334,007803
151	Polyline	213,377015	1	1	2	1,5	640,131045
152	Polyline	74,813165	1	1	2	2	299,25266
153	Polyline	167,396993	1	1	2	2	669,587974
154	Polyline	374,563131	1	2	1	1,5	1123,689392
155	Polyline	43,870027	1	3	1	1	131,610081
156	Polyline	175,253164	1	2	1	1	350,506328
157	Polyline	171,265892	1	2	1	1,5	513,797675
158	Polyline	316,343317	1	1	2	1,5	949,029951
159	Polyline	244,503537	1	1	2	2	978,014147
160	Polyline	486,660361	1	1	2	2	1946,641446
161	Polyline	40,150381	1	1	2	2	160,601525
162	Polyline	206,11063	1	3	1	1	618,33189
163	Polyline	226,258750	1	1	2	2	4217,432034

Ilustración 27: Resultado tabla de atributos, costes

Aquí podemos ver la columna de costes como ha quedado, sobre la que luego nos basaremos para hacer nuestro baremo de colores de eficiencia.

Ahora con la herramienta del *Network Analyst*, creamos el enrutador:

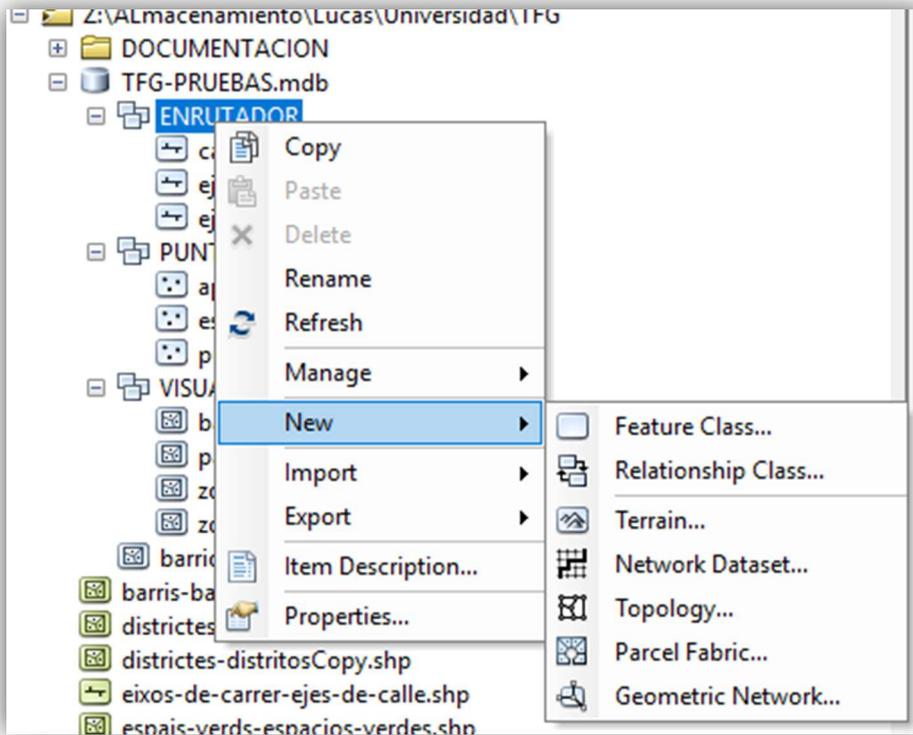


Ilustración 28: network Dataset

En esta parte tenemos que seleccionar en la columna de *Value*, el atributo de Coste que hemos creado, ya que es el que utilizará para crear los costes de cada una de las vías y así el *data set* podrá elegir la mejor ruta dependiendo el punto de inicio y final:

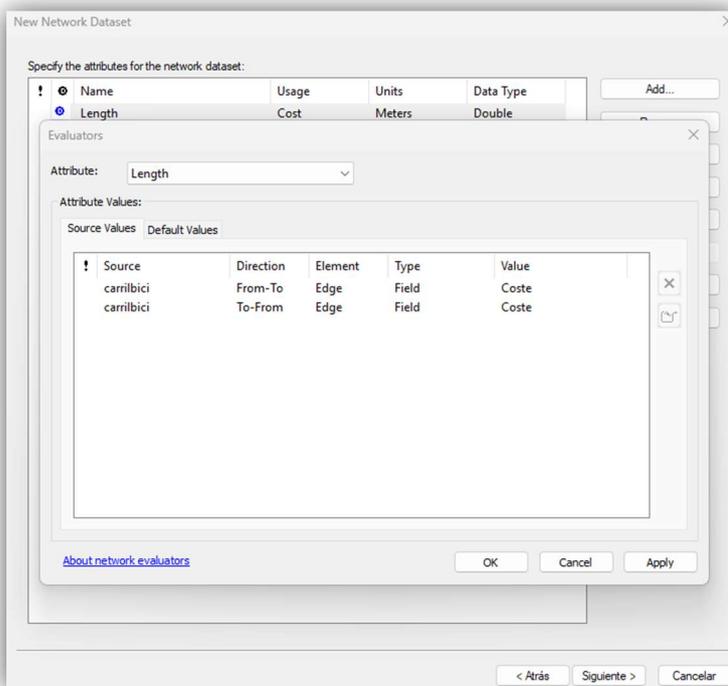
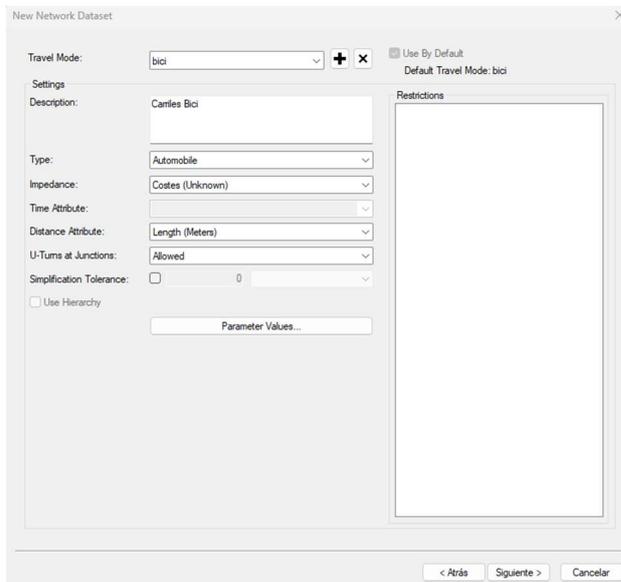
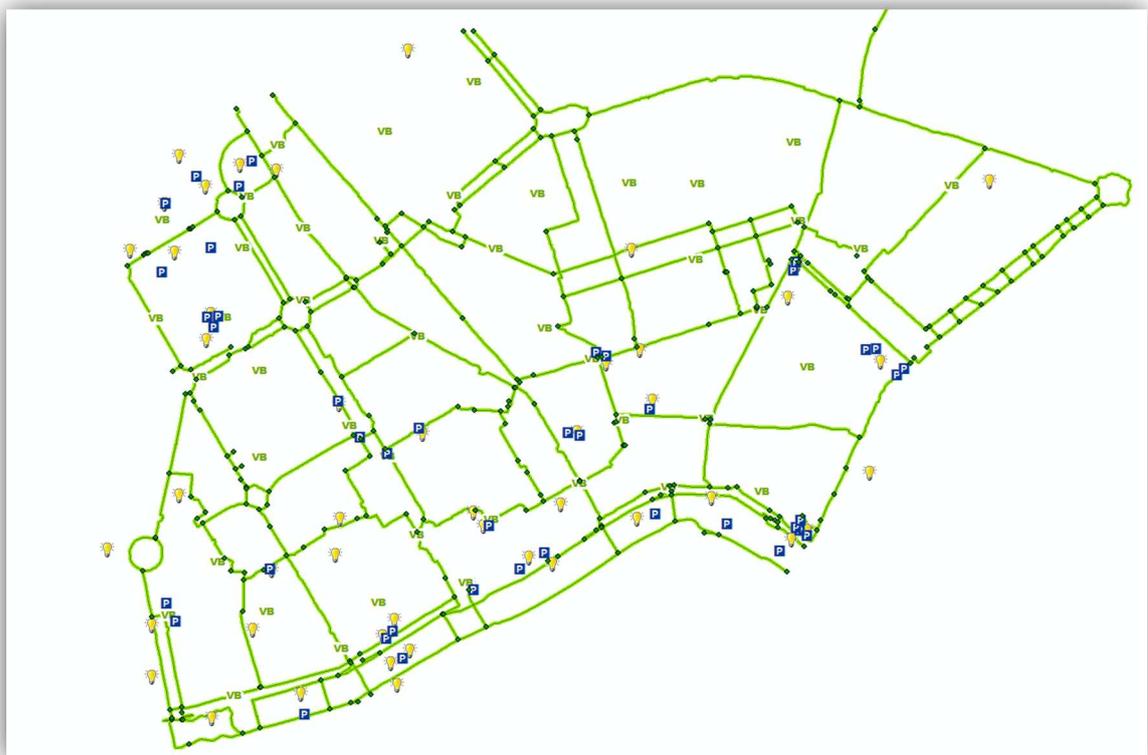


Ilustración 29: Network Dataset Costes



*Ilustración 30: Network Dataset bici*

Hacemos una descripción de la red, aunque esto no es necesario si no quisiéramos, ya que esto importa cuando tenemos varios tipos de redes.



*Ilustración 31: Nodos carriles bici*

Aquí podemos ver cómo han quedado los nodos de todos los vértices de nuestros carriles bici.

En cada vértice se señalará el punto en el que te encuentras y las posibles direcciones que puedes tomar, así como los vértices a los que llegarás según la dirección escogida. Utilizando estos datos, calcularemos un promedio de los costes y los clasificaremos por niveles de dificultad, empleando un sistema de colores similar al de las pistas de esquí: verde para muy fácil, azul para fácil, rojo para difícil y negro para muy difícil.

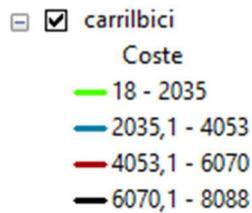


Ilustración 32: Parametros coste

El resultado que nos daría aplicado al mapa es el siguiente:

