

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

# TRABAJO FINAL DE GRADO

---

ANÁLISIS COMPARADO DE LA ACCESIBILIDAD  
PEATONAL EN EL CAMPUS DE SAN FRANCISCO  
PARA PERSONAS DE MOVILIDAD REDUCIDA

COMPARATIVE ANALYSIS OF PEDESTRIAN  
ACCESIBILITY ON THE SAN FRANCISCO CAMPUS  
FOR PEOPLE WITH REDUCED MOBILITY

Autor

JAIME JOSÉ NAVARRO MARTÍNEZ

Directores

Miguel Sevilla-Callejo  
Ricardo Badía Lázaro

2019-2020



## **Agradecimientos**

Me gustaría agradecer este trabajo a los directores del trabajo Miguel Sevilla y Ricardo Badía por dirigirme este trabajo de quienes he aprendido bastante. A la comunidad de OpenStreetMap de accesibilidad de Zaragoza por poder ayudarme con todas las cuestiones e inconvenientes que se planteaban. También me gustaría agradecer a mi familia por haber confiado siempre en mí.

**Resumen:** En los espacios urbanos las interacciones entre los elementos que conforman las vías peatonales y los propios peatones es diferente dependiendo del tipo de vía y del tipo de peatón. En el campus de la Universidad de Zaragoza de la Plaza San Francisco es una de las zonas más transitadas de la ciudad de Zaragoza y las interacciones entre el peatón y la red peatonal son muy diferentes. Sobre una base de datos de información como abierta OpenStreetMap se ha realizado un análisis de accesibilidad sobre los diferentes peatones cuya movilidad es diferente.

Palabras clave: Movilidad, Personas con movilidad reducida, Análisis de red, Accesibilidad

**Abstract:** In urban spaces the interaction between the elements that make up the pedestrian walkway and the pedestrians themselves is different depending on the type of road and the type of pedestrian. In the campus of the University of Zaragoza in the Plaza San Francisco is one of the busiest areas of the city of Zaragoza and the interactions between the pedestrian and the pedestrian network are very different. On an information database such as OpenStreetMap, an accessibility analysis has been carried out on the different pedestrians whose mobility is different.

Key words: mobility, people with reduced mobility, network analysis, accessibility



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
OBJETIVO E HIPÓTESIS DEL TRABAJO .....	7
CONTEXTO .....	8
Zona de estudio .....	12
Orígenes del Campus universitario.....	16
Información geográfica e internet.....	17
OpenStreetMap.....	19
METODOLOGÍA .....	20
Construcción de la red.....	21
Introducción de datos.....	28
Comprobación en campo.....	29
Análisis de red.....	30
Cálculos.....	34
RESULTADOS .....	36
Caracterización general de la red peatonal urbana.....	36
Peatón genérico.....	38
Personas con limitaciones físicas.....	38
Personas con discapacidad visual.....	40
Análisis de movilidad.....	41
Ruta más rápida .....	41
Áreas de servicio.....	46
Matriz Origen-Destino.....	47
Peatones genéricos .....	48
Personas con movilidad física .....	49
Personas con discapacidad visual.....	50
DISCUSIÓN .....	52
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS UTILIZADOS .....	55
ANEXOS .....	58
CÓDIGO CONSULTA SQL.....	58
MAPA 1. RED PEATONAL PRINCIPAL.....	60
MAPA 2. RED PEATONAL URBANA PARA UN PEATON EN SILLA DE RUEDAS .....	61
MAPA 3. RED PEATONAL URBANA PARA UN PEATÓN GENÉRICO.....	62
MAPA 11. ACCESIBILIDAD PARA UN PEATÓN GENERICO DESDE LA PARADA DE TRANSPORTE PÚBLICO.....	63

MAPA 4. RED PEATONAL PARA UNA PERSONA INVIDENTE.....	64
MAPA 6. ELEVACIÓN DE LOS BORDILLOS.....	65
MAPA 7. ESTADO DE LOS PASOS DE PEATONES.....	66
MAPA 8. HOMOLOGACIÓN DE LAS RAMPAS.....	67
MAPA 9. ESTADO DEL PAVIMENTO PODOTACTIL DE LOS CRUCES.....	68
MAPA 10. SEÑALIZACIÓN ACÚSTICA DE LA RED.....	69
MAPA 12. ACCESIBILIDAD DESDE EL TRANSPORTE PARA UN PEATÓN EN SILLA DE RUEDAS.....	70
MAPA 13. ACCESIBILIDAD DESDE EL TRANSPORTE PARA UN INVIDENTE.....	71
MAPA 13. ÁREA DE SERVICIO PARA UN PEATÓN GENÉRICO.....	72
MAPA 14. ÁREA DE SERVICIO PARA UN PEATÓN EN SILLA DE RUEDAS.....	73
MAPA 15. ÁREA DE SERVICIO PARA UN PEATÓN INVIDENTE.....	74

# INTRODUCCIÓN

Las ciudades han sido siempre un espacio de integración social y cultural para todas las personas. Siempre se ha asociado a las ciudades con el desarrollo, la innovación, la tecnología, el bienestar socioeconómico. Pero los espacios urbanos, también están asociados a la marginalidad, la exclusión y la separación.

Es por ello que en las ciudades existen importantes desigualdades entre diferentes grupos de personas ya sea a nivel económico, a nivel social, a nivel ambiental y por supuesto a nivel de movilidad.

En las ciudades, la movilidad urbana no es para todas las personas de la misma manera, los hombres y mujeres con diversidad funcional presentan restricciones en su movilidad. Muchas personas con discapacidad física necesitan moverse con la ayuda de instrumentos como sillas de ruedas. Además las personas que presentan una discapacidad visual para desplazarse necesitan la ayuda de un instrumento como un bastón o un perro guía, ya que en las ciudades existen infinidad de barreras arquitectónicas que para estas personas suponen un obstáculo en su propia movilidad.

Para todos los habitantes de las ciudades existe un reto importante: poder disfrutar de una ciudad accesible. Disfrutar de una ciudad accesible, logrando la eliminación de barreras que impidan la autonomía personal y el libre desplazamiento de los ciudadanos, constituye uno de los objetivos principales de cualquier política que pretenda mejorar la convivencia, el bienestar social y la solidaridad ciudadana. (Ruiz-Varona et al. 2014)

Con las revoluciones tecnológicas en los últimos décadas se ha podido desarrollar aplicaciones de plataformas libres con datos abiertos para cualquier ciudadano, que ha permitido la elaboración de cartografías, las cuales pueden ser una herramienta que ayude a eliminar estas barreras que limitan la movilidad para algunas personas. (Rafel R. Temes-Cordovez, 2014)

# JUSTIFICACIÓN

La geografía es una ciencia universal que puede ser de ayuda a todas las personas, tanto en ámbitos sociales como en ámbitos económicos. De esta manera todas las personas pueden formar parte de una sociedad integradora. Con los Sistemas de información geográfica voluntaria se pueden hacer infinidad de proyectos dirigidos hacia todas las personas, es el caso de la accesibilidad y la movilidad. Es por ello que realizar un análisis de accesibilidad para las personas que tienen una movilidad limitada es un buen motivo para ayudar a todas las personas a través de la geografía. Este es un tema de estudio novedoso que sólo se ha estudiado recientemente por la denominada *Geography of Disability* o Geografía de la discapacidad, una rama de la geografía humana donde se han escrito algunos artículos como *A geography for Disabled people*(Gleeson, 1996) La zona de estudio escogida ha sido el Campus de la Universidad de la Plaza San Francisco, ya que es una de las zonas más transitadas de Zaragoza por parte de los estudiantes, pero no únicamente la utilizan los estudiantes para desplazarse, también los diferentes profesores o los trabajadores que se dedican a la administración la utilizan para moverse.

En cuanto a los antecedentes no se han realizado trabajos previos sobre esta materia en la misma área de estudio. En otras áreas de Zaragoza sí que encontramos antecedentes. En el año 2019 Ignacio Orte Sierra realizó un trabajo sobre la accesibilidad para las personas de movilidad reducida en el barrio de las Fuentes. *Análisis de la movilidad peatonal urbana para Personas con Diversidad Funcional a través del uso de la Información Geográfica Voluntaria* (Orte,Ignacio.2019). Parte de la metodología de ese trabajo está mejorada y adaptada a esta nueva zona como se verá más adelante.

# OBJETIVO E HIPÓTESIS DEL TRABAJO

El principal objetivo de este trabajo es evaluar la accesibilidad para las personas de movilidad reducida desde las paradas de transporte público hasta las principales entradas de las distintas facultades del Campus de Plaza San

Francisco de la Universidad de Zaragoza. Para ello se elaborará una red de accesibilidad elaborada a partir de datos geográficos tomados de manera individual.

Establecemos dos posibles hipótesis.

H0. El Campus de la Plaza San Francisco presenta unas buenas condiciones de acceso para las personas de movilidad reducida.

H1. Las condiciones que reúne el Campus de Plaza San Francisco y sus alrededores no son adecuadas para las personas de movilidad reducida.

## CONTEXTO

Según la encuesta sobre discapacidad, Autonomía Personal y situaciones de Dependencia realizada en el año 2008 por el Observatorio Estatal de Discapacidad (*INEbase / Sociedad / Salud / Encuestas sobre discapacidades / Resultados / Encuesta 2008*) en España alrededor del 8% de las personas presentan alguna discapacidad, lo que supone casi 4 millones de personas, la mayor parte se concentra a partir de los 65 años de edad como se observa en el gráfico 1. Además es notorio que en las mujeres, el fenómeno se desarrolla mucho más que respecto a los hombres.

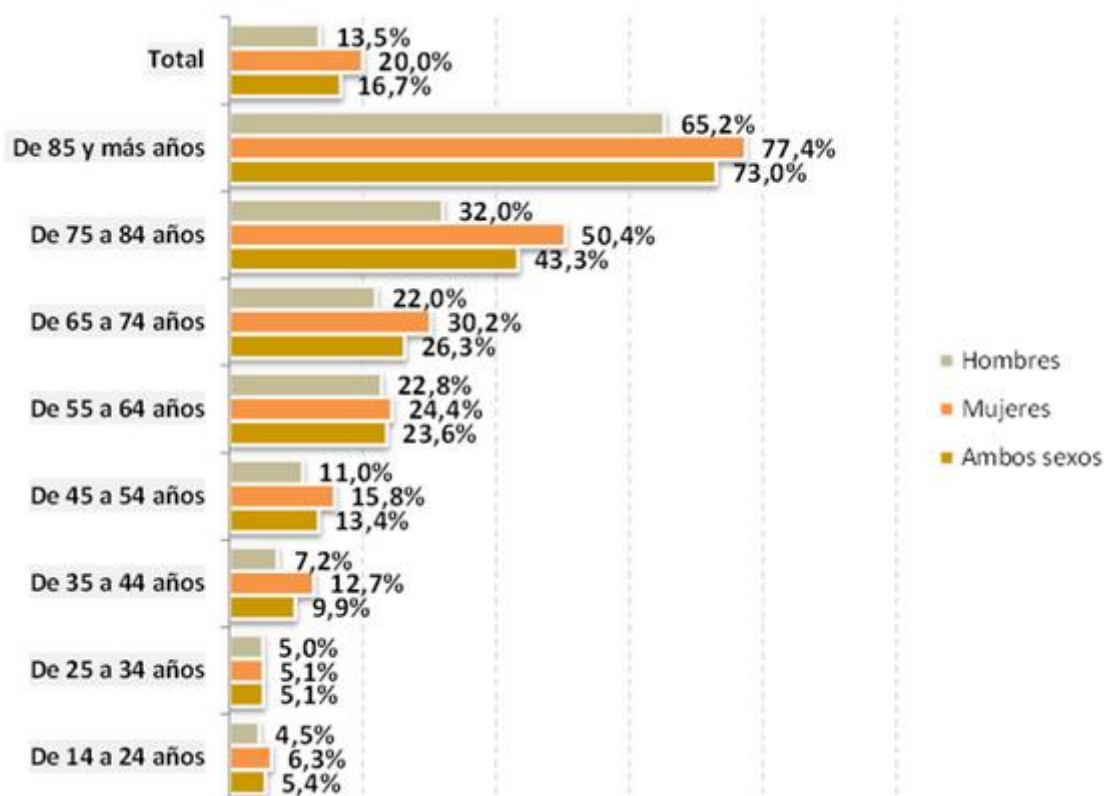


Gráfico 1. Porcentaje de personas con diversidad funcional según el rango de edad (INEbase / Sociedad /Salud /Encuesta de integración social y salud / Resultados, 2012)

Por lo que estas personas consideradas con diversidad funcional tienen problemas importantes de movilidad urbana que se traduce en limitaciones de los desplazamientos por la calle ya que se encuentran con problemas en las aceras, en la altura de los bordillos, en los pasos de peatones puesto que estos elementos de la vía no presentan las condiciones adecuadas para su movilidad.

Según los datos de COCEMFE (Confederación Española de Personas con Diversidad Física y Orgánica, 2019) más de 1,8 millones de personas necesitan ayuda para salir de sus respectivas casas y alrededor de 100.000 personas no disponen de ayuda y no se mueven de sus domicilios. Un 43% de este grupo social pasa muchos días sin salir de casa debido principalmente a la falta de accesibilidad, ya que únicamente un 0,6 de las viviendas en España cumplen los requisitos de movilidad reducida o discapacidad. Siendo las escaleras y los portales las que producen las mayores limitaciones para las personas de movilidad reducida puesto que tienen obstáculos como escalones, puertas de ascensores no correderas o espacios estrechos que no están en su mayoría pensadas para estas personas.

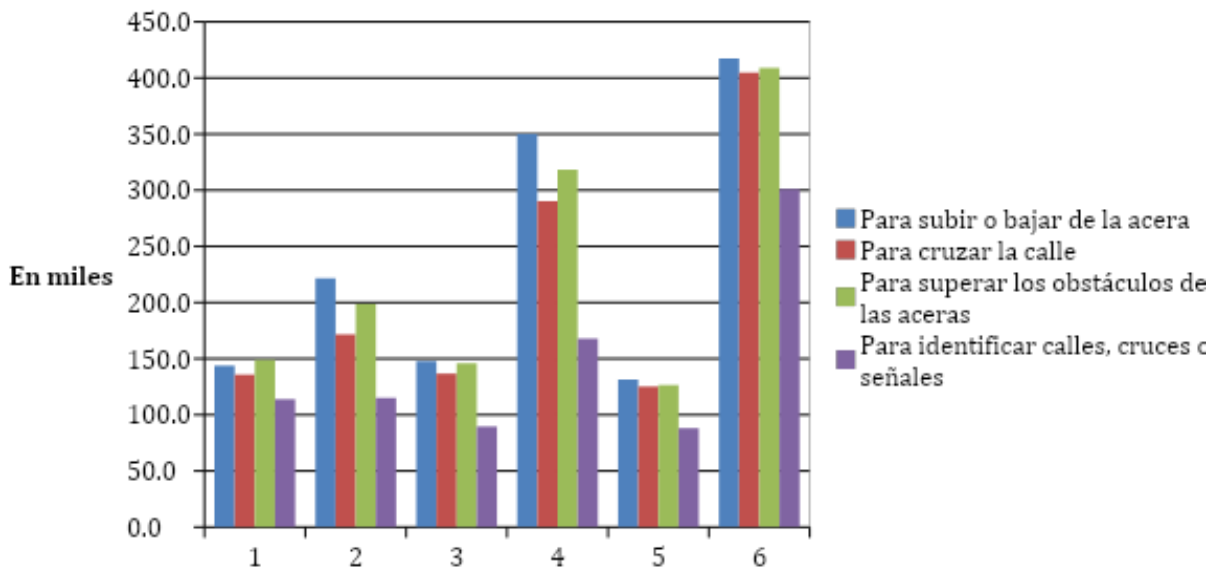


Gráfico 2. Población con diversidad funcional que tiene alguna dificultad cuando se desplaza por la calle, según el sexo y la edad (INEbase / Sociedad / Salud / Encuestas sobre discapacidades / Resultados / Encuesta 2008.) Elaboración propia.