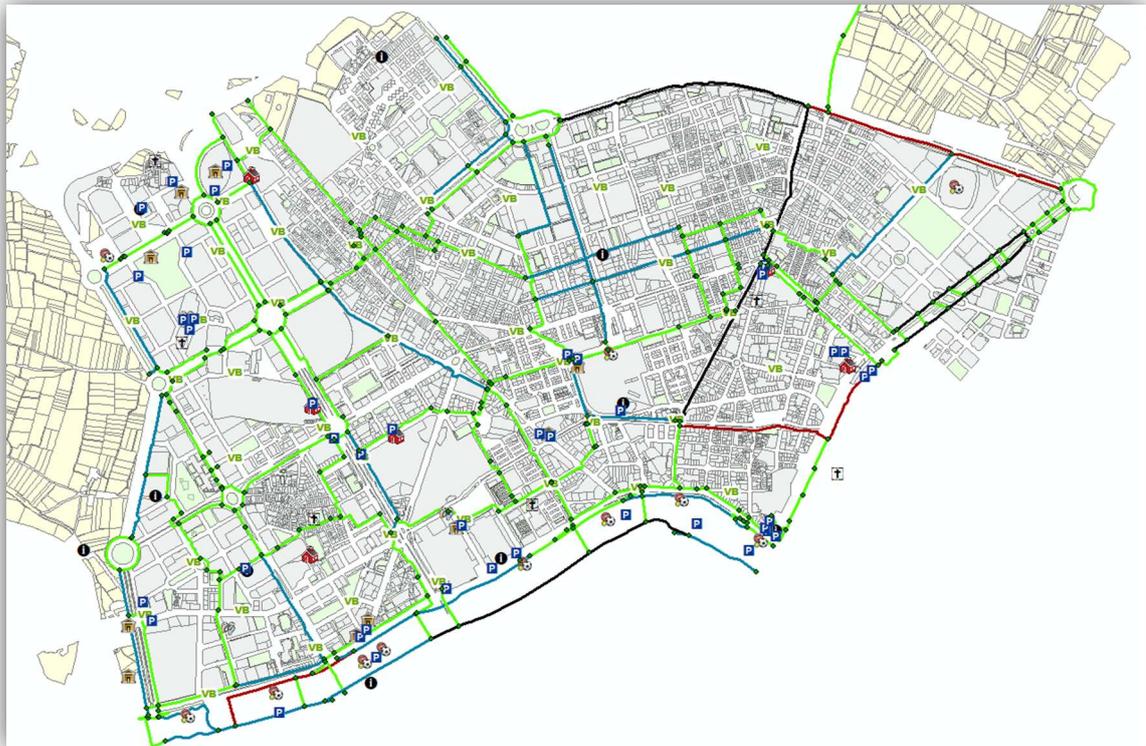


Ilustración 33: Resultado parametros coste

Podemos observar los carriles bici, con su grado de “dificultad”, también podemos ver los puntos de interés, que los hemos clasificado según varios tipos, centros educativos, deportivos, médicos, etc.

También se pueden observar los puntos de aparcamiento de bicis, cercano al punto de interés, al igual que los lugares de alquiler de ValenBisi.

# PRESUPUESTO

El presupuesto necesario para desarrollar un Sistema de Información Geográfica (SIG) se basa en la media salarial de un ingeniero geomático, que varía entre 19.500 y 22.500 euros anuales. Además, es fundamental incluir los costes indirectos, como el uso de Internet, computadoras y otros gastos de oficina. Los costes principales se detallan a continuación:

- Costes principales (Precio mensual):
  - o Salario base (Ingeniero Geomática / Titulado medio o diplomado): 1670 €
  - o Plus de convenio: 73.58 €
  - o Costes del programa: 160 €
  - o Costes indirectos: 210 €

Cálculo del presupuesto final:

Una vez identificados los costes principales, se determinarán los costes mensuales y el coste total del proyecto, que tiene una duración estimada de 2 meses.

- o Coste directo: (Salario base + plus de convenio) x 2 meses =  $(1670 + 73.58) \times 2 = 3487.16 \text{ €}$
- o Coste total del proyecto: (Coste directo + costes indirectos) + 40% de la Seguridad Social =  $(3487.16 + 210) + 40\% \text{ de } 3487.16 = 4184.224 \text{ €}$

Estos cálculos ofrecen una estimación del presupuesto requerido para realizar este proyecto de SIG.

# RESULTADOS

Aquí se puede ver un resultado, con la ortofoto:



Ilustración 34: resultado con ortofoto

Aquí se puede ver el mismo resultado, pero sin la ortofoto:

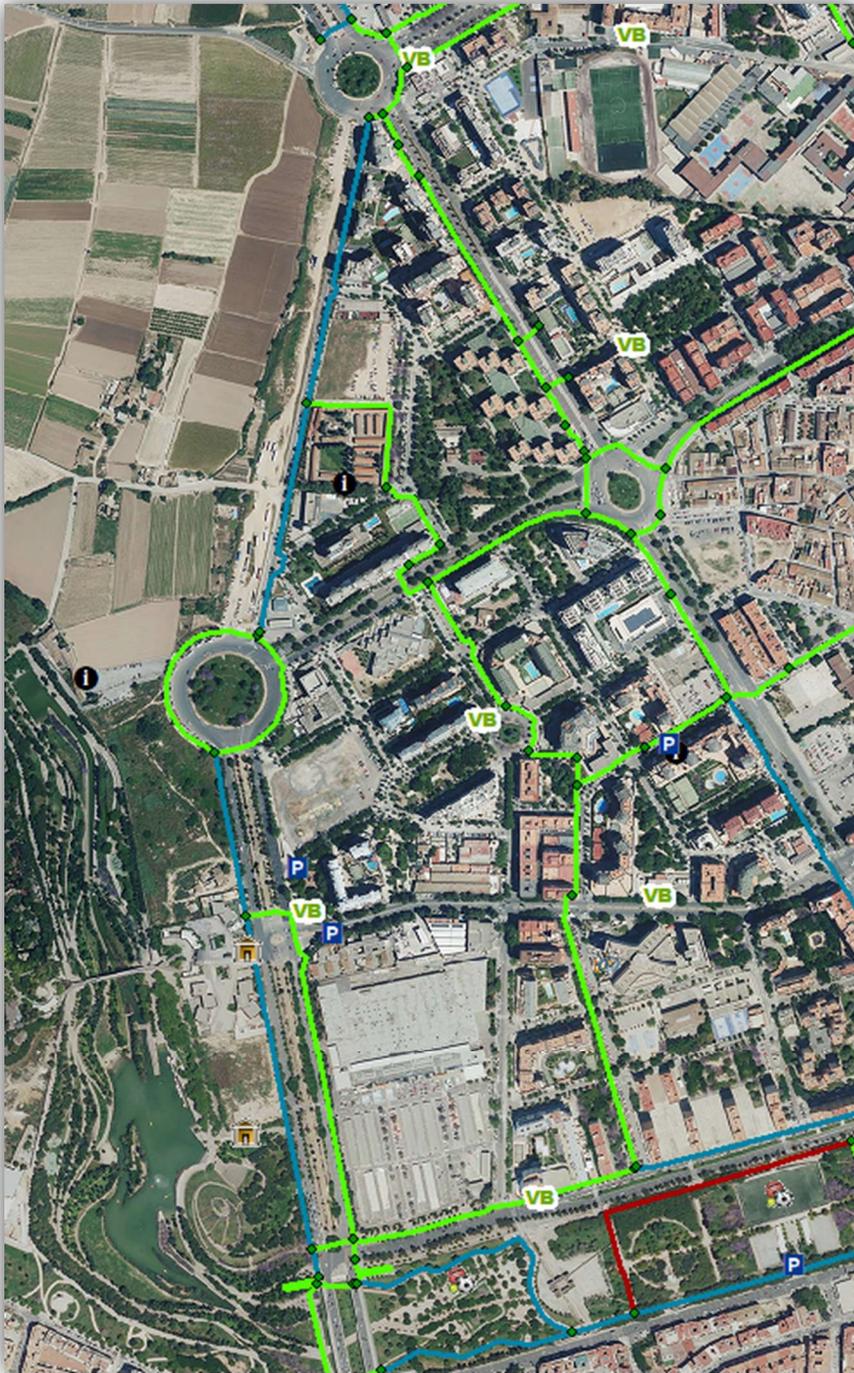


Ilustración 35: resultado con parcelas

Mas adelante en el apartado de cartografía, se mostrarán mejor los resultados, junto con la leyenda, escala, etc.

Ahora voy a mostrar varios ejemplos del enrutador de *network analyst*, que es la función más interesante bajo mi punto de vista, ya que es la que te hace las rutas.

Aquí podemos ver la zona sobre la que vamos a ver la ruta:



*Ilustración 36: Zona de ruta, ejemplo 1*

Y ahora podemos ver el trazo de la ruta hecho, y podemos observar cómo busca la ruta más óptima, es decir buscando las zonas verdes y azules:

(la línea marrón, es la ruta)



*Ilustración 37: Zona enrutada, ejemplo 1*

A continuación, otro ejemplo de ruta, primero la zona sin la ruta, para que se vean los carriles:

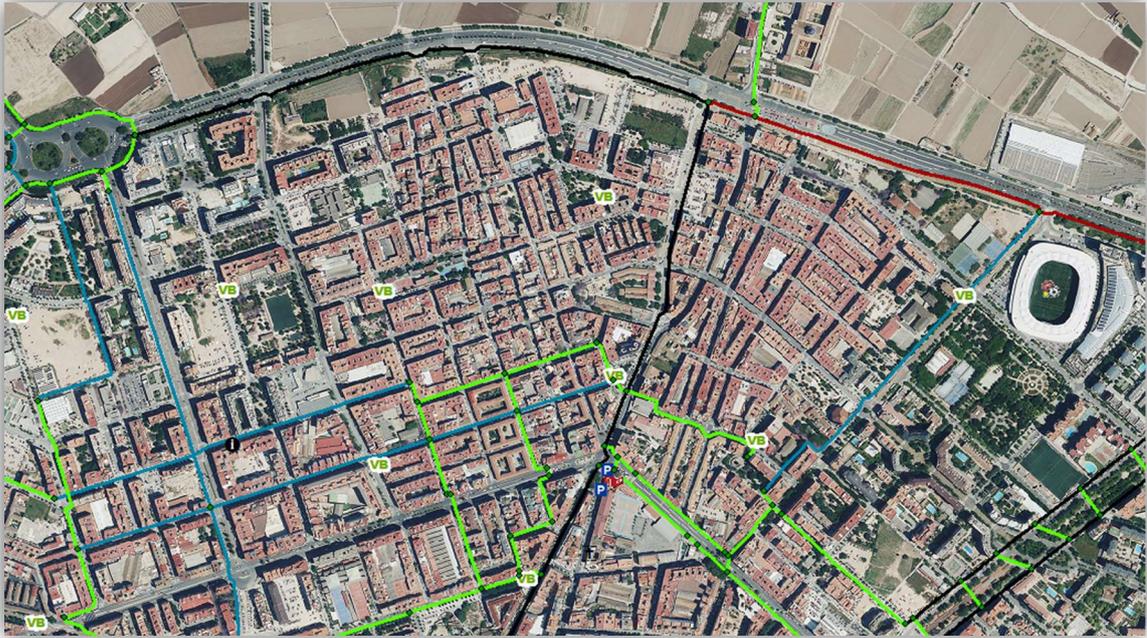


Ilustración 38: Zona de ruta, ejemplo 2

Y ahora vemos como se hace la ruta, una vez más, buscando el trayecto más óptimo, teniendo en cuenta la columna de costes:

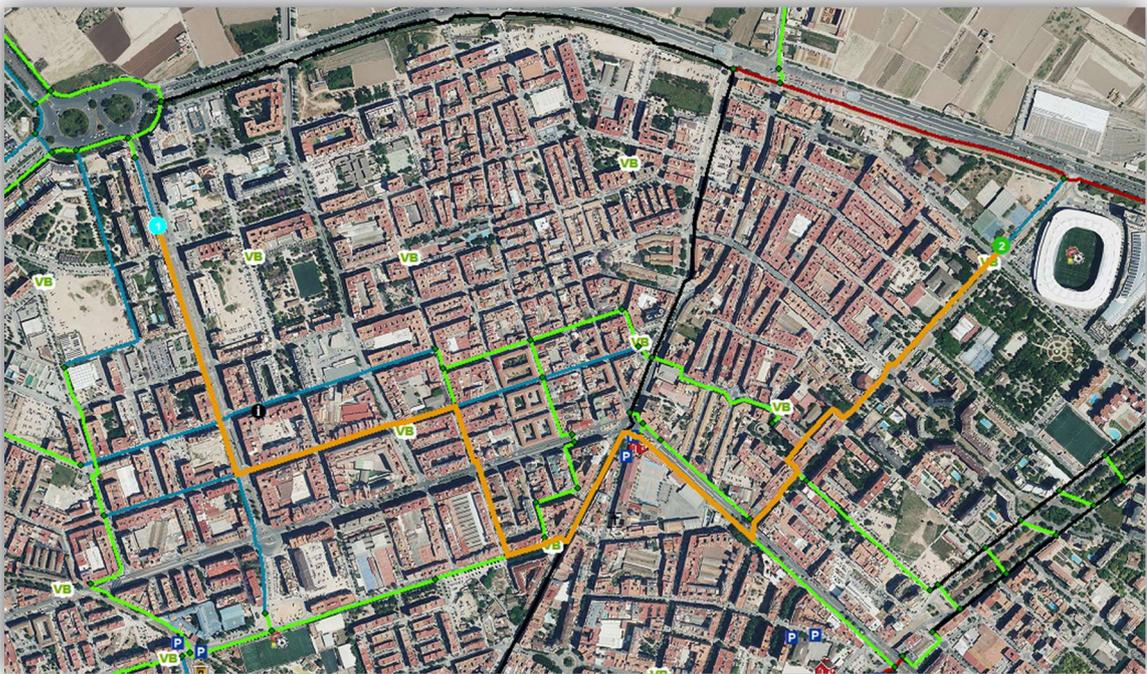


Ilustración 39: Zona enrutada, ejemplo 2

Podemos ver cómo ha escogido a priori una ruta más larga, pero probablemente más segura, ya que, en el carril negro de arriba, es más inseguro debido a que es un carril que

está en el asfalto. En este caso el enrutador ha priorizado la seguridad ante la distancia, aunque tampoco es mucha más distancia. Todo esto gracias a la columna de costes.

Aquí un último ejemplo de una ruta más grande, una vez más, se coje la ruta más óptima, gracias a la columna de costes y a los criterios que hemos seguido para crearla:



Mas adelante se podrán ver mejor estos resultados bien cartografiados en los anexos.

## CONCLUSIONES

Para finalizar, En este proyecto hemos hecho un enrutador por la red de carriles bici, que ofrece una ruta optima, atendiendo a seguridad y mínima distancia, partiendo de un punto A a un punto B, y también se ha ofrecido un mapa general con la red de los carriles, ordenados por colores atendiendo a lo óptimos o no que son esos carriles.

Todo esto se ha hecho para solucionar el problema de que cuando te quieres desplazar con bicicleta, lo puedas hacer con seguridad por los carriles bici, y con un recorrido optimo, y no tengas que recurrir a Google Maps, y que este te envíe por calles con trafico de vehículos, lo cual a nuestro parecer es bastante peligroso y poco cómodo para el usuario de bicicletas.

Como hemos podido ver a lo largo de la explicación del proyecto, hemos alcanzado los objetivos, porque hemos creado una red, solo de carriles bici, que son el verdadero espacio para la circulación de bicicletas, y porque hemos conseguido ofrecer un enrutador que optimice tu recorrido, atendiendo a velocidad (dentro de lo posible), seguridad y mínima distancia.

Por lo tanto, como conclusión, podemos decir que, con este proyecto, hemos aportado algo interesante, a la movilidad sostenible con bicicleta. Porque hacemos que puedas usar la con más seguridad, y sin el miedo a los accidentes con vehículos, y puedas elegir tu ruta sabiendo el nivel de optimo que es cada carril, gracias al mapa de colores o hacer uso del enrutador, que te ofrece una ruta optimizada directamente, en caso de que se requiera.

Con esto que se ofrece esperamos promover el uso de la bicicleta como una forma de ejercicio diario durante los desplazamientos.

Por último, como propuesta de mejora de este proyecto, es clara, ampliarlo a nivel de toda la ciudad de valencia, o incluso a nivel nacional, y trasladar este proyecto a una aplicación del teléfono móvil. También hemos de añadir que como este proyecto se ha enfocado en el uso de los carriles bici, indirectamente, al fomentar el uso de estos, esto puede acarrear en que haya mejoras de infraestructura de los carriles por parte del ayuntamiento, ya que, si ven que ha subido el uso de las Bicicletas, y encima el uso de los carriles bici, esto animaría al ayuntamiento a intervenir, y mejorarlos.

## BIBLIOGRAFIA

- Dades Obertes, GVA (s.f.). <https://portaldadesobertes.gva.es/es>
- Infraestructura de dades espacials valenciana (s.f.)  
<https://geocataleg.gva.es/#/?lang=spa>
- Agencia municipal de la bicicleta (Miércoles, 17 Agosto, 2022)  
<https://www.valencia.es/agenciabici/es/noticias/el-uso-de-la-bicicleta-en-valencia-continua-en-aumento-con-un-crecimiento-del-21-de-la-red>
- Google Maps (s.f.). <https://www.google.com/maps>
- Centro de descargas del CNIG (s.f.).  
<https://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/busquedaSerie.do?codSerie=02211>
- Biwbik “Top ciudades mas bike-friendly de España (s.f.).  
<https://biwbik.com/blog/news/top-ciudades-mas-bike-friendly-de-espana#:~:text=En%20el%20ranking%20de%20ciudades,Barcelona%3A%20231%20km>