A nivel legislativo, en España el acceso en los espacios públicos y edificaciones está regulado por el Real Decreto 505/2007 sobre accesibilidad y no discriminación de personas con discapacidad y utilización de espacios públicos urbanizados y edificaciones.

Este real Decreto regula las condiciones básicas de accesibilidad en edificios y espacios públicos urbanizados para garantizar a todas las personas un uso independiente y seguro de los mismos, y esto con hacer efectiva la igualdad de oportunidades y la no discriminación de personas con diversidad funcional.

Para garantizar la accesibilidad en los espacios públicos urbanizados el decreto establece varias condiciones:

- *"Itinerarios peatonales y su accesibilidad. Se entiende como itinerarios peatonales a los espacios públicos destinados al tránsito no discriminatorio de los peatones. Han de garantizar tanto el pleno rasante como en altura, el paso, el cruce o el giro o cambio de dirección de cualquier persona. Serán continuos, sin escalones sueltos y con pendientes que posibiliten la circulación, especialmente en personas en sillas de ruedas o acompañadas de perro guía".*
- *"Elementos de urbanización. En los itinerarios peatonales, la pavimentación ha de constituir una superficie continua y sin resaltes y contar con la suficiente textura que disminuya los riesgos de resbalamiento, textura que deberán respetar en cuanto a colores para evitar confusiones a los*

*discapacitados visuales. En los vados peatonales el pavimento será distinto en textura y color para hacerlos reconocibles. Los elementos para salvar desniveles contarán con las dimensiones adecuadas para su utilización autónoma por todos los peatones, así como con elementos de ayuda (barandillas), dispositivos de manejo accesible y señalización e iluminación que permita localizarlos y detectarlos fácilmente. Las rejillas, registros y demás elementos de infraestructuras deberán estar enrasados o fuera del espacio de los itinerarios peatonales".*

- *"Puntos de cruce, entradas y salidas de vehículos. Los vados de peatones que formen parte de los itinerarios peatonales tendrán las dimensiones necesarias para la circulación peatonal. Las pendientes en el pavimento y el encuentro con la calzada deben garantizar un paso sin dificultad a cualquier persona discapacitada, contando un pavimento diferente en cuanto a textura y color para garantizar su fácil detección. Los pasos de peatones se señalarán con pintura antideslizante y estarán ubicados donde sea fácilmente localizados por los conductores. Habrá de garantizarse la visibilidad de los semáforos peatonales y la calzada que no podrá verse dificultad por obstáculos de ningún tipo. Los semáforos dispondrán de señal sonora".*
- *"Mobiliario urbano. Los elementos de mobiliario urbano como farolas, señales... se dispondrán de manera que no invadan el itinerario peatonal".*
- *"Señalización e información urbana. Se garantizará la fácil localización de los principales espacios y equipamientos del entorno, mediante señalización direccional que garantice su lectura por peatones desde los itinerarios peatonales, facilitando su orientación dentro de espacio público".*

También este decreto tiene en cuenta que todas las actividades comerciales como terrazas o quioscos no sean obstáculo alguno. Igual que las obras que se realicen en la vía pública, tienen que estar señalizadas y delimitadas por la propia seguridad del peatón, así como las entradas y salidas de los garajes. También el decreto incluye la reserva de plazas de aparcamiento en los puntos importantes de la ciudad para las personas con diversidad funcional.



A una escala local, el Ayuntamiento de Zaragoza aprobó la Ordenanza de Supresión de las Barreras Arquitectónicas y Urbanísticas del municipio de Zaragoza. Esta ordenanza sigue la Ley de de promoción y accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas, urbanísticas, de transporte y comunicación de 1999 del Gobierno de Aragón (Decreto, [Boletín Oficial de Aragón] Artículos 10 y 11, 15 de marzo de 1999).

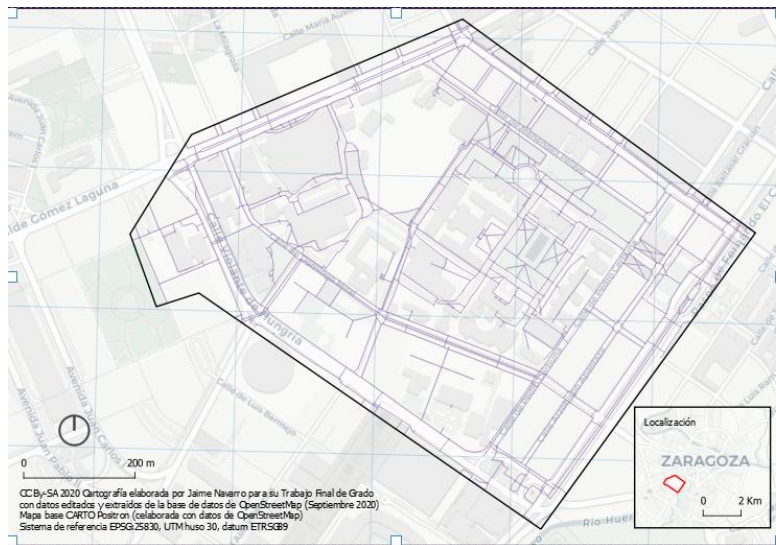
Según el ayuntamiento de Zaragoza (Ordenanza, [Ayuntamiento de Zaragoza] Artículo 2, 27 de diciembre del 2000) la accesibilidad se define como la característica del medio, del urbanismo y de las edificaciones que permiten su uso y disfrute a cualquier persona con su independencia de su condición física. Podemos entender las barreras, ya sean arquitectónicas (edificios) o urbanas(vías urbanas) como aquellos obstáculos, trabas o impedimentos de carácter permanente o temporal que limitan o dificultan la libertad de movimiento, acceso, estancia o circulación para personas que tienen limitada o disminuida su movilidad.

La ley se resume en dos apartados, el primero está dedicado hacia las aceras, el segundo está pensado para los pasos de peatones.

1. *"Para las aceras, la anchura mínima recomendada para la circulación es de 1,80 metros".*
2. *"En el caso de los pasos de peatones, no deberán existir resaltes verticales entre la calzada y el comienzo de la rampa, excepcionalmente se tolerarán con una altura en ningún caso superior a 2 centímetros y tendrá su canto biselado a 45º".*

## **Zona de estudio**

El Campus de la Plaza San Francisco se ubica en su totalidad en el distrito de Universidad. En una zona céntrica de la ciudad.



CC-BY-SA 2020. Cartografía elaborada por Jaime Navarro para su Trabajo Final de Grado con datos editados y extraídos de la base de datos de OpenStreetMap (Septiembre 2020).  
Mapa base CARTO Positron (elaborada con datos de OpenStreetMap)  
Sistema de referencia EPSG:25830, UTM huso 30, datum ETRS89



Mapa 1. Localización del área de estudio (Elaboración propia).

Mapa 2. Recinto del Campus Plaza San Francisco ('Universidad | AEGEE-Zaragoza', 2020)

Este distrito cuenta con alrededor de 50.000 habitantes, según el censo de población del año 2016 (*Padrón municipal de habitantes. Cifras oficiales de población. Gobierno de Aragón, 2016*), suponiendo alrededor del 7% de la población de la ciudad de Zaragoza.

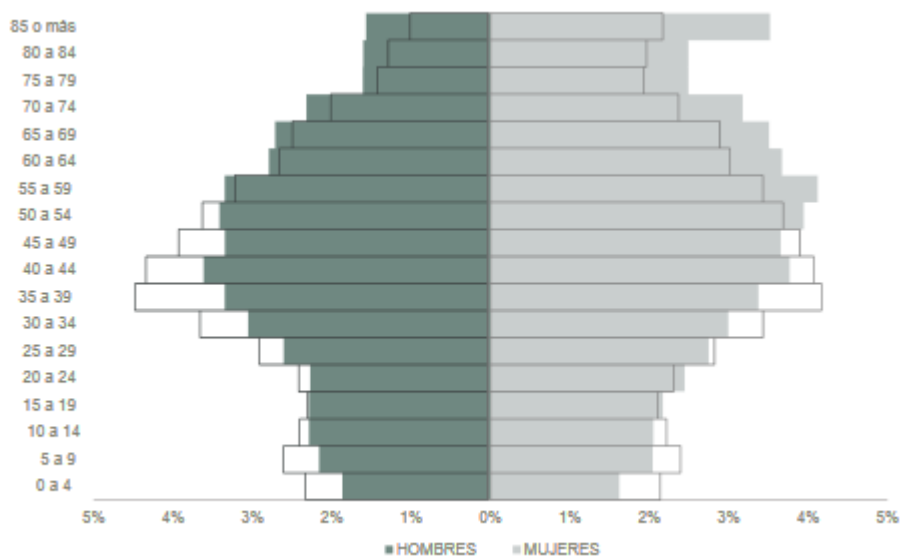


Gráfico 3. pirámide poblacional del Distrito Universidad('14-Universidad)

La población del distrito Universidad viene marcada por un importante predominio de la población envejecida, algo que ocurre en la mayoría de las ciudades españolas. La población del rango de edad de entre los 40 y 60 años representa la población más predominante a consecuencia del "baby boom", un fenómeno que provocó un aumento de la natalidad a finales de los años 60 en todo el conjunto del país.

La población de este distrito es una población más envejecida que la población de la propia ciudad de Zaragoza, (el color blanco del gráfico, representa a la población total de Zaragoza) como se observa en el gráfico, la población infantil es muy poco predominante, por lo que en este distrito la población de Zaragoza tiene una tendencia bastante regresiva. También el predominio es mucho más mayor en las mujeres que en los hombres, sobre todo en la población mayor.

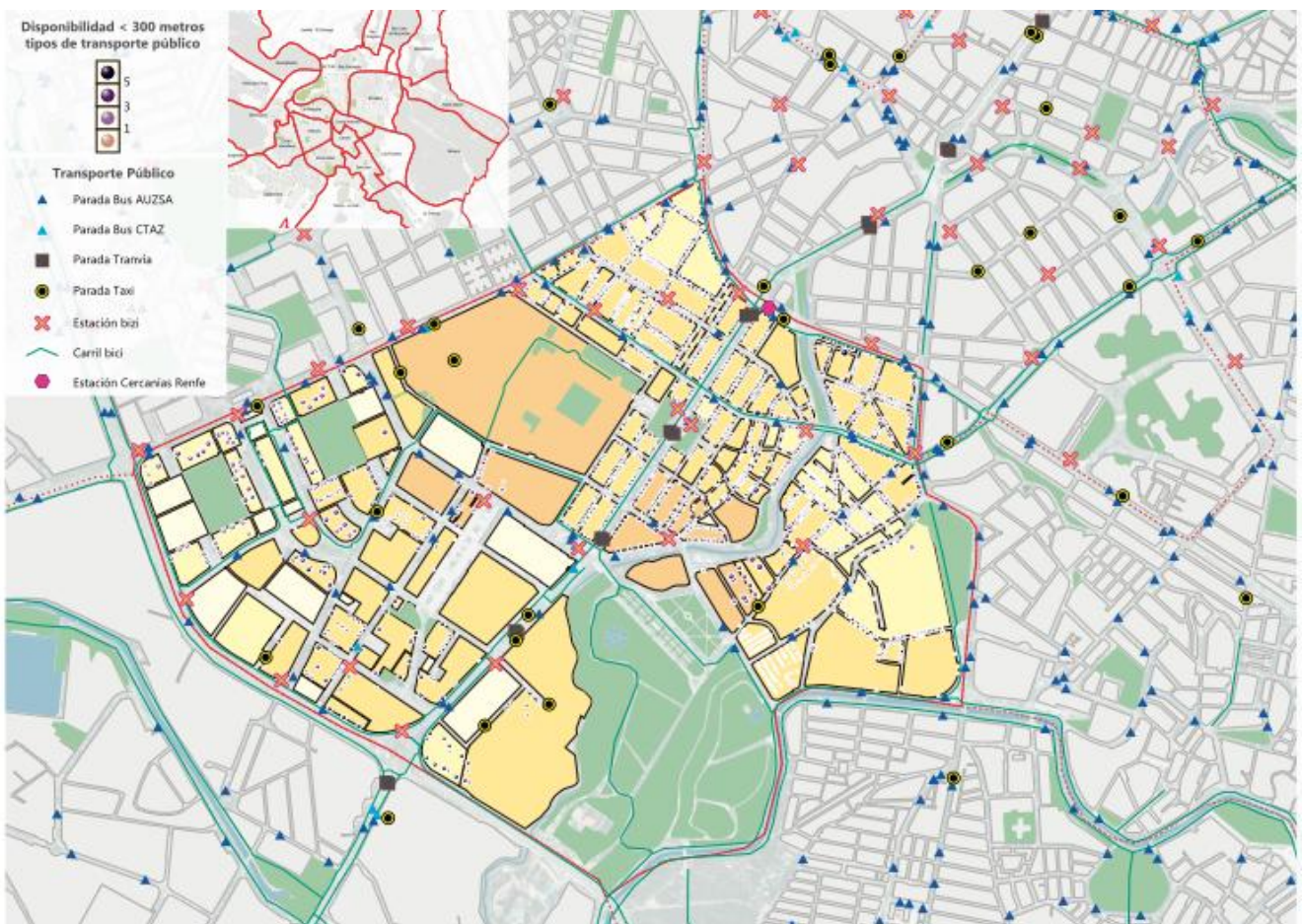
El nombre de Distrito de la Universidad viene dado a consecuencia de que en él se ubica el mayor emplazamiento dedicado a la docencia y la investigación más importante de Zaragoza, que cuenta con más de 10.000 estudiantes, además de los miembros de personal docente e investigador y los miembros del personal de servicios y la investigación, El Campus Plaza San Francisco.

La alta movilidad asociada a la población universitaria hace que este distrito cuente con un número importante de servicios de transporte público. Es por ello, que el distrito está muy bien equipado con infraestructuras dedicadas al transporte público:

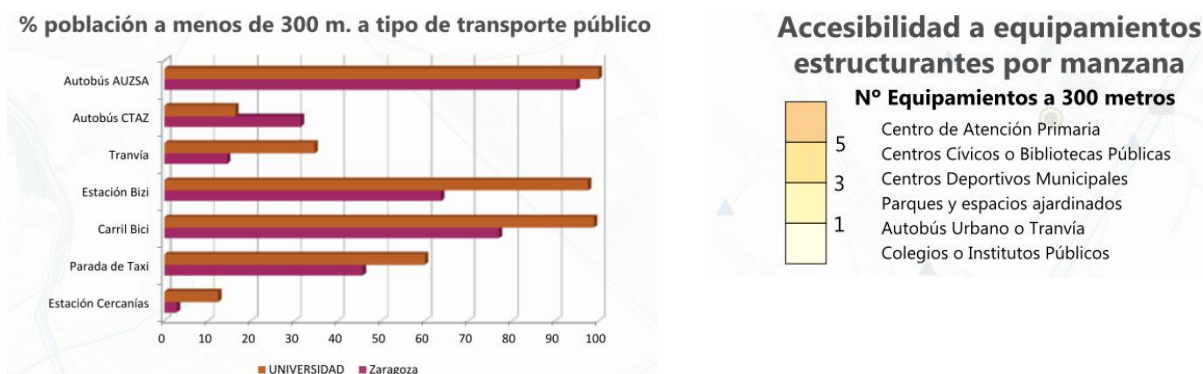
1. La línea 1 del tranvía actúa como un eje diametral, atraviesa el distrito de Norte a Sur, no únicamente conecta con el centro de la ciudad, si no también conecta con los otros centros universitarios como el Campus Río Ebro o Paraninfo por lo que da servicio a un número importante de universitarios.
2. Otro eje diametral en la avenida San Juan Bosco, que a través de las líneas de autobús urbano 38, 35 y 41 ofrece servicio a muchos ciudadanos, conectando el centro de la ciudad con el Hospital Clínico.
3. En la avenida Violante de Hungría, un eje transversal bastante importante que cuenta paradas de autobús urbano de las líneas 42, Ci1, Ci2, 53 que conectan los diferentes barrios del este y oeste de la ciudad.
4. También, otro eje transversal en avenida Corona de Aragón, junto con la calle Tomás Bretón cuenta con la línea 24 de transporte público que conecta el distrito de las Delicias con el distrito de las Fuentes.

*(Directrices Metropolitanas de Movilidad de Zaragoza DMM\_Z*

*Anexo1. Caracterización del marco territorial y socioeconómico del área de transporte de Zaragoza, 2016)*







Mapa 3. Accesibilidad en 300 metros a transporte público por portal. Elaboración Cartográfica: GEOT (Grupo de Estudios en Ordenación del Territorio, 2016.) Fuente. Servicio de Información Estadística del Ayuntamiento de Zaragoza.

## Orígenes del Campus universitario

La ciudad de Zaragoza a principios del siglo XX, necesitaba expandir su límite municipal porque la ciudad se estaba quedando pequeña. A principios de este siglo Zaragoza experimentó un cambio importante a nivel estructural e identitario. Los límites municipales se ampliaron y se empezó a edificar en nuevos terrenos, este fenómeno es conocido como ensanche de la ciudad.

A nivel educativo en los años 20, los únicos dos edificios universitarios que poseía la Universidad de Zaragoza, el Paraninfo para medicina y ciencias y un edificio en La Madalena para letras se estaban quedando pequeños. En el año 1929 las autoridades locales de la época comenzaron con las gestiones oportunas para empezar a construir una ciudad universitaria para Aragón.

Esta ciudad universitaria estaba destinada a formar parte del ensanche de la ciudad por el sur. Así que en la década de los años 30 se destinaron unos terrenos junto a la Plaza San Francisco y Gran Vía y El cuartel Palafox que supusieron para la ciudad la revalorización de los terrenos circundantes. Por lo que desde el centro de la ciudad hasta la nueva ciudad universitaria se convirtió todo el terreno en urbanizable.

Los primeros edificios que se construyeron fueron el edificio de Filosofía y Letras(1935) y el Edificio de Derecho(1939). Años más tarde con la construcción del edificio de Ciencias (1950) el espacio ajardinado que queda dentro del Campus Universitario quedó cerrado. Años más tarde en 1962 se construyó el

famoso pórtico de la entrada al Campus que se encuentra en la Plaza San Francisco. Con el paso de los años, estos edificios se fueron remodelando y ampliando. Además se construyeron nuevos edificios que con el paso del tiempo darían lugar a edificios de nuevas facultades como la de Educación o la más reciente de Ciencias Sociales.

Actualmente en el curso 2019/2020, en el Campus de la Plaza San Francisco hay un total de 13.770 alumnos matriculados, repartidos conforme el siguiente gráfico

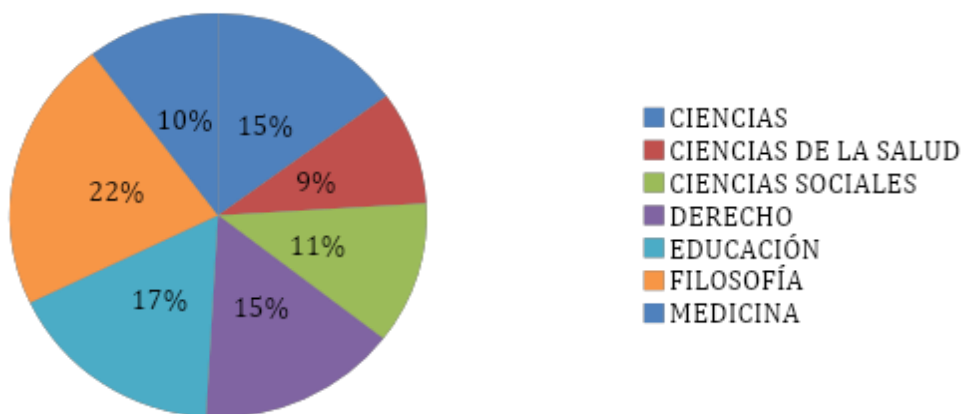


Gráfico 4. Porcentaje de estudiantes matriculados en cada facultad, en el Campus de Plaza San Francisco. (Zaragoza, 2020) Elaboración propia

En relación a la movilidad de esos 13.700 estudiantes hay 260 alumnos cuya movilidad es limitada y necesitan de unas buenas condiciones de acceso a las diferentes facultades por todo el área del campus y sus alrededores. Lo que supone que el 2% de los estudiantes del Campus presentan restricciones en su movilidad frente al 98% de los estudiantes. Además de los estudiantes, la universidad está comprendida por los miembros del personal docente e investigador que conforman un total de 4298 y con los miembros del personal de administración y servicios con un total de 1716 (*Datos básicos | Universidad de Zaragoza, 2019*)

## Información geográfica e internet

Las tecnologías web permiten la representación cartográfica como un contenido más de una página web. Estas aplicaciones web son conocidas como *web mapping*. Las aplicaciones web pueden llegar a tener unas funciones parecidas a las de un SIG de escritorio. Pero con la diferencia de que estas aplicaciones surgieron como una alternativa a los SIG de escritorio, en definitiva, para poder llevar las funciones de un SIG a las páginas Web. (Olaya,2020)

Las tecnologías Web han ido evolucionando con el paso del tiempo y los mapas estáticos que en sus inicios constituían los elementos de los componentes geográficos han evolucionado a verdaderas aplicaciones que han convertido un navegador en una plataforma SIG.

Todos aquellos elementos que permitan la representación de la cartografía se han convertido en un contenido más de las páginas webs. En este caso es un navegador que puede acceder a datos remotos a través de la consulta a un servidor. El servidor devuelve los datos de la consulta, que se encuentran en un SIG, de esta manera están disponibles para que nosotros podamos operar con nuestros datos.

Las principales ventajas de las que dispone los Mapping Web son: (Olaya, 2020).

- *“Mejor acceso a los datos ya que para poder acceder a los datos remotos y a las funciones más avanzadas solo se requiere de un simple navegador web”.*
- *“Permite la generación y la edición de la cartografía a cualquier persona no especializada que quiera generarse su propia información geográfica”.*
- *“Favorece la colaboración entre diferentes personas y agentes. Los SIG Web pueden transmitir información a tiempo real, de manera inmediata, flexible y de una manera sencilla”.*
- *“Los Mapping Web pueden usarse de una manera independiente en cualquier ordenador sin depender de sistemas operativos o navegadores”.*
- *“Otra de las importantes ventajas es la creación de aplicaciones de una determinada base común para un determinado uso de una manera sencilla sobre el SIG en donde se puedan añadir nuevos datos. De esta manera se pueden combinar a las cartografías otros elementos no relacionados con la información geográfica como pueda ser el caso de vídeo, sonido, fotografía... etc”.*

Lo más importante de las *web mapping* es que tienen un uso principalmente social y no tecnológico o económico ya que en su mayoría son proyectos colaborativos.

## **OpenStreetMap**

OSM. Es una infraestructura de datos espacial que crea y distribuye datos geográficos libres de restricciones técnicas o legales de uso, promoviendo su utilización de forma creativa, productiva o inesperada.

Recoge la información que nos interesa recopilar al sistema de base de datos de OSM. Utiliza dos editores de escritorio: iD y JOSM. En la tecnología móvil utiliza los editores de OSMtracker y VESPUCCI.

La información que puede ser recogida y editada equivale tanto a calles, edificios, caminos como redes hidrográficas, accidentes topográficos o cualquier otro elemento geográfico.

En lo que a la componente espacial se refiere utiliza nodos y líneas en cambio para la componente temática está correspondida por etiquetas y valores.

Cada elemento de OpenStreetMap lleva un identificador único con sus correspondientes etiquetas; si es un punto o nodo indica la latitud y la longitud; si es una vía lleva los identificadores únicos de los nodos que la componen; y si es una relación los identificadores únicos de los elementos que la componen, nodos, vías y/u otras relaciones. (Sevilla-Callejo,2016).

Las etiquetas son las propiedades que le dan significado a los elementos. Cada etiqueta está formada por una tabla de dos columnas, en una columna, la clave que representa una característica identificativa única y en la otra el valor. Par clave-valor.

Actualmente en el mundo hay alrededor de 3,7 millones de editores con casi 3.800 millones de nodos que han sido editados. En términos generales las grandes ciudades, están mucho más editadas que otras zonas más rurales dentro del propio OpenStreetMap debido a que en los espacios urbanos se concentran más población.

### **Información Geográfica y dispositivos móviles.**

Para la toma de datos desde el propio campo y su incorporación a su correspondiente base es importante conocer los SIG. Los SIG móvil se desarrollan a través de aplicaciones móviles reduciendo de esta manera el trabajo desde casa, ahorrando de esta manera mucho menos tiempo. El correspondiente software en el dispositivo ayuda a que no se produzcan valores erróneos y que



todos los elementos dispongan de una buena calidad. Por lo tanto el SIG móvil permite llevar el software al campo y trabajar a través de varios dispositivos donde el propio usuario se convierte en parte de la información cuya propia ubicación es una parte muy importante en lo referente a los SIG, ya que estos dispositivos llevan un sistema de geolocalización incorporado. (Olaya,2020)

## **METODOLOGÍA**

Este trabajo se ha estructurado en dos partes importantes. La primera parte se corresponde con la elaboración de la red peatonal para las personas que presentan una movilidad limitada o reducida. La zona escogida ha sido el Campus de la Plaza San Francisco y su entorno. La segunda parte corresponde con el análisis de la propia red elaborada.

- 1) Construcción de la red
  - a) Elección de la zona de estudio
  - b) Edición en OSM
  - c) Edición más avanzada en OSM
  - d) Comprobación en campo
  - e) Introducción de datos obtenidos en campos
  - f) Comprobación de errores
- 2) Análisis de la red
  - a) Extracción de los datos y exportación a QGIS
  - b) Extrapolación de los datos y asignación de valores
  - c) Cálculo de la ruta más corta
  - d) Cálculo de isocronas
  - e) Cálculo Matriz Origen-Destino

Como se ha comentado anteriormente, la primera parte consiste en la creación de la red peatonal. Se comenzó con un primer reconocimiento sobre el área de estudio para establecer la delimitación. La delimitación se basó en las entradas y accesos de los edificios de las facultades y sobre todo sobre las paradas de transporte público.

El siguiente paso ha sido la construcción de la red peatonal a través de la edición de los de datos espaciales en *OpenStreetMap*. Los datos se han ido editando de manera individual a lo largo de varios días en el portal web. Cada vía o nodo tiene un etiquetado diferente en función del tipo de vía. Posteriormente para la comprobación de los datos se ha realizado trabajo de campo durante varios días sobre el área de estudio a través de la herramienta MAPILLARY con la toma de diversas fotografías. Hemos tenido en cuenta la topología de la red, por ello se han corregido todos los posibles errores que se han encontrado a través de las extensiones de OSM (OSMose, OSM Inspector) .

Para el análisis de red se han exportado los datos a QGIS a través de la consulta *API Overpass turbo* sobre OpenStreetMap mediante la cual se han extraído los nodos y las líneas de nuestra red, además también se han extraído de la misma manera que la red los puntos de las paradas de transporte público y los puntos de las entradas y salidas de las facultades. Los datos han sido extraídos en formato GEOJSON, los cuales se han abierto y tratado en QGIS. Para la extrapolación de los datos se han asignado diferentes valores a cada una de las etiquetas en función también de la movilidad de cada persona. Con los campos elaborados se han asignado valores de velocidad a cada grupo de persona, en función de su grado de movilidad, donde se ha obtenido el campo final de velocidad de cada grupo de personas. Finalmente se han calculado los costes posibles sobre cada grupo de personas en función de su movilidad. La ruta más rápida desde un punto a otro, cálculo de ruta a través de las isolíneas y por último una matriz origen-destino.

A continuación pasamos a detallar de forma más pormenorizada cada una de estas dos etapas.

## **Construcción de la red**

La construcción de la red se ha realizado a través de la infraestructura de datos OSM. La infraestructura de datos espacial SIG Web de datos abiertos. La toma de datos se ha llevado a cabo de manera individual a lo largo de varios días durante

los meses de abril y mayo. Los datos que se han ido introduciendo y modificando se han enfocado principalmente en aceras, pasos de peatones y escaleras.

Para realizar el etiquetado de los elementos de la red de movilidad, nos hemos basado en las etiquetas que utilizó Ignacio Orte Sierra sobre la accesibilidad para las personas de movilidad reducida en el barrio de las Fuentes (2018) de las cuales he ampliado y mejorado.




Las etiquetas se centran principalmente en los pasos de peatones, aceras y escaleras.

highway=footway, highway=steps, highway=pedestrian.


Para los pasos de peatones se tienen en cuenta los cruces de peatones, si estos están señalizados o no, si está regulado o si dispone de semáforo para los vehículos motorizados. También si los pasos de peatones cuentan o no con podotáctil o si está mal señalizado. El estado de los bordillos, si está enrasado completamente o rebajado, o si por el contrario los bordillos para cruzar están elevados. Si el acceso de los pasos de peatones es adecuado para una silla de ruedas o no. Y también si los pasos de peatones que disponen de semáforos para los vehículos privados disponen de sonido acústico para cruzar las personas invidentes o si los semáforos disponen de luz ámbar que da siempre prioridad al peatón. Etiquetas:


clave	valor
footway	crossing

<b>clave</b>	valor		
<b>crossing</b>	marked	Marcado	


	unmarked	Sin marcar	
	uncontrolled	Sin regular	
	traffic_signals	Con semáforo	


<b>tactile_paving</b>	yes	Sí que dispone	
	no	No dispone	
	incorrect	Esta mal colocado o mal diseñado	


<b>kerb</b>	flush	Enrasado, altura 0cm	
-------------	-------	----------------------	--

	lowered	Rebajado altura <3cm	
	raised	Elevado >3cm	

<b>wheelchair</b>	yes	Sí es accesible	
	no	No es accesible	
	limited	Accesible pero con ayuda	

<b>traffic_signals: sound</b>	yes	Tiene sonido para las personas invidentes	
-----------------------------------	-----	---	--

	no	No tiene sonido para las personas invidentes	
--	----	--	--

<b>traffic_signals</b>	blinker	Semáforo solo en ámbar	
------------------------	---------	------------------------	--

Para los atributos de las aceras nos hemos centrado en la regularidad del firme, ya que pueden tener una buena regularidad o una mala regularidad. En el tipo de pavimento de cada acera ya que en función del pavimento, la velocidad del peatón puede ser distinta. También la anchura de cada acera, ya que hay aceras muy estrechas y otras muy anchas.

clave	valor
footway	sidewalk



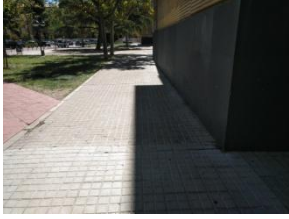
:

<b>smoothness</b>	excellent	Excelente	
	good	Buena	
	intermediate	Intermedia	

	bad	Mala	
	very bad	Pésima	

<b>surface</b>	paving stones	Baldosas	
	sett	Adoquines redondeados	
	cobblestone	Adoquines planos	
	asphalt	Asfalto	
	grass	Hierba	
	gravel	Grava, tierra	




<b>width</b>	<1m	menor de 1 metro, insuficiente	
	>1m <2m	anchura intermedia	
	>2m	espacio suficiente	


Para los atributos de las escaleras hemos tenido en cuenta si las escaleras poseen una rampa. Y si esa rampa está adaptada para las personas que utilizan las sillas de ruedas.

clave	valor
highway	steps

<b>ramp</b>	yes	dispone	
	no	no dispone	

<b>ramp:wheelchair</b>	yes	apta para silla de ruedas	
------------------------	-----	---------------------------	--



	no	no es apta para silla de ruedas	
--	----	---------------------------------	--

También la red está compuesta por varios carriles bici, los cuales también están incluidos, ya que los peatones también los pueden llegar a utilizar en caso de necesidad. También las áreas peatonales están incluidas en la red por donde los peatones pueden moverse sin ningún tipo de restricción.

clave	valor	
highway	cycleway	

clave	valor	
highway	pedestrian	

Tablas 1. Etiquetas de OpenStreetMap. Elaboración propia

## Introducción de datos

Para la introducción de datos se realiza a través del editor sencillo iD de *OpenStreetMap* y el editor más avanzado de JOSM, donde se pueden crear y modificar los nodos, vías y relaciones (*ES: Acerca de OpenStreetMap - OpenStreetMap Wiki, 2020*) En este caso únicamente hemos editado y modificado puntos y líneas, nodos y vías en OpenStreetMap. El primer paso fue la comprobación del estado de los elementos principales de nuestra zona de estudio dentro del propio OSM. Como no había nada hecho anteriormente la edición se empezó prácticamente desde cero. Para la digitalización de los elementos temáticos se ha llevado a cabo con la ayuda de las imágenes de fondo del

Catastro y del PNOA dentro del propio *OpenStreetMap*. El hashtag utilizado para indicar la procedencia de los datos en OSM ha sido #tfgnavarro20.