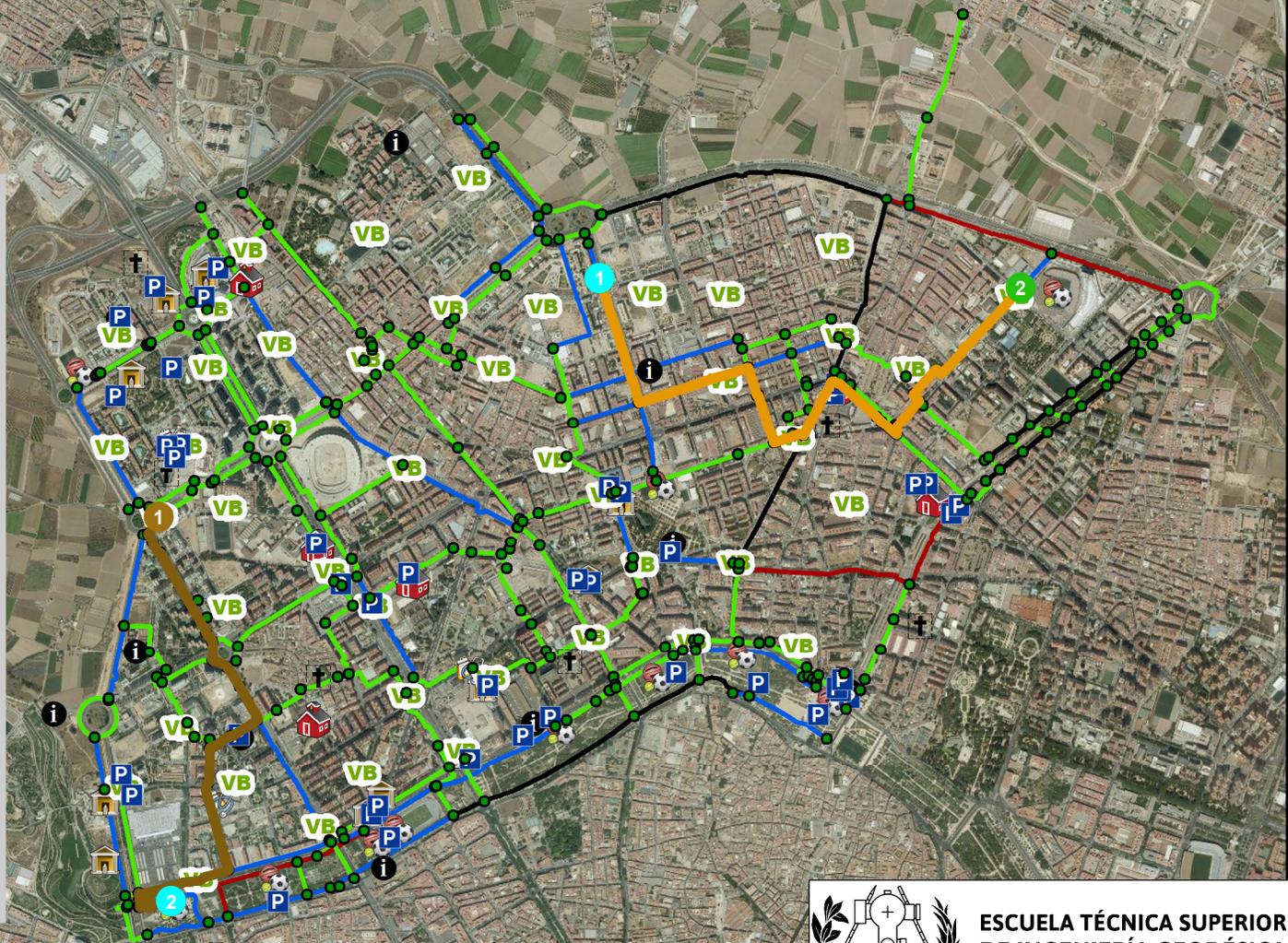
## CARTOGRAFIA / ANEXOS

# Mapa General con Ortofoto



## LEYENDA

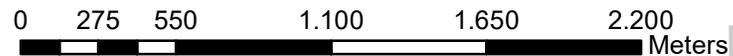
- Routes
- aparcamiento\_bici
- estaciones\_valenbisi
- puntos\_interes
- TIPO
  - DEPORTIVO
  - EDUCACION
  - INTERES
  - MEDICO
  - RELIGIOSO
  - TURISMO
- carrilbici
- Coste
  - 18 - 2035
  - 2035,1 - 4053
  - 4053,1 - 6070
  - 6070,1 - 8088



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

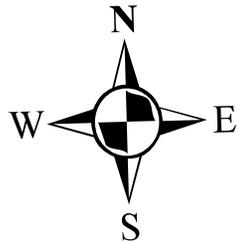
Autor: Lucas Lamiran Medina

02/07/2024



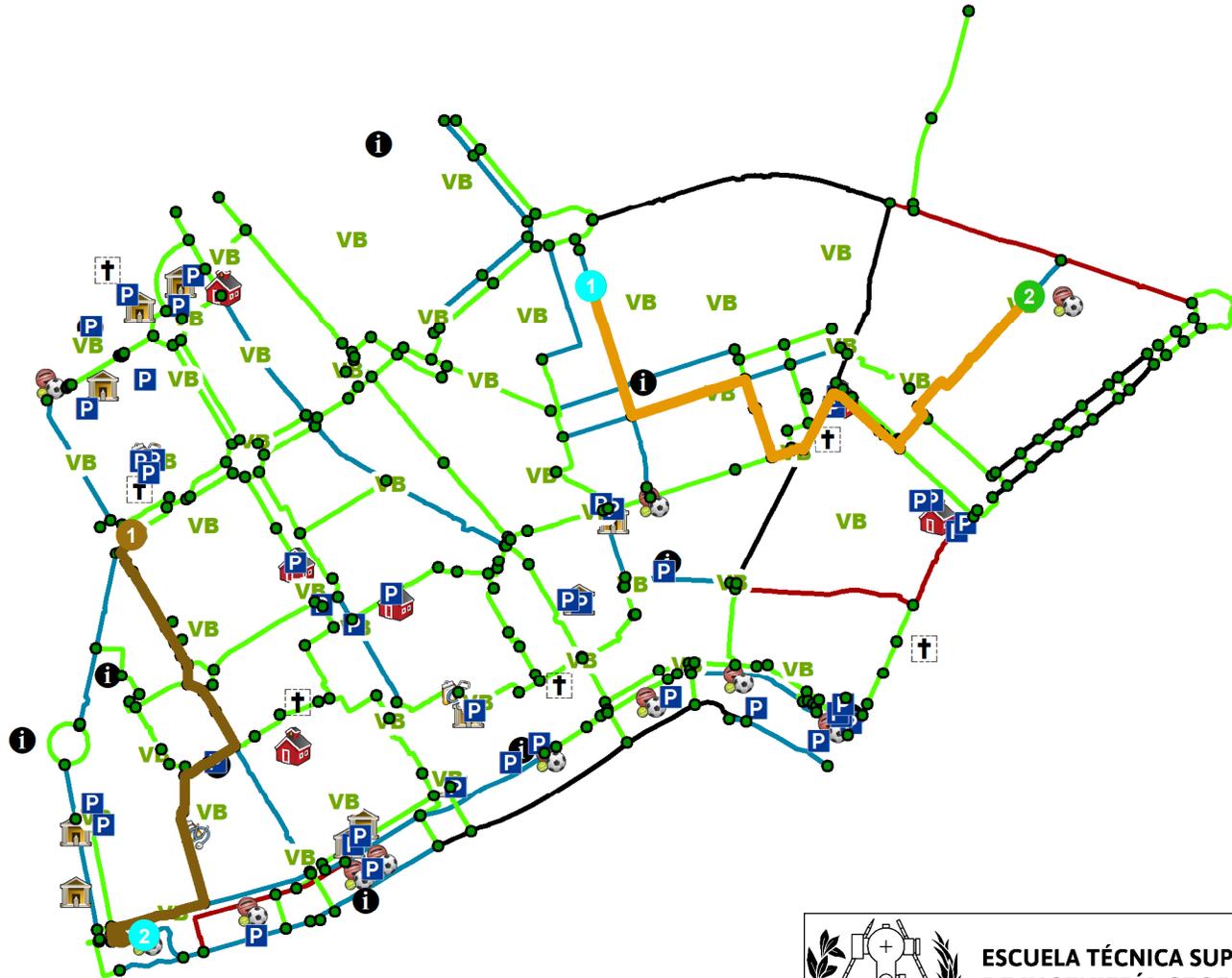
Mapa en el que se muestra los tipos de carriles bici, Los puntos de interes y un par de rutas