Para la edición más avanzada se ha utilizado el editor JOSM, un software libre de JAVA que sirve para editar proyectos de OSM de una manera más profunda y más técnica a través de imágenes de fondo del PNOA.

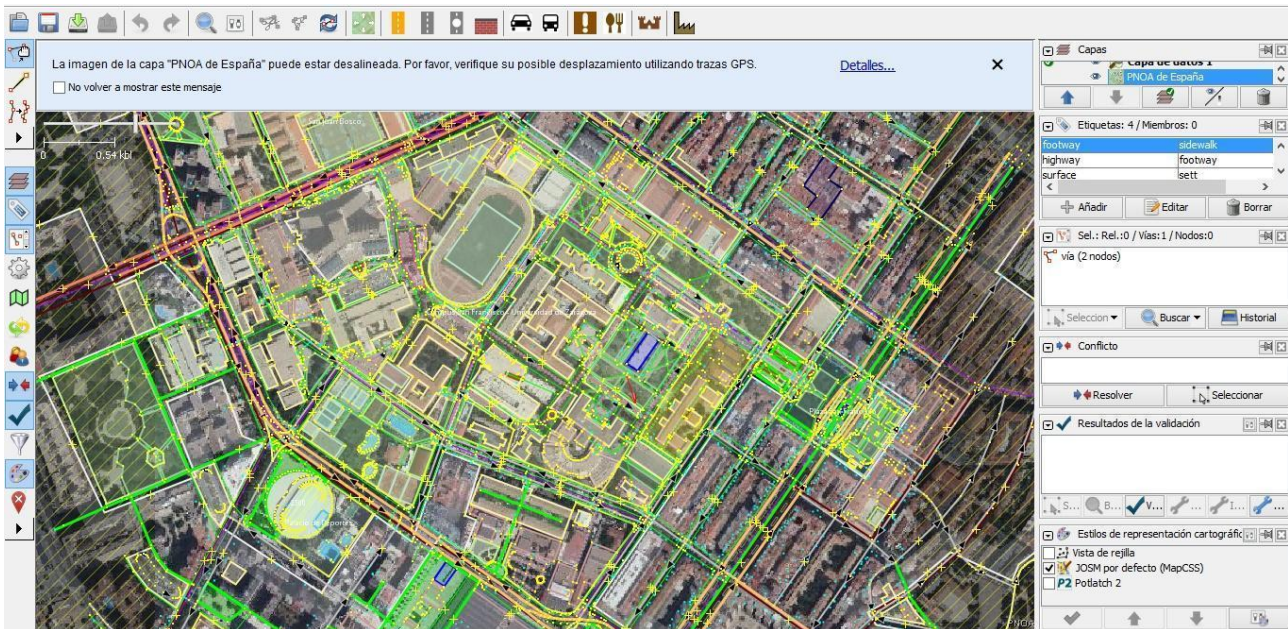


Ilustración 1. Edición en JOSM. Elaboración propia

## Comprobación en campo

Para su comprobación en campo se ha realizado a lo largo de varias incursiones sobre todo el área de estudio a través de la herramienta Mapillary.

Mapillary es un servicio en línea para compartir fotos geoetiquetadas tomadas por los propios usuarios en cualquier lugar al aire libre. Es una recopilación de datos simple para cualquier usuario.

A través de la fotografía en el campo se han ido validando todos los elementos que conforman la red peatonal para profundizar lo máximo posible sobre la edición de la red. Mediante la toma de fotografías de casi todos los pasos de peatones y sus elementos derivados a lo largo de varios días del mes de junio y julio.

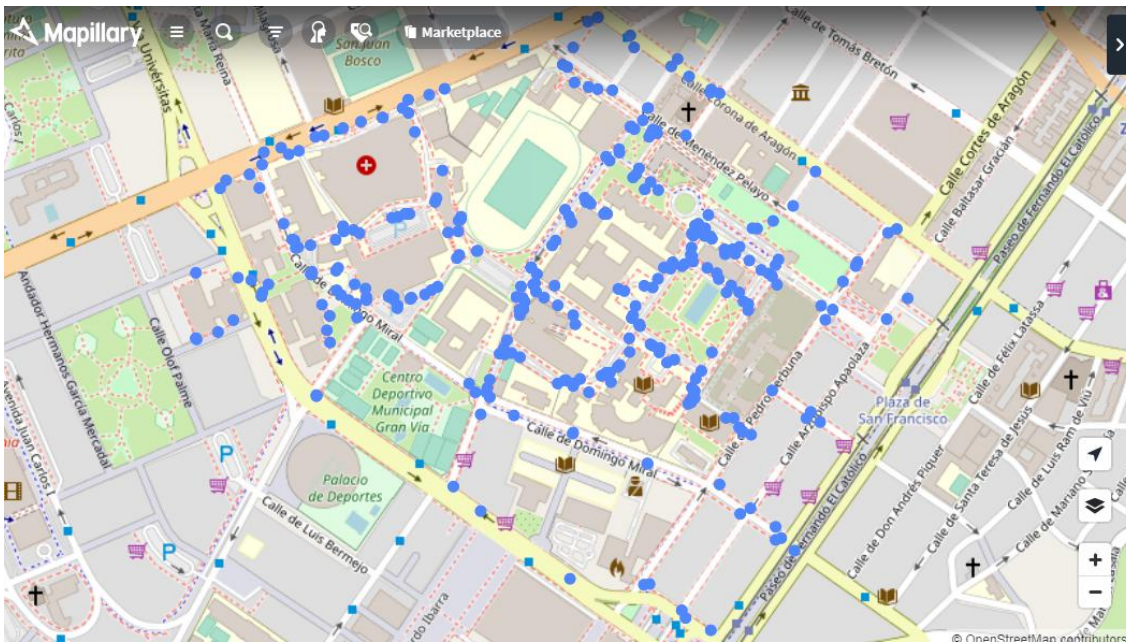


Ilustración 2. Trabajo sobre Mapillary. Elaboración propia.

Una vez la red montada y editada se ha llevado a cabo la comprobación de los errores en la topología que han podido surgir. Para ello se ha llevado a cabo mediante las extensiones de OpenStreetMap (OSMose, OSM Inspector) OSMose es una herramienta de control de calidad que detecta problemas en los datos de OpenStreetMap. También es útil para integrar conjuntos de datos o datos de terceros por fusión. (Osmose - Mapa, 2020)

### **Análisis de red.**

El análisis de red se ha llevado a cabo a través de QGIS

El sistema en red es un sistema interconectado de líneas e intersecciones por el cual se pueden representar las diferentes rutas posibles desde una localización a otra. A lo largo de la historia el ser humano ha estado muy interesado en los movimientos de personas, mercancías, servicios, animales... etc. A través de un sistema de movimiento o transporte configurado en una red el ser humano ha podido identificar cuál es el camino más óptimo dentro de esa propia red atendiendo así a todos los factores determinantes que pueden surgir en una red. (Jensen, 2012)

Es por eso que se han realizado importantes investigaciones para desarrollar algunas funciones de los SIG enfocadas en el análisis espacial del sistema en red a través de las diferentes direcciones que puedan interesar.



La información se ha obtenido de la base de datos de *OpenStreetMap* a través de la herramienta QuickOSM. Esta herramienta utiliza la consulta Api Overpass Turbo. Esta consulta nos devuelve los nodos y vías que le hemos consultado, en este caso sobre nuestra área de estudio.

La consulta se ha realizado sobre las etiqueta valor *highway*. Dentro de la etiqueta *highway* los valores que son igual a *footway*, *steps*, *cycleway* y *pedestrian*

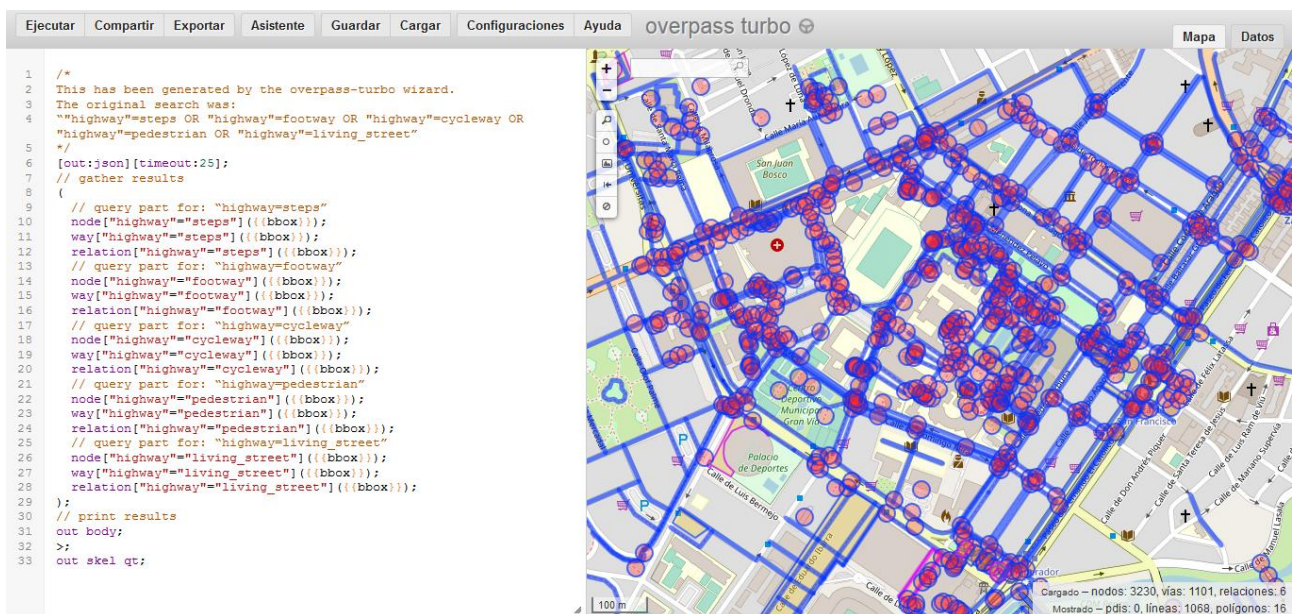


Ilustración 3. Consulta en OVERPASS TURBO. Elaboración propia

<https://overpass-turbo.eu/>

Con los resultados obtenidos tras la consulta, se extraen los datos al formato Geojson y se exportan para tener la capa, en este caso de vías las guardadas y poder tratarla.

Se hace la misma consulta en este caso para las paradas de transporte público y las entradas y salidas de las facultades. Las etiquetas utilizadas son *entrance*/*exit* para los entradas del campus y *traffic\_post* para las paradas de transporte público. Obtenemos las capas de transporte público y accesos y salidas en el formato Geojson

Se llevan las capas a Qgis. Una vez guardado el proyecto con las capas guardadas transformamos las capas a formato GEOPACKGE para tener las capas con las coordenadas UTM.

El siguiente paso es crear 3 campos para cada tipo de persona, en función de su movilidad, ya que para cada persona su movilidad es diferente en función de los obstáculos. A cada etiqueta se le aplica un valor de fricción o impedancia diferente.

Sin acceso=99, Acceso normal=1, Acceso limitado=2, Acceso muy limitado=4

clave	valor	GENERICICO	SILLA DE RUEDAS	VISUAL
highway	footway	1	1	1
crossing	marked	1	1	1
	unmarked	1	1	99
	uncontrolled	2	2	4
	traffic_signals	1	1	1
tactile_paving	yes	1	1	1
	no	1	1	99
	incorrect	1	2	4
kerb	flush	1	1	1
	lowered	1	1	1
	raisde	1	99	2
wheelchair	yes	1	1	1
	no	1	99	2
	limited	1	4	1
traffic_signals:sound	yes	1	1	1
	no	1	1	4
traffic_signals	blinker	1	1	2

clave	valor	GENERICICO	SILLA DE RUEDAS	VISUAL
smoothness	excellent	1	1	1
	god	1	1	1
	intermediate	1	2	2
	bad	2	4	4
	very bad	2	99	99
surface	paving stone	1	1	1
	sett	1	1	1
	cobblestone	1	1	1
	asphalt	1	1	1
	grass	2	99	4
	gravel	1	4	2
width	<1	2	99	4
	>1 OR <2	1	4	2

	>2	1	1	1
ramp	yes	1	1	1
	no	1	99	2
ramp:wheelchair	yes	1	1	1
	no	1	4	2

clave	valor	GENERICICO	SILLA DE RUEDAS	VISUAL
highway	steps	1	1	1
highway	pedestrian	1	1	1
highway	cycleway	1	2	2

Tablas 2. Valores de fricción

Los valores anterior se transforman en los siguientes valores de velocidad:

- Cuando *genérico* es 1 -> 5Km/h y cuando es 2 ->4Kmh
- Cuando *visual* es 1 -> 4Km/h, 2 -> 3Km/h, 4-> 2km/h, 99 -> 0,001
- Cuando *silla de ruedas* es 1 -> 4Km/h, 2 -> 2,5Km/h; 4-> 1,5Km/h, 99 -> 0,001

Para un peatón genérico que se encuentre en un acceso limitado su velocidad apenas se ve interrumpida, por eso hemos tomado estos valores. Para un peatón con discapacidad física o discapacidad visual su velocidad se ve alterada en los accesos limitados por eso hemos tomado estos valores bajos.

A través de la consulta SQL, establecemos los cálculos para cada uno de los atributos, cada atributo está estructurado en un campo. A cada etiqueta se le aplican los valores de la tabla anterior. Una vez establecidos los valores para cada campo, se construye la consulta final, aplicando el máximo sobre todos los atributos, para que así, cada uno de los tres campos(genérico, visual, físico) cuente siempre con la máxima limitación.

Asignación de las impedancias de la red mediante consultas SQL.

En el caso de los peatones genéricos:

Para consultar si el paso de peatones está marcado o no, o para saber si está puesto de manera incorrecta o correcta para los peatones genéricos se siguen los valores de la tabla anterior

```
if( "crossing" = 'marked' OR "crossing" = 'unmarked' OR "crossing" = 'traffic_signals',1,0)=crossing1  
if( "crossing" = 'uncontrolled',2,0)=crossing2
```

Posteriormente se establece el máximo para recoger siempre la máxima limitación.

```
max("crossing1", "crossing2")="genericocrossing"
```

Para consultar si el bordillo está elevado o enrasado en los peatones genéricos, se siguen los valores de la tabla anterior.

```
if( "kerb" = 'flush' OR "kerb" = 'lowered' OR "kerb" = 'raised',1,0)= "genericokerb"
```

Para construir el campo de impedancia total para los peatones genéricos:

```
max("genericocrossing", "genericokerb")=generico_final , incluidos todos los demás atributos de los demás campos, obtenemos el campo de impedancia total "generico_final".
```

De la misma forma se elabora la misma consulta para los peatones con movilidad física limitada y para los peatones con movilidad visual limitada, siguiendo los valores de la tabla y obteniendo así la impedancia final para cada peatón.

## Cálculos

:

Los cálculos se realizan a través de QNEAT3, un complemento de QGIS.

- QNEAT3 es un complemento de QGIS escrito en Python y que está integrado dentro del marco de procesamiento de QGIS. Ofrece 3 algoritmos avanzados de análisis de red: el cálculo de la resolución de ruta más corta, el cálculo de áreas de servicio y el cálculo matriz origen-destino. (QNEAT3 - QGIS Network Analysis Toolbox 3).

Vamos a realizar los cálculos mediante los tres algoritmos que dispone QNEAT3.

1. Ruta más corta. Este cálculo se basa en el algoritmo de análisis de red de la red de procedimientos estándar. Utiliza el concepto de viajes fuera de la red, gracias a *Qneat3AnalysisPoint*. La geometría de la red incluye el tramo de entrada y el

último tramo entre los puntos inicial y final y sus respectivas contrapartes en red.(*QNEAT3 - Caja de herramientas de análisis de red 3 de QGIS*).

Para nuestros cálculos hemos escogido 3 recorridos en nuestra área de estudio, nuestros puntos iniciales serán las paradas de transporte público. Mientras que los nodos finales, serán las entradas y salidas de las facultades. Hemos escogido 3 rutas que atraviesan el campus de diferente manera.

Una ruta que atravesase todo el campus de este a oeste, con el nodo inicial en el parada de tranvía y el nodo final en la entrada a la facultad de medicina. Otra ruta que atraviesa el campus de norte a sur, con el nodo inicial en la parada del 24 de Corona de Aragón y el nodo final en la entrada a la facultad de derecho. Y una ruta, cuyo nodo inicial se ubica en la parada del Circular (Ci) en Violante de Hungría y su nodo final en el Instituto de Ciencias de Educación (ICE) de esta forma atraviesa el campus de oeste a este.

2. Las Iso-areas como polígonos desde una capa. Consulta los vértices de las redes dentro de un rango de coste definido por el usuario a partir de múltiples nodos o desde un único nodo. El algoritmo tiene en cuenta el coste de entrada de inicio y salida donde asigna el ID del nodo más cercano a cada vértice.(*QNEAT3 - Caja de herramientas de análisis de red 3 de QGIS*). Para nuestro cálculo hacemos el análisis desde todos los nodos de nuestra capa de paradas de transporte público para calcular el alcance desde cada una de las paradas de transporte público a todas las entradas de la facultad.
3. Matriz Origen-Destino. Este algoritmo calcula el coste basado en la ruta de las relaciones Origen-Destino entre los puntos de dos capas. La relación se muestra como una línea recta entre el punto de origen y el punto de destino, presentando los costes en la tabla de atributos(*QNEAT3 - Caja de herramientas de análisis de red 3 de QGIS*)

Para nuestro cálculo vamos a realizar la matriz origen-destino desde los nodos de la capa de paradas de autobús como, punto de origen y los nodos de entradas/salidas, como puntos de destino. Una vez realizado el análisis agregamos los valores de tiempo de todos los orígenes para cada uno de los destinos a través de la herramienta *Estadísticas por categoría* de QGIS. De esta manera podremos conocer el tiempo de desplazamiento medio desde cada una de las entradas de las facultades al conjunto de paradas de transporte público del área de estudio.



# RESULTADOS

## Caracterización general de la red peatonal urbana

La red peatonal está configurada en arcos y nodos. Los arcos representan varios tipos de vía, en nuestro caso vías peatonales articuladas en aceras, pasos de peatones, calles peatonales y una serie de carriles bici donde el peatón puede transitar por ellos en caso de necesidad mayor. En cuanto a los nodos encontramos paradas de transporte público y las entradas/salidas de las facultades.

Por estas vías peatonales circulan todas las personas, tantos peatones genéricos, como peatones invidentes y peatones que se desplazan en silla de ruedas. La interacción con la red es diferente en función del tipo de movilidad del peatón.

La red total tiene una longitud de 29.771 metros, de los cuales hay un total de 283 aceras que suponen 17.386 metros y cuenta con 202 pasos de peatones como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Elementos de red	Número	Longitud (m.)
Aceras	283	17386
Pasos de peatones	202	2766
Escaleras	33	280
Áreas peatonales	17	1355
Carril bici	52	4694

Tabla 3. Elementos principales de la red. Elaboración propia

Respecto a los pasos de peatones es relevante conocer que algunos de los pasos de nuestra red peatonal no disponen de pavimento podotáctil, otros lo incluyen pero están colocados de manera incorrecta mientras que el resto están colocados de manera correcta. Es necesario conocer también que no todos los bordillos de los pasos de peatones están enrasados completamente a nivel del suelo, sino que algunos están rebajados, en ese caso su altura es menor de 3 cm, y hay otros que están elevados, en ese caso la altura del bordillo es mayor de 3cm. Hay algunas

zonas de nuestra área de estudio donde los peatones tienen que cruzar las vías por donde circulan los vehículos a motor y los cruces están sin marcar. Algunos cruces no tienen ningún tipo de regulación.

Con respecto a las aceras, muchas de ellas tienen una anchura bastante diferente dependiendo de la zona. Hay zonas del campus universitario donde la anchura es inferior a 1 metro, otras zonas donde la anchura de la acera no supera los 2 metros y otras zonas donde la acera es suficientemente ancha. El estado de la acera también varía en distintas zonas del campus. En muchas zonas, el pavimento está completamente levantado, en algunos casos en medio de la acera se encuentran obstáculos como alcorques, farolas, canalillos de agua que imposibilitan la circulación para los peatones.

En cuanto a las paradas de transporte público en nuestra área de estudio, atañe a un número de 18 paradas repartidas a lo largo de toda la periferia de nuestra zona. 17 de las 18 paradas corresponden al servicio de autobús público urbano. Mientras que 1 parada corresponde con el servicio público de tranvía de la ciudad. Todas ellas se encuentran fuera del Campus de la Universidad, lo que hace que los peatones tengan que recorrer una cierta distancia desde las paradas de transporte hasta los puntos de entrada y salida de las facultades, como veremos más adelante.

Para las personas que se desplazan en silla de ruedas, existe una parada de transporte concertado dentro del Campus de la universidad, que se ubica en la puerta del edificio de Interfacultades. Para realizar los análisis de las personas con movilidad física reducida la hemos tenido en cuenta y el número de paradas de transporte es de 19, únicamente para estos supuestos.

En cuanto a las entradas y accesos de las facultades hay un total de 22. La gran mayoría de ellos se ubican dentro del Campus de la Universidad a excepción del acceso de la facultad de Ciencias Sociales y la antigua facultad de educación. Las entradas de las facultades de Ciencias, Derecho, Educación, Interfacultades se encuentran en el centro del Campus de la Universidad, lo que las hace más alejadas de las paradas de transporte público que se encuentran en el exterior. Las facultades que están más alejadas del centro del campus como el pabellón de

Geografía o la facultad de medicina se encuentran más próximas a las paradas de transporte público.

## **Peatón genérico**

Para un peatón cuya movilidad es genérica, es decir que se encuentra exento de dificultades derivadas de sus capacidades físicas, el mal estado de las aceras no supone ningún obstáculo. Lo mismo ocurre con el estado de los pasos de peatones, donde la elevación de los bordillos no supone ningún impedimento, igual que en las entradas y accesos de las facultades, ya que si un acceso no dispone de rampa no limita la velocidad del peatón.

## **Personas con limitaciones físicas**

Para la movilidad de personas con limitaciones físicas, que necesitan de la silla de ruedas para desplazarse, hay que tener en cuenta diversos parámetros. La anchura de las aceras, la altura de los bordillos, la señalización de los cruces, la accesibilidad a los cruces de peatones, el estado del pavimento y si las escaleras de acceso de entrada a las facultades disponen de rampa y, siendo así, si esa rampa es accesible para una silla de ruedas.

De los 202 pasos peatones de nuestra red, 47 de ellos están regulados con semáforo y 101 se encuentran simplemente señalizados. Mientras que por otro lado 30 se encuentran sin señalizar, y 24 están sin regular. Eso quiere decir que el 26% de los pasos de peatón de toda la red están sin marcar o regular por lo que en estos cruces, la movilidad para personas en sillas de ruedas es bastante limitada.

Como se puede ver en el mapa 7 en el anexo, los cruces de color verde indican que están regulados por semáforos y la mayoría se encuentran fuera del Campus de la Universidad. Los cruces de peatones sin marcar se encuentran dentro del campus de la universidad, la mayoría de ellos quedan representados de color de

rojo. Mientras que los cruces de peatón marcados están representado en color más verde claro. (Anexo, Mapa 7).

Respecto a las aceras, encontramos 113 cuya anchura es menor de 2 metros, en las cuales 47 de ellas su anchura es inferior a 1 metro. Esto hace que estas aceras sean inviables para una persona de silla de ruedas, ya que no pueden circular por ellas. Aquellas otras cuya anchura es inferior a 2 metros, o inferior a 1,8 metros el espacio no es suficiente para otro peatón que tenga que desplazarse por esa misma acera.

En el mapa 5 del anexo, de color verde quedan representan las aceras más transitables, localizadas principalmente en los espacios abiertos del campus de la universidad, las aceras de rojo, representan aquellas cuya anchura es más estrecha y se distribuyen por el entorno de la facultad de Ciencias, Educación, la zona que actualmente se encuentra en obras de la facultad de Filosofía y letras y en los alrededores del Hospital Clínico. (Mapa 5 del anexo).

Encontramos 48 aceras cuya regularidad del piso no es transitable para los peatones, 91 aceras cuyo piso es transitable tomando algunas precauciones y 166 aceras cuyo estado del pavimento es adecuado para el tránsito del peatón. Esto indica que el 23% de las aceras debido a la propia regularidad o estado del piso las hace intransitables para peatones que necesitan desplazarse en silla de ruedas.

En cuanto al estado de los bordillos un total de 21 pasos de peatones se encuentran con los bordillos elevados, lo que presenta un inconveniente no solo para las personas con silla de ruedas, si no también para carritos de niños o para personas de elevada edad. Estas cifras indican que un total del 13% de los bordillos de los pasos de peatones de la red se encuentran elevados y por lo tanto su tránsito es bastante dificultoso para una persona en silla de ruedas.

En general, los bordillos del campus se encuentran rebajados, cuyos altura es menor de 3 cm, los colores rojos corresponden a los bordillos elevados (>3cm), se

encuentran muchos de ellos en la parte trasera del hospital clínico y también algunos se ubican en el centro del Campus. Los bordillos enrasados completamente a nivel de suelo se encuentran en los pasos de peatones fuera del campus, próximos a la zona de la línea 1 del tranvía. (Mapa 6 del anexo)

Para los accesos a las facultades y algunas aceras del campus, encontramos 18 escaleras que disponen de rampa para acceder al interior de la facultad, de las cuales 12 de ellas están habilitadas para las sillas de ruedas. Esto supone un número de 6 escaleras que no disponen de una rampa habilitada para las personas de movilidad reducida, lo que supone un acceso inaccesible para estas personas.

Los colores rojo del mapa 8 del anexo muestran que las facultades como la entrada de ciencias o la entrada principal de derecho no dispone de rampa o la propia rampa no está homologada para una persona en silla de ruedas. El acceso lateral a derecho sí que dispone de una rampa perfectamente acomodada para las personas en silla de ruedas que se refleja de color de verde. (mapa 8 del anexo)

## **Personas con discapacidad visual**

Las personas invidentes o con una discapacidad visual grave también ven condicionada su movilidad, por lo que también los pasos de peatones o el estado de la acera pueden presentarse como un obstáculo a tener en cuenta.

En este caso, para modelar la movilidad de los invidentes se tiene que tener en cuenta dos elementos importantes, la colocación del podotáctil en el paso de peatones y si los semáforos en los pasos de peatones disponen de sonido acústico. Además la anchura de las aceras y el estado de las mismas también puede limitar la movilidad de los invidentes.

75 de los 202 pasos peatonales de nuestra red, (37% de la red) no disponen de pavimento podotáctil o están colocados de manera incorrecta. Eso hace que las personas invidentes no dispongan de ningún tipo de ayuda para cruzar la calzada cuando se encuentren en un cruce de este tipo.

Como se ve en el mapa 9 del anexo, el centro del campus está desprovisto de pavimento táctil por lo que los invidentes si quisiesen atravesar el Campus por el centro, tendrían grandes dificultades. Los pasos de peatones cuyo pavimento podotáctil se encuentra bien colocado se ubican fuera del campus universitario. (mapa 9 del anexo)

Para los 51 cruces con semáforo de los pasos de peatones, únicamente 19 de ellos si que llevan incorporado el sonido acústico para que lo puedan escuchar las personas invidentes a la hora de cruzar la calzada.

En cuanto a la señalización acústica en los cruces con semáforos, dentro del campus no hay ningún paso de peatones con semáforos. Todos los pasos con semáforos de nuestra zona están fuera del recinto de la universidad. Los que tienen sonido acústico se concentran principalmente en las zonas próximas a la línea 1 del tranvía. Los cruces sin señales acústicas se encuentran principalmente en las vías principales que bordean el campus San Francisco, Corona de Aragón, San Juan Bosco y la calle Violante de Hungría. (mapa 10 del anexo)

En cuanto al estado de las aceras, se repite el caso anterior con las personas en sillas de ruedas donde el mal estado del pavimento y la anchura, limita la movilidad de las personas invidentes principalmente en el centro del Campus, ya que el mal estado de las aceras supone un obstáculo para estas personas.

## **Análisis de movilidad**

El análisis de movilidad muestra la composición de la red peatonal centrada en los Sistemas de Información Geográfica.

### **Ruta más rápida**

Este análisis nos permite calcular el camino de menor impedancia entre un punto de origen y un punto de destino.

Las rutas estudiadas son: La parada del tranvía en Fernando el Católico, como punto de origen hasta la facultad de medicina como punto de destino. La segunda ruta es desde la parada del Circular, en Violante de Hungría, como punto de origen hasta el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) como punto de destino. La tercera comprende desde la parada del 24, en Corona de Aragón, como punto de origen hasta la facultad de derecho como punto de destino.

### Acceso a medicina

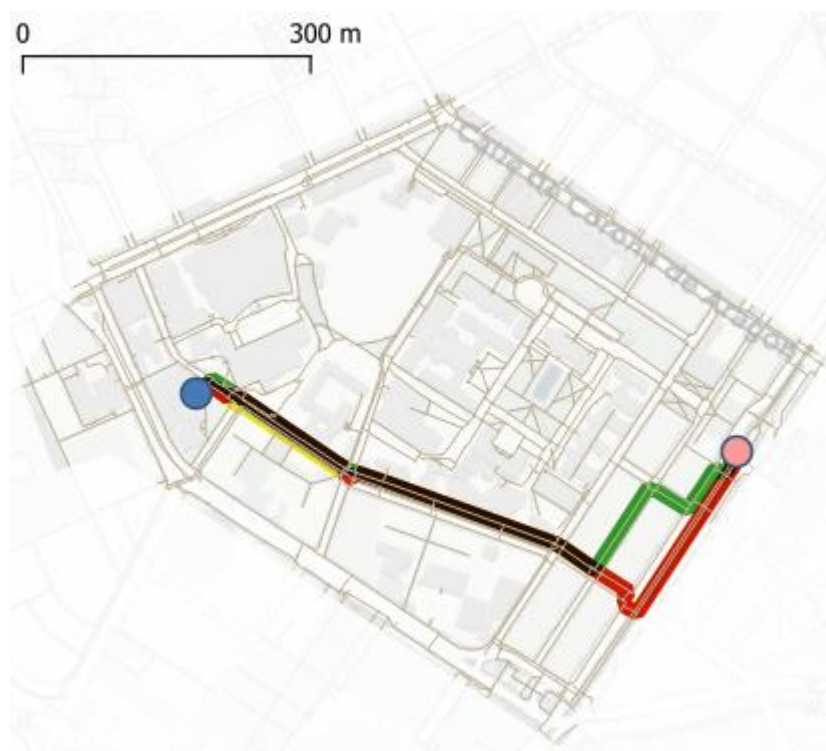


Ilustración 4. Ruta tranvía-medicina. Elaboración propia

El color amarillo representa a los peatones que se desplazan en silla de ruedas, el color rojo al peatón invidente y el peatón genérico corresponde con el color verde.