# Mapa General de Rutas



## LEYENDA

- Routes
- aparcamiento\_bici
- estaciones\_valenbisi
- puntos\_interes
- TIPO
  - DEPORTIVO
  - EDUCACION
  - INTERES
  - MEDICO
  - RELIGIOSO
  - TURISMO
- carrilbici
- Coste
  - 18 - 2035
  - 2035,1 - 4053
  - 4053,1 - 6070
  - 6070,1 - 8088



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

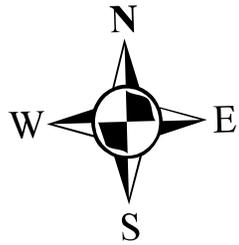
Autor: Lucas Lamiran Medina

02/07/2024

0 275 550 1.100 1.650 2.200 Meters

Mapa en el que se muestra los carriles bici,  
Los puntos de interés y un par de rutas

# Mapa Tipos de Carriles



## LEYENDA

- Routes
- Routes
- aparcamiento\_bici
- estaciones\_valenbisi

## puntos\_interes

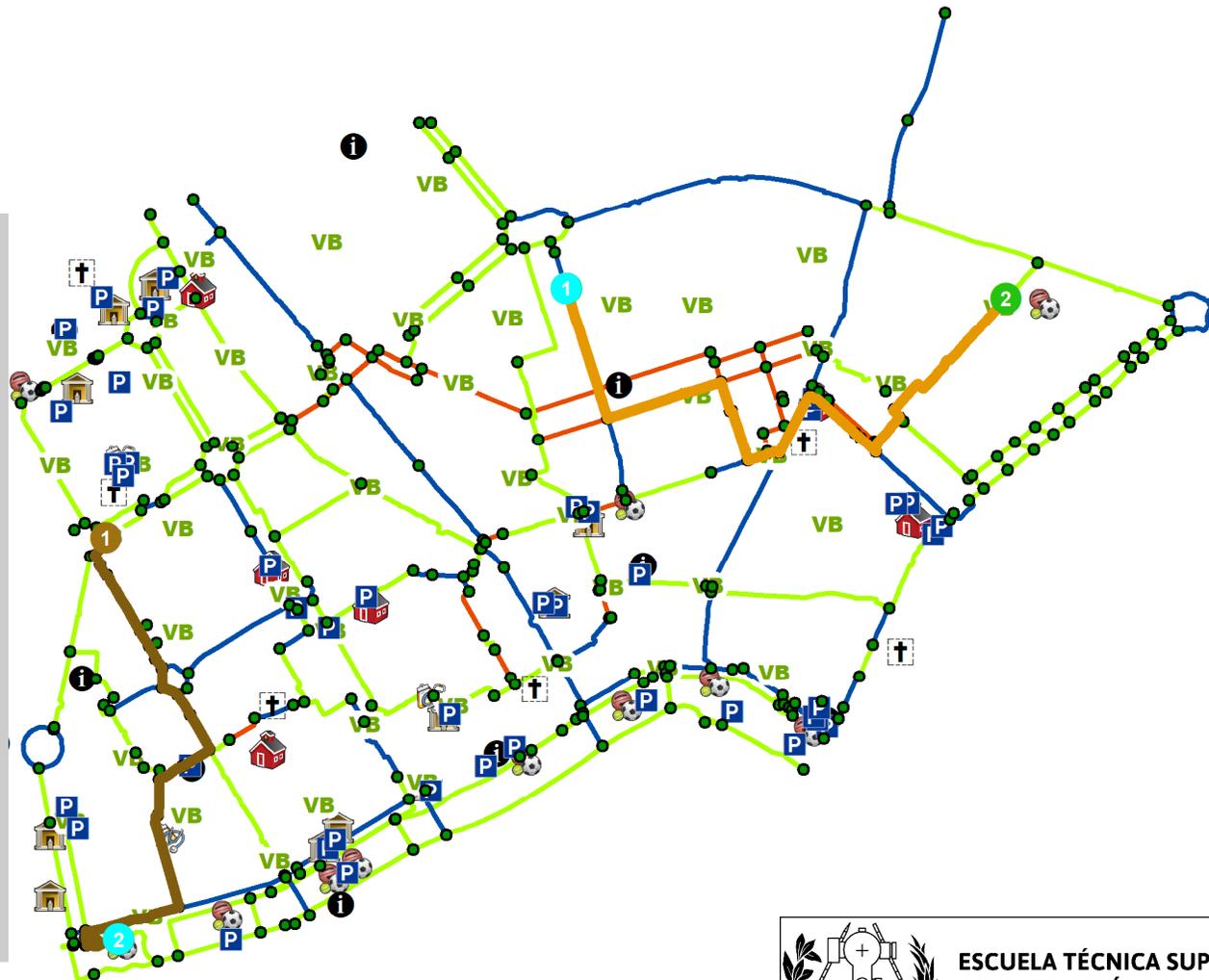
### TIPO

- DEPORTIVO
- EDUCACION
- INTERES
- MEDICO
- RELIGIOSO
- TURISMO

## carrilbici

### tipo\_de\_carril

- Carril en acera
- Carril en carretera delimitado