TIEMPO COSTE	Genericos	Personas con discapacidad física	Personas con discapacidad visual
MINUTOS	11	19,5	20
LONGITUD (METROS)	949	997	1600

Tabla 4. Coste ruta tranvía-medicina. Elaboración propia

Como se observa en la tabla, un peatón genérico que se desplaza desde la parada del tranvía hasta la facultad de medicina tiene un coste total de 11 minutos desde su punto de origen hasta su punto de llegada. Para una persona con



movilidad reducida que hace el mismo recorrido, le supone el doble de tiempo debido a que el camino no está acondicionado para su movilidad y tiene que buscarse otras vías alternativas. Como se ve en el mapa anterior, las personas con movilidad reducida física y visual cuando se bajan del tranvía su camino más adecuado tendría que ser por el paseo Fernando el Católico, debido a que la acera dispone de una anchura adecuada para sus características. Además los peatones con discapacidad visual en la calle Domingo Miral tienen que cambiar dos veces de acera debido a que algunos pasos de peatones en esta calle no disponen de pavimento táctil. Por lo tanto su recorrido es más largo y costoso como ha quedado reflejado.

### Acceso a derecho

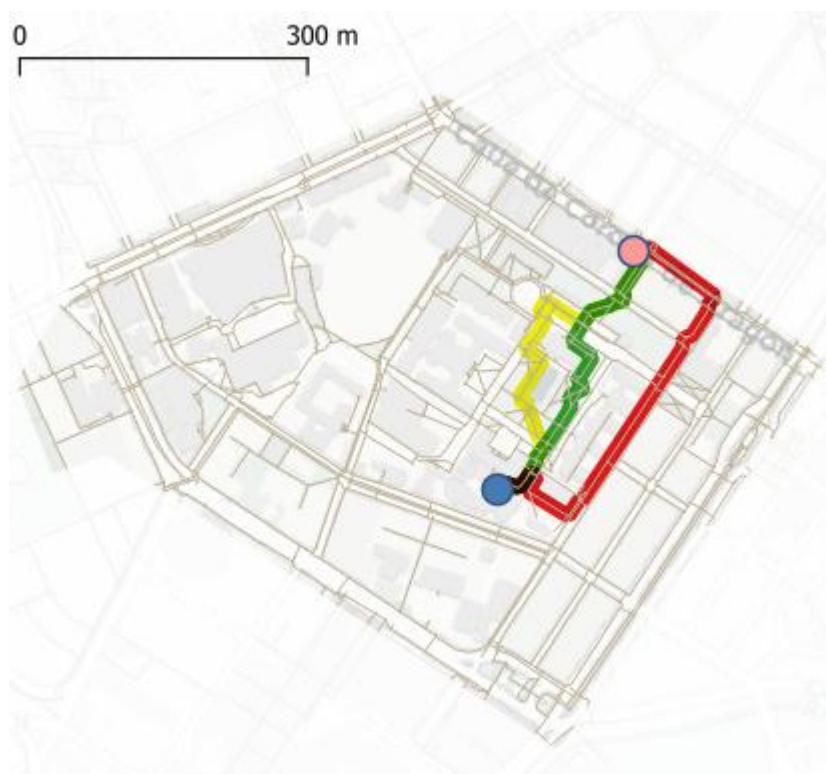


Ilustración 5. Ruta 24-derecho. Elaboración propia

El color amarillo representa a los peatones que se desplazan en silla de ruedas, el color rojo al peatón invidente y el peatón genérico corresponde con el color verde.

TIEMPO COSTE	Genericos	Personas con discapacidad física	Personas con discapacidad visual
MINUTOS	6	14,4	13
LONGITUD (METROS)	494	596	693

Tabla 5. Coste ruta 24-derecho

Como se observa en la tabla anterior, el coste de desplazamiento para un peatón genérico que quiere desplazarse de la parada del 24 hasta la facultad de derecho es apenas de 6 minutos. Mientras que el coste de desplazamiento para una persona con una limitación física o visual supone el doble de tiempo, debido a las condiciones de la vía. Como se ve en el mapa anterior, un peatón genérico utiliza la ruta más corta posible dentro del Campus, mientras que un peatón con discapacidad visual tiene que ir por fuera del recinto del Campus, por la calle Pedro Cerbuna, ya que fuera del recinto de la universidad el estado de la vía está más adaptado para estos peatones. Los cruces dentro del campus no disponen de pavimento táctil, por lo que para una persona que no conoce la zona le resultaría muy costoso poder moverse. Las personas que se desplazan en silla de ruedas, tampoco utilizan el camino más corto, ya que la anchura de las aceras es bastante estrecha en la parte central del Campus y los bordillos se encuentran elevados. El camino más adecuado para llegar a derecho es más largo, bordeando el edificio de interfacultades, utilizando las aceras del estanque central donde la amplitud de las aceras es bastante amplia y los bordillos están rebajados como queda reflejado en la tabla anterior.

## Acceso al Instituto de Ciencias de Educación (ICE)

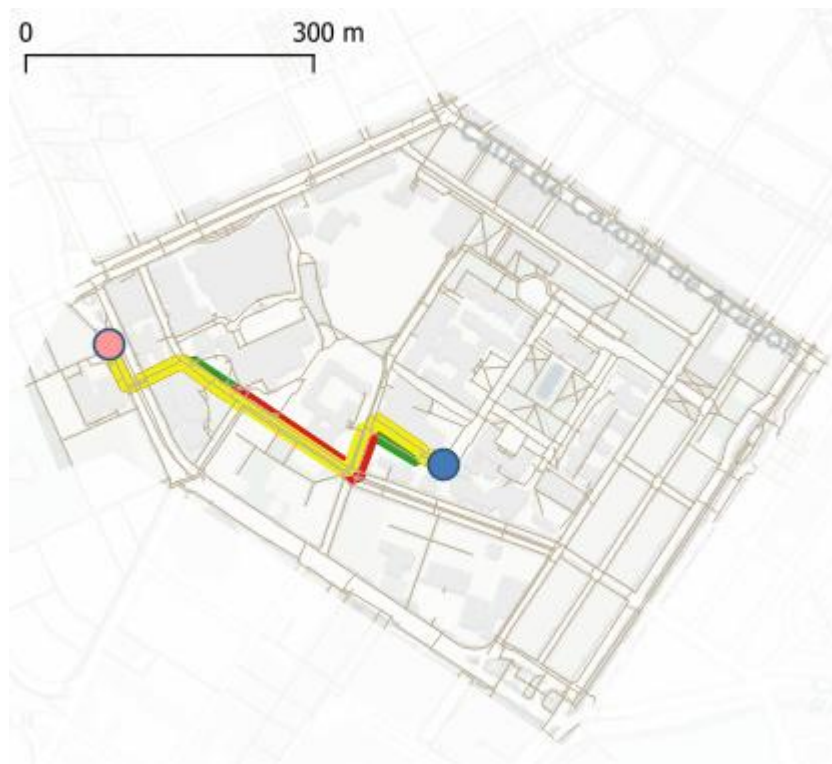


Ilustración 6. Ruta Circular-ICE. Elaboración propia

TIEMPO COSTE	Genericos	Personas con discapacidad física	Personas con discapacidad visual
MINUTOS	8	15,1	-
LONGITUD (METROS)	624	646	673

Tabla 6. Coste Circular-ICE. Elaboración propia

Como se observa en los resultados de la tabla, el coste de desplazamiento para una persona con discapacidad visual que se desplaza desde el Instituto de Ciencias de Educación, da un resultado de fricción bastante elevado. Este resultado no se puede considerar, ya que directamente para una persona invidente que no conoce la zona, el acceso a este lugar es inaccesible, ya que no dispone de aceras para llegar y el cruce por la calzada es totalmente incontrolado. Con los resultados obtenidos, para las personas con movilidad reducida física, las aceras no reúnen las mejores condiciones para el tránsito de una silla de ruedas, ya que su anchura es estrecha y el estado de la misma se encuentra en pésimas condiciones, por lo que el acceso para estas personas es más limitado. Mientras

que a un peatón genérico el coste le supone apenas unos 7 u 8 minutos desde la parada de transporte público utilizando la ruta más corta.

## Áreas de servicio

Las áreas de servicio nos permiten calcular la región del mapa que engloba todos los arcos que son accesibles desde uno o varios puntos dentro de un umbral de impedancia determinado. De esta manera podemos calcular el radio de influencia desde cada una de las paradas de transporte público hasta las entradas a las facultades. Asignamos los arcos de la red a diferentes niveles de fricción para cada uno de los tres perfiles; peatón genérico, peatón en silla de ruedas y peatón invidente.

Para el peatón genérico, el grado de accesibilidad es bastante elevado queda reflejado en el mapa 13 en el anexo, el coste de desplazamiento es mucho menor, con los resultados obtenidos podemos considerar, que los elementos de la red peatonal del campus de Plaza San Francisco no suponen una barrera que limite su velocidad, y por tanto no condiciona su accesibilidad.

Para las personas en silla de ruedas hemos tenido en cuenta la parada de transporte concertado que se ubica en interfacultades, no así para los invidentes y para los peatones genéricos ya que no pueden disponer de este servicio que es exclusivo para personas con movilidad muy reducida.

Según los cálculos establecidos para un peatón en silla de ruedas, el grado de accesibilidad es bastante limitado como se ve en el mapa 14 del anexo, sobre todo para las entradas que se encuentran en el centro del Campus San Francisco, Derecho, Educación, ICE, Medicina. De esta manera podemos demostrar que los elementos físicos de la red, como la anchura de las aceras, la altura de los bordillos, el estado de los cruces de peatones suponen una barrera para estas personas, que se refleja en un elevado coste de accesibilidad desde cualquier

parada de transporte público. Las entradas a facultades que se ubican en las zonas próximas a las paradas de transporte representan un coste menor.

Para las personas con discapacidad visual, los resultados nos ofrecen un grado de accesibilidad más limitado incluso que para las personas en silla de ruedas, quedando reflejado en las zonas más negras ubicadas en el centro del mapa 15 del anexo, en esa zona los cruces no disponen de pavimento podotáctil. También destaca el área de color negro de la calle Domingo Miral, con la avenida San Juan Bosco en la facultad de Ciencias de la salud, donde la falta de señalización acústica de los semáforos conlleva a un coste de desplazamiento más elevado para una persona invidente. Mientras que para una persona en silla de ruedas esa zona se encuentra más adaptada para este tipo de peatones. De esta manera podemos decir que los elementos físicos, como la falta de colocación de podotáctiles y la falta de señalización acústica suponen una barrera física para este tipo de peatones. En cambio la accesibilidad a las entradas a las facultades que se encuentran en zonas próximas a paradas de transporte público suponen un coste de desplazamiento bastante bajo.

Ver los tres mapas de áreas de servicio en el anexo (mapa 13, mapa 14 y mapa 15).

## **Matriz Origen-Destino**

Las matrices Origen-Destino son un algoritmo que calcula el coste basado en una ruta, entre uno o varios puntos como el origen a otro punto o varios puntos como destino en otra capa. Esa relación se muestra como una línea recta entre el punto de origen y el punto de destino, presentando los costes en la tabla de atributos, hemos calculado desde el punto origen de todas las paradas de transporte, con el punto de destino a todas las entradas a las facultades. Para

poder así obtener el coste medio de desplazamiento a cada una de las facultades desde todas las paradas.

## Peatones genéricos

Para un peatón genérico los resultados obtenidos son los siguientes en la matriz origen-destino:

<b>FACULTADES</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>TIEMPO MEDIO MINUTOS</b>
Antigua educacion	0,87	13,29	8,6
Clínico	3,08	13,17	8,59
PabellonGeografía	1,24	12,13	8,35
Ciencias de la salud	2,37	13,91	8,28
Interfacultades	2,35	10,51	7,64
SAD	3,16	10,53	7,63
Derecho II	5,68	11,05	7,63
Ciencias sociales	0,72	13,04	7,52
Ciencias	4,64	9,53	7,48
Derecho I	5,54	10,83	7,46
CIBA	4,26	10,26	7,46
Escuela de idiomas	0,28	12,97	7,43
Matematicas	3,90	9,34	7,42
Educacion	5,45	9,34	7,42
ICE	4,50	9,34	7,28
Biblioteca ciencias	4,63	9,34	7,22
Geologicas	5,68	9,34	7,13
Medicina	1,79	11,45	7,12
Derecho principal	5,68	9,34	7,07
Biblioteca educación	3,70	9,34	6,95
María moliner	4,53	10,25	6,84

Tabla 8. Coste medio desplazamiento para un peatón genérico

Como se puede ver en la tabla los costes de desplazamiento medio dan resultados parecidos en cada una de las facultades, siendo los costes más elevados las facultades más alejadas de las paradas de transporte público correspondiendo con un tiempo comprendido de poco más de 8 minutos y los valores más bajo entre 6 y 7 minutos correspondiendo a las entradas de las facultades más próximas a las paradas. En el mapa 10 del anexo se puede apreciar que todo los accesos se encuentran en el rango indicado de color verde. Eso quiere decir que los elementos de la la vía peatonal para un peatón genérico no suponen ningún obstáculo en su desplazamiento, ya que el tiempo medio de desplazamiento desde cualquier parada de transporte público no supone algo más de 5 minutos. (ver mapa 10 del anexo)

### Personas con movilidad física

FACULTADES	Min(segundos)	Max(segundos)	TIEMPO MEDIO MINUTOS
Ciencias	12,87	34,92	26,8
Clínico	8,16	26,65	17,2
Educación	12,87	20,93	16,8
ICE	11,15	20,43	16,8
Matemáticas	9,90	19,61	16,2
CIBA	8,72	21,60	15,9
Geológicas	11,78	19,05	15,8
Derecho principal	11,78	19,05	15,6
SAD	8,48	20,28	15,6
Interfacultades	8,17	19,89	15,4
PabellonGeografia	2,02	23,14	15,4
Biblioteca_ciencias	10,10	19,17	15,2
Derecho II	10,58	19,05	14,9
Derecho I	10,31	19,05	14,7

Antigua educación	1,18	22,36	14,6
Biblioteca_educacion	8,11	19,05	14,2
María moliner	9,04	19,05	13,9
Ciencias de la salud	3,69	20,85	13,6
Escuela Idiomas	0,89	22,47	13,1
Medicina	2,82	19,53	12,7
Trabajo social	0,97	21,34	12,1

Tabla 9. Coste medio de desplazamiento para un peatón en silla de ruedas. Elaboración propia.

Nuestros resultados obtenidos muestran que para una persona que se desplaza en silla de ruedas, el mayor coste medio es hasta la entrada principal a la facultad de ciencias, debido a su ubicación en el centro del campus y la mayor lejanía hasta las paradas de transporte público. Los accesos a las facultades de color rojo, en el mapa 11 del anexo, como son el pabellón de Geológicas, el ICE, el CIBA tienen el mayor coste de desplazamiento para una persona en silla de ruedas desde cualquier parada de transporte público, debido principalmente al mal estado de los elementos de la vía como hemos comentado anteriormente. Las entradas de color verde que se encuentran próximas a las paradas de transporte público no suponen un elevado coste de accesibilidad ya que las personas en silla de ruedas le supone muy poco trayecto. (mapa 11 del anexo)

### **Personas con discapacidad visual.**

Para las personas invidentes, los resultados obtenidos del coste de acceso de todas las facultades son los siguientes:

<b>FACULTADES</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>TIEMPO MEDIO MINUTOS</b>
ICE	10,40	54,49	42,99



PabellonGeografía	10,40	32,93	24,06
Clínico	10,40	32,56	22,93
Antigua educacion	1,10	22,76	14,64
Matematicas	9,92	17,74	14,55
Interfacultades	7,52	17,87	13,93
Ciencias	10,40	16,08	13,69
Ciencias de la salud	3,57	20,71	13,28
Derecho II	9,23	17,80	12,99
Educación	9,09	15,77	12,96
CIBA	6,89	17,40	12,91
Geologicas	9,69	16,02	12,88
Derecho I	8,96	17,52	12,78
Derecho principal	9,69	16,02	12,74
SAD	4,88	17,15	12,71
Biblioteca ciencias	7,57	16,44	12,65
María moliner	8,17	17,06	12,2
Medicina	2,35	17,06	11,92
Escuela de idiomas	0,50	19,23	11,77
Biblioteca educacion	6,44	15,77	11,58
Ciencias sociales	0,91	19,08	11,49

Tabla 10. Coste medio desplazamiento para un peatón invidente. Elaboración propia

De una manera similar a los anteriores análisis, el coste medio más elevado para una persona invidente desde cualquier parada de transporte público da como resultado el acceso al Instituto de Ciencias de Educación, un acceso que para las personas invidentes es inviable desde cualquier facultad. Nuestros resultados muestran que los accesos representados de color rojo en el mapa 12 del anexo suponen el mayor coste de desplazamiento para una peaton invidente y que como en el caso anterior de los petaoes en silla de ruedas, el mayor coste se encuentra a la facultades de Ciencias, de Educación, y la entrada principal de derecho. El caso del clínico, fuera del Campus de la universidad, destaca también porque sus accesos no están pensados para las personas invidentes. El pabellón de

Geografía también tiene malas condiciones de accesibilidad ya que sus pasos de peatones próximos no disponen de pavimento táctil. Las entradas de facultad de color verde en el mapa 12 del anexo, con una buena accesibilidad, corresponden a las facultades más próximas a las paradas de transporte público como la Facultad de Ciencias Sociales o la Escuela de Idiomas cuyo coste medio de desplazamiento no es muy elevado, poco más de 10 minutos. También la zona trasera de las facultades de Ciencias y Educación junto al SAD presentan también una buena accesibilidad ya que la calle está bien adaptada para los invidentes no así para las personas que se desplazan en silla de ruedas.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos reflejan que muchos de los accesos y buena parte de la vía peatonal del campus no está homologada para las personas con diversidad funcional.