- Carril en carretera



Autor: Lucas Lamiran Medina

02/07/2024

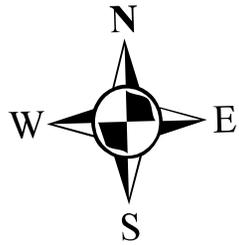


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

0 275 550 1.100 1.650 2.200 Meters

Mapa en el que se muestra los tipos de carriles bici, Los puntos de interes y un par de rutas

# Mapa Velocidad de Carriles



## LEYENDA

- Routes
- Routes
- aparcamiento\_bici
- estaciones\_valenbisi

## puntos\_interes

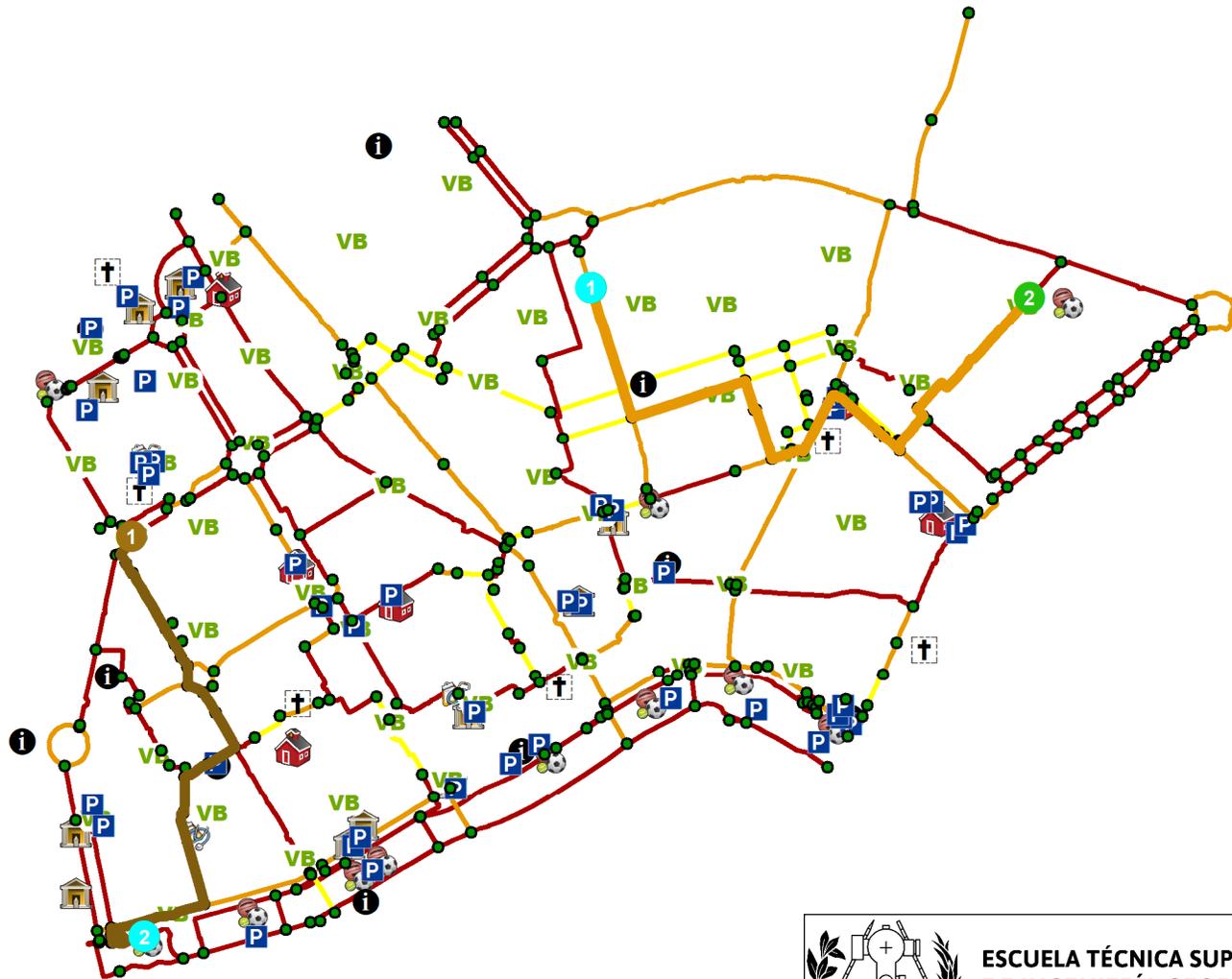
### TIPO

- DEPORTIVO
- EDUCACION
- INTERES
- MEDICO
- RELIGIOSO
- TURISMO

## carrilbici

### Velocidad

- rapido
- medio
- lento



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIERÍA GEODÉSICA  
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

Autor: Lucas Lamiran Medina

02/07/2024

0 275 550 1.100 1.650 2.200 Meters

Mapa en el que se muestra los tipos de carriles bici, Los puntos de interes y un par de rutas