Como se puede observar en los resultados anteriores, el acceso para el Instituto de Ciencias de Educación está muy limitado para personas con diversidad funcional. Puesto que hay una vía del campus próxima al instituto, en la cual no hay acera. Por lo que si una persona invidente que pretende acceder al ICE tiene que cruzar por la calzada, donde no hay ningún cruce señalizado, ni ningún tipo de pavimento táctil. El acceso es inviable. Un centro de docencia de la Universidad de Zaragoza tiene que ser accesible para todos los peatones. En la Universidad de Zaragoza todas las personas tienen los mismos derechos independientemente de las limitaciones físicas de cada persona y en este centro, el acceso no es igual para todas las personas.

Para mejorar esta situación, la Universidad de Zaragoza tendría que considerar:

- Establecer un cruce para los peatones que sea visible para todos los vehículos y peatones, que garantice la prioridad para los peatones, en donde se disponga de alguna señalización táctil.
- Restringir el paso de vehículos a motor, por la calle que se encuentra en frente del ICE. Al ser esa calle una vía de salida de zona de estacionamiento de vehículos a motor cuya zona de entrada se encuentra en el otro lado, reconvertir la zona de entrada de vehículos a una zona de

entrada y salida para los vehículos para que de esta manera los vehículos a motor no salgan por la actual vía de salida del estacionamiento ubicado en frente del Instituto de Ciencias de Educación.

Siguiendo los resultados obtenidos en el Campus de la universidad, el 26% de los pasos de peatones de toda la red están sin marcar o sin regular de esta manera, el acceso para una persona con diversidad funcional que pretende cruzar la calzada está muy condicionado.

Por otra parte, el 23% de las aceras de todo el campus son intransitables, no solo para las personas con diversidad funcional, cuyo acceso es muy limitado si no también para cualquier tipo de peatón. Además de todo ello el 13% de los bordillos del campus se encuentran elevados, con lo que el paso para una silla de ruedas es inexistente. En mitad de las aceras existen alcorques, farolas que imposibilitan el tránsito para personas con silla de ruedas o que lleven algún carrito.

Un espacio público como es el Campus de la Universidad no se puede desarrollar manteniendo el estado actual de algunas aceras, ya que da una muy mala imagen para sus propio usuarios y de cara al exterior. El campus de la universidad de Zaragoza no solo es importante a nivel local si no también a una escala regional y nacional.

La Universidad de Zaragoza y el Gobierno de Aragón deberían acondicionar toda la zona para eliminar todas esas barreras que suponen un coste adicional para las personas con diversidad funcional.

En cuanto a las zona que quedan fuera del Campus San Francisco, las zonas aledañas al tranvía, mostrando los resultados obtenidos sí que muestran que el estado de la vía está homologado para las personas con diversidad funcional ya que todos los bordillos están enrasados completamente, la anchura de la acera sí que permite la circulación de todos los peatones y los cruces disponen la mayoría de señales acústicas y pavimento táctil. De esta manera, para las personas invidentes que quieren acceder a la facultad de derecho dependiendo la zona, el trayecto más óptimo se encuentra fuera del Campus y no por dentro del recinto, como en el caso anterior

En otra zona fuera del recinto universitario, el acceso al servicio del clínico de urgencias no dispone de rampa para que las silla de ruedas la puedan utilizar. Únicamente hay escaleras que no están pensadas para las personas con

diversidad funcional. Un hospital como el Hospital Clínico tiene que tener un acceso universal para todas las personas, la administración debería de cambiar toda la entrada de una manera completa al Hospital Clínico.

## CONCLUSIONES

El campus de la Universidad es un espacio muy diverso, no solo es transitado por los estudiantes y profesores durante el curso escolar si no que también es uno de los lugares más emblemáticos de Zaragoza, donde muchos vecinos de la ciudad lo utilizan como una zona de tránsito entre dos partes de la ciudad o simplemente para pasear por él. Se producen interacciones entre los peatones y los elementos físicos de la red. Una buena herramienta para poder conocer la accesibilidad de este espacio es el análisis de redes y con él podemos elaborar diferentes costes de desplazamiento o fricción para perfiles diferentes de movilidad.

En la cartografía es donde mejor queda reflejado la distinción que hay en la movilidad en función de las características funcionales del peatón, para poder establecer así las soluciones a los problemas que se han presentado.

Para las personas con diversidad funcional, la anchura de las aceras y el estado del pavimento suponen un inconveniente para este tipo de personas, en especial para las personas que se desplazan en sillas de ruedas.

Lo mismo ocurre con el estado de los pasos de peatones que no están señalizados, la elevación del bordillo o que los cruces no dispongan de pavimento táctil. Este estado de la vía peatonal representa un inconveniente importante para estas personas que sufren limitaciones físicas y visuales.

Siguiendo la Hipótesis 0 del trabajo, "El campus de la Plaza San Francisco reúne unas buenas condiciones de movilidad y accesibilidad para las personas de movilidad reducida", concluimos que es una hipótesis rechazada por completo. Como se ha visto en los resultados. A las personas con movilidad reducida les cuesta más tiempo desplazarse por el campus en comparación con los peatones genéricos.

Por lo tanto si seguimos la hipótesis 1. "Las condiciones que reúne el Campus de Plaza San Francisco y sus alrededores no son adecuadas para las personas de

movilidad reducida", aceptamos esta hipótesis, ya que los resultados que hemos obtenido muestran un coste de desplazamiento bastante elevado para las personas que tienen movilidad reducida. Hay algunas vías donde el tránsito para estas personas es inviable, como en el Instituto de Ciencias de Educación. Hay otras zonas donde no existen aceras y por tanto el peatón tiene que cruzar la calzada sin ningún tipo de control, lo que limita su movilidad. Por lo tanto para las personas con movilidad reducida suponen unos obstáculos que les impiden circular por el campus. (no suponen será tienen que hacer frente o se encuentran o algo así)

Para la elaboración de este tipo de análisis, poder utilizar una base datos abierta, es un factor muy determinante, ya que permite la colaboración de todos los ciudadanos que quieran participar de manera voluntaria en cuestiones relaciones con la planificación urbana y la movilidad. De esta manera cualquier persona con una buena base de datos abiertos puede realizar otro trabajo de características similares a este o de otra temática geográfica en cualquier otro lugar gracias a los sistemas de información geográfica voluntaria como es el caso de OpenStreetMap.

Se pueden realizar en el futuro más trabajos de accesibilidad en cualquier otra área de la ciudad de Zaragoza, ya que muchos puntos de la ciudad las vías peatonales no están acondicionadas para todas las personas. La información geográfica voluntaria ha avanzado tanto en los últimos años que nos está permitiendo evolucionar y hacer de todos los espacios posibles unos lugares de convivencia para todas las personas.

## **BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS UTILIZADOS**

‘1,8 millones de personas con movilidad reducida dependen de la ayuda de terceros para salir de su casa y 100.000 no salen nunca’ (2019) *COCEMFE*, 12 June. Available at: <https://www.cocemfe.es/informate/noticias/18-millones-de-personas-con-movilidad-reducida-dependen-de-la-ayuda-de-terceros-para-salir-de-su-casa-y-100-000-no-salen-nunca/> (Accessed: 25 August 2020).

Abierto, O. de P., Transparencia y Gobierno. *Revisión del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Zaragoza. Ayuntamiento de Zaragoza*. Available at: <http://www.zaragoza.es/sede/portal/movilidad/plan-movilidad/> (Accessed: 6 September 2020).

Ana Ruiz-Varona, E., Rafel R. Temes-Cordovez and Carlos Cámara-Menoyo (2014) 'Accesibilidad y tecnologías de la información colaborativas', *Ingeniería del agua*, 18(1), p. ix. doi: 10.4995/ia.2014.3293.

'Anexo\_1-Characterizacion\_Territorial\_y\_socioeconomica\_DMM\_Z.pdf' (2016).

*Datos básicos | Universidad de Zaragoza* (2020). Available at: <https://www.unizar.es/institucion/conoce-la-universidad/datos-basicos> (Accessed: 13 September 2020).

*Directrices Metropolitanas de Movilidad de Zaragoza DMM\_Z | consorciozaragoza.es* (no date). Available at: <http://www.consorciozaragoza.es/content/directrices-metropolitanas-de-movilidad-de-zaragoza-dmmz> (Accessed: 6 September 2020).

*ES: Acerca de OpenStreetMap - OpenStreetMap Wiki* (no date). Available at: [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/ES:Acerca\\_de\\_OpenStreetMap](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/ES:Acerca_de_OpenStreetMap) (Accessed: 13 September 2020).

Gleeson, B. J. (1996) 'A Geography for Disabled People?', *Transactions of the Institute of British Geographers*, 21(2), pp. 387–396. doi: 10.2307/622488.

<https://sid.usal.es>, S. de I. sobre D. usal es *Decreto 19/1999, de 9 de Febrero, por el que se regula... (SID)*. Available at: <https://sid.usal.es/leyes/discapacidad/3608/3-2-2/decreto-19-1999-de-9-de-febrero-por-el-que-se-regula-la-promocion-de-la-accesibilidad-y-supresion-de-barreras-arquitectonicas-urbanisticas-de-transpor.aspx> (Accessed: 6 September 2020).

*INEbase / Sociedad / Salud / Encuesta de integración social y salud / Resultados* (2012) *INE*. Available at: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176987&menu=resultados&idp=1254735573175#!tabs-1254736195303](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176987&menu=resultados&idp=1254735573175#!tabs-1254736195303) (Accessed: 6 September 2020).

*INEbase / Sociedad / Salud / Encuestas sobre discapacidades / Resultados/ Encuesta 2008* (no date) *INE*. Available at: [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176782&menu=resultados&secc=1254736194716&idp=1254735573175#!tabs-1254736194716](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176782&menu=resultados&secc=1254736194716&idp=1254735573175#!tabs-1254736194716) (Accessed: 6 September 2020).

'Intro edición OSM - WMES16 - .pdf' (no date).

*La regulación jurídica de la accesibilidad* (2009) *Discapnet*. Available at: <https://www.dicapnet.es/areas-tematicas/nuestros-derechos/preguntas-y-respuestas/la-regulacion-juridica-de-la-accesibilidad> (Accessed: 25 August 2020).

*Mapillary - Street-level imagery, powered by collaboration and computer vision* (no date). Available at: [https://www.mapillary.com/app/user/jotaj?pKey=ikDWO\\_BZ1bR1HGcC3f6W0Q&focus=map&lat=41.643083014725505&lng=-0.8990529764390658&z=17](https://www.mapillary.com/app/user/jotaj?pKey=ikDWO_BZ1bR1HGcC3f6W0Q&focus=map&lat=41.643083014725505&lng=-0.8990529764390658&z=17) (Accessed: 14 September 2020).

*OpenStreetMap* (no date) *OpenStreetMap*. Available at: <https://www.openstreetmap.org/> (Accessed: 14 September 2020).

*Osmose - Mapa* (no date). Available at: <http://osmose.openstreetmap.fr/es/map/#zoom=6&lat=46.96&lon=2.9&item=xxxx&level=1&tags=&fixable=> (Accessed: 13 September 2020).

de Pablos, J. C. and Susino, J. (2009) ‘VIDA URBANA: ENTRE LA DESIGUALDAD SOCIAL Y LOS ESPACIOS DEL HABITAR’, p. 24.

*Padrón municipal de habitantes. Cifras oficiales de población. Gobierno de Aragón* (no date). Available at: <https://www.aragon.es/-/cifras-oficiales-de-poblacion> (Accessed: 6 September 2020).

*QNEAT3 - Caja de herramientas de análisis de red 3 de QGIS* (no date). Available at: <https://root676.github.io/ShortestPathAlgs.html> (Accessed: 7 September 2020).

*QNEAT3 - QGIS Network Analysis Toolbox 3* (no date). Available at: <https://root676.github.io/> (Accessed: 6 September 2020).

Olaya, Víctor (2020). *Sistemas.de.Informacion.Geografica.pdf* (no date).

*Spain, image by jotaj* (no date) *Mapillary*. Available at: [https://www.mapillary.com/app/user/jotaj?pKey=ikDWO\\_BZ1bR1HGcC3f6W0Q&focus=map&lat=41.643083014725505&lng=-0.8990529764390658&z=17](https://www.mapillary.com/app/user/jotaj?pKey=ikDWO_BZ1bR1HGcC3f6W0Q&focus=map&lat=41.643083014725505&lng=-0.8990529764390658&z=17) (Accessed: 14 September 2020).

‘Universidad | AEGEE-Zaragoza’ (no date). Available at: <https://www.aegee-zaragoza.org/universidad> (Accessed: 14 September 2020).

Universitat Politècnica de València, E. (2014) ‘Universitat Politècnica de València’, *Ingeniería del agua*, 18(1), p. ix. doi: 10.4995/ia.2014.3293.

Zaragoza, A.. *Ordenanza de Supresión de Barreras Arquitectónicas y Urbanísticas del Municipio de Zaragoza. Normativa. Ayuntamiento de Zaragoza*. Available at: <http://www.zaragoza.es/sede/servicio/normativa/142> (Accessed: 31 August 2020).

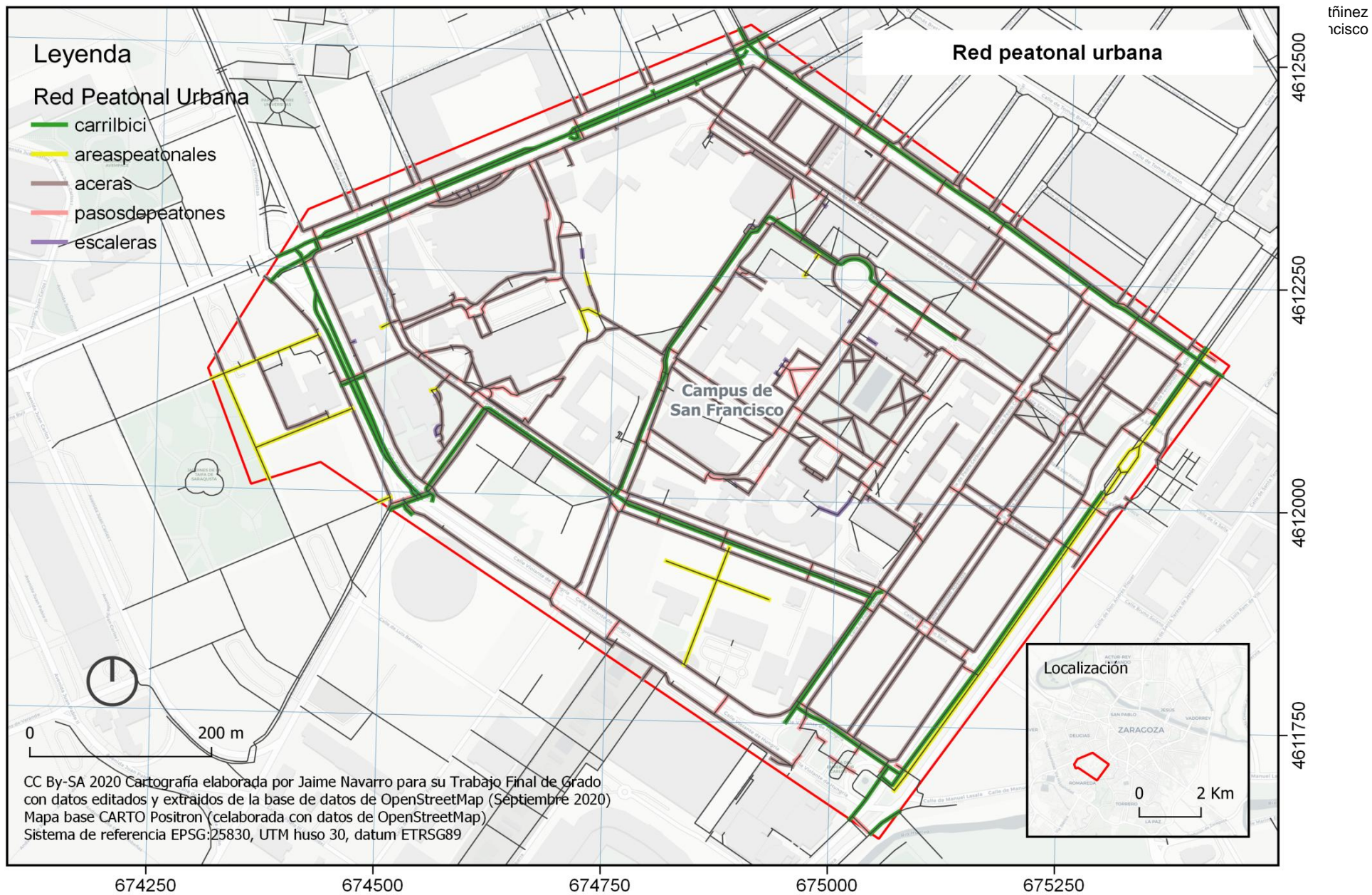
Zaragoza, U. de (2020) ‘Alumnos matriculados. Sexo, dedicación y procedencia. Curso 2019-2020. Universidad de Zaragoza’. Available at: <https://zaguan.unizar.es/record/83978> (Accessed: 31 August 2020).

## ANEXOS

```
13  |-- G - peatón generico
14  f( "crossing" = 'marked' OR "crossing" = 'unmarked' OR "crossing" = 'traffic_signals' ,1,0)
15  f( "crossing" = 'uncontrolled' ,2,0)
16  if( "highway" = 'living_street' ,1,99)
17  if("highway" = 'steps' , 2, (if( "footway" = 'crossing' , 2, 1))
18
19
20  if("footway" = 'crossing' , 2, 1)
21  if("ramp" = 'yes',2,0)
22
23
24  -- para el construir la consulta final
25  max( "G_steps", "G_crossing")
26
27  -----
28  -- F - peatón con movilidad reducida por discapacidad fisica
29  if( "smoothness" = 'excellent' OR "smoothness" = 'good' OR "smoothness" = 'intermediate' ,1,0)
30  if( "surface" = 'asphalt' OR "surface" = 'cobblestone' OR "surface" = 'compacted' OR "surface" = 'concrete' OR "surface" = 'sett' OR "surface"
31  if( "surface" = 'gravel' OR "surface" = 'fine_gravel',4,0)
32  -- if("surface" = 'gravel' OR "surface" = 'fine_gravel',2,99)
33  if( "wheelchair" = 'limited' OR "wheelchair" = 'yes' OR "wheelchair" = 'no' ,1,0)
34  if("ramp:wheelchair" = 'yes' OR "ramp:wheelchair" = 'no' ,1,99)
35  if( "tactile_paving" = 'no' ,99,0)
36  if( "kerb" = 'flush' OR "kerb" = 'lowered' OR "kerb" = 'raised' ,1,0)
37  if( "kerb" = 'flush' OR "kerb" = 'lowered',1,0)
38  if("width" < '1' ,4,0) -- F
39  if("width" > '1' ,1,0) -- V
40  -----
41  -- V - peatón con movilidad reducida por discapacidad visual
42
43  -- if( "highway" = 'pedestrian' ,1,99)
44  if( "highway" = 'cycleway' ,1,99)
45  añadiendo notas
46  i
47  if( "tactile_paving:right" = 'yes' OR "tactile_paving:right" = 'no' ,1,2)
48  if( "tactile_paving:right" = 'yes' ,1,99)
49  if( "tactile_paving:right" = 'no' ,99,1) "
```

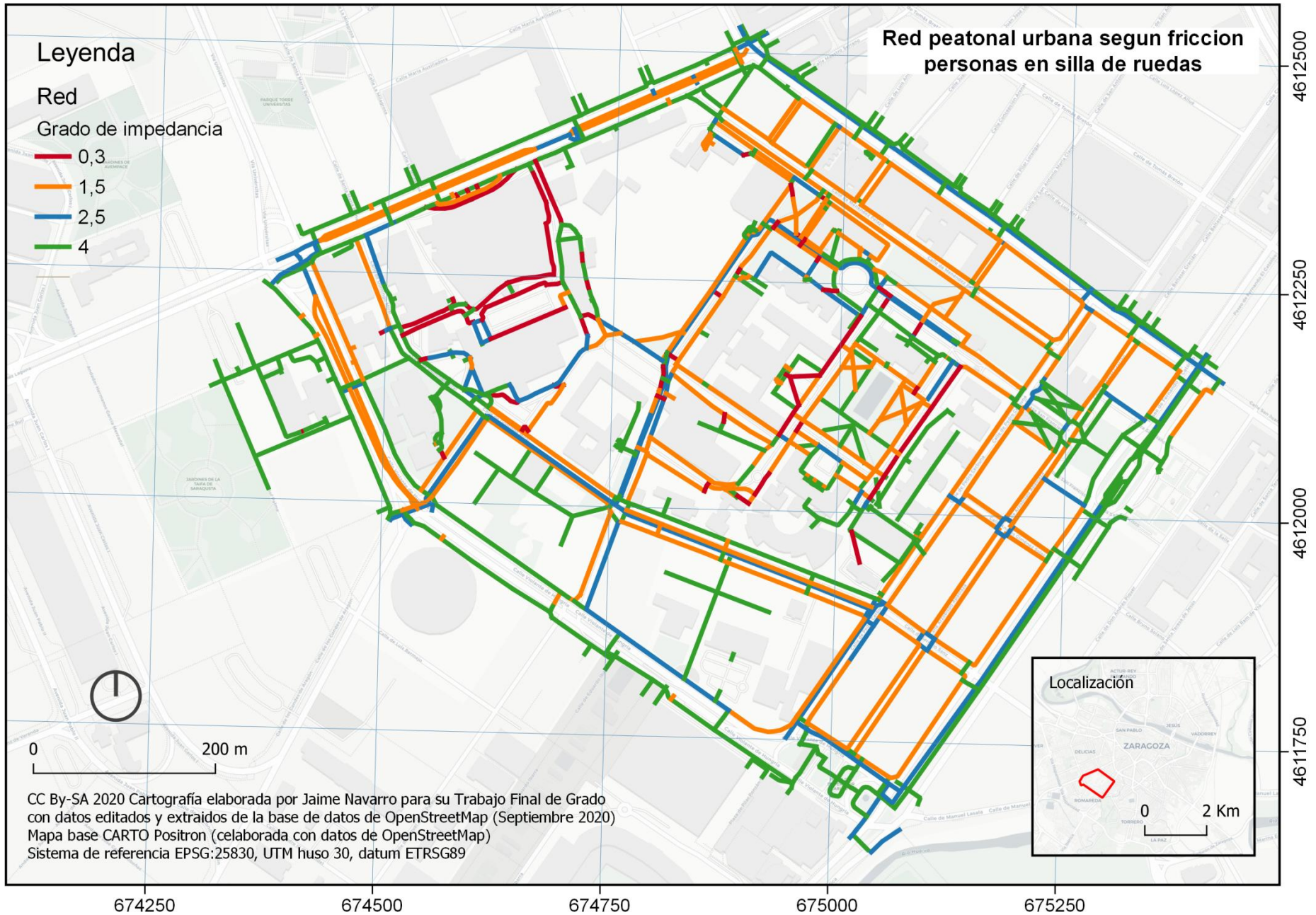
### CÓDIGO CONSULTA SQL





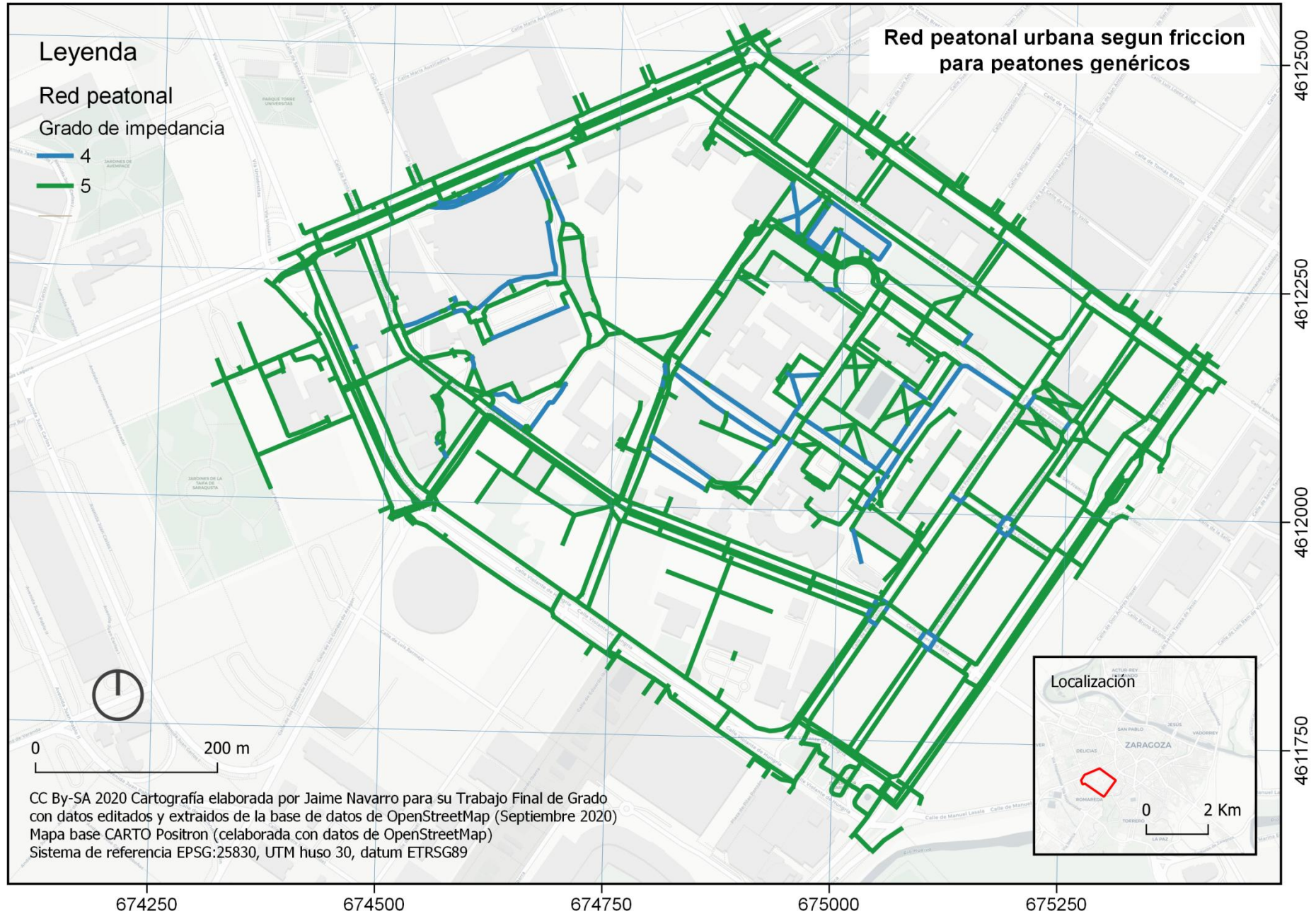
**MAPA 1. RED PEATONAL PRINCIPAL**





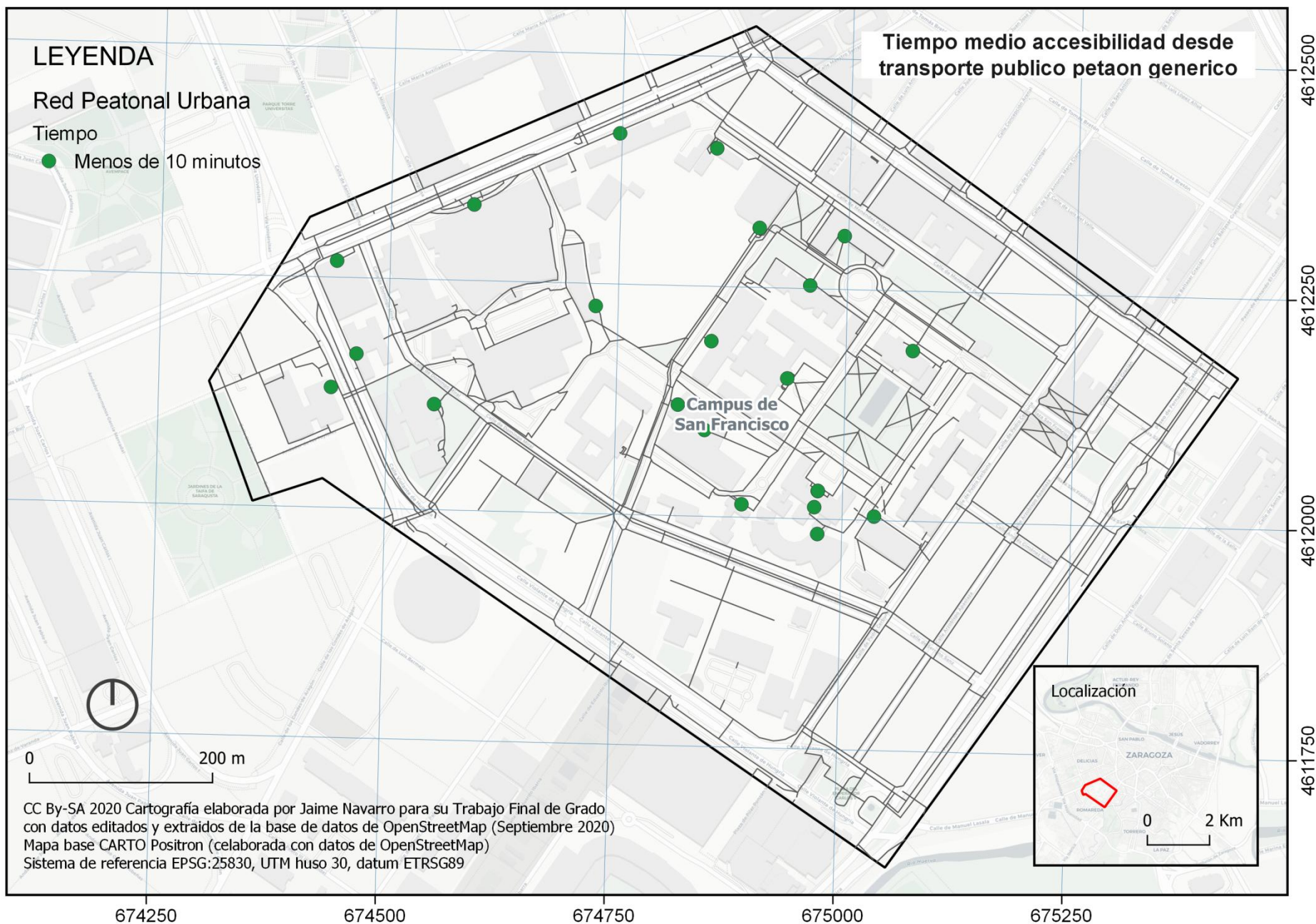
MAPA 2. RED PEATONAL URBANA PARA UN PEATON EN SILLA DE RUEDAS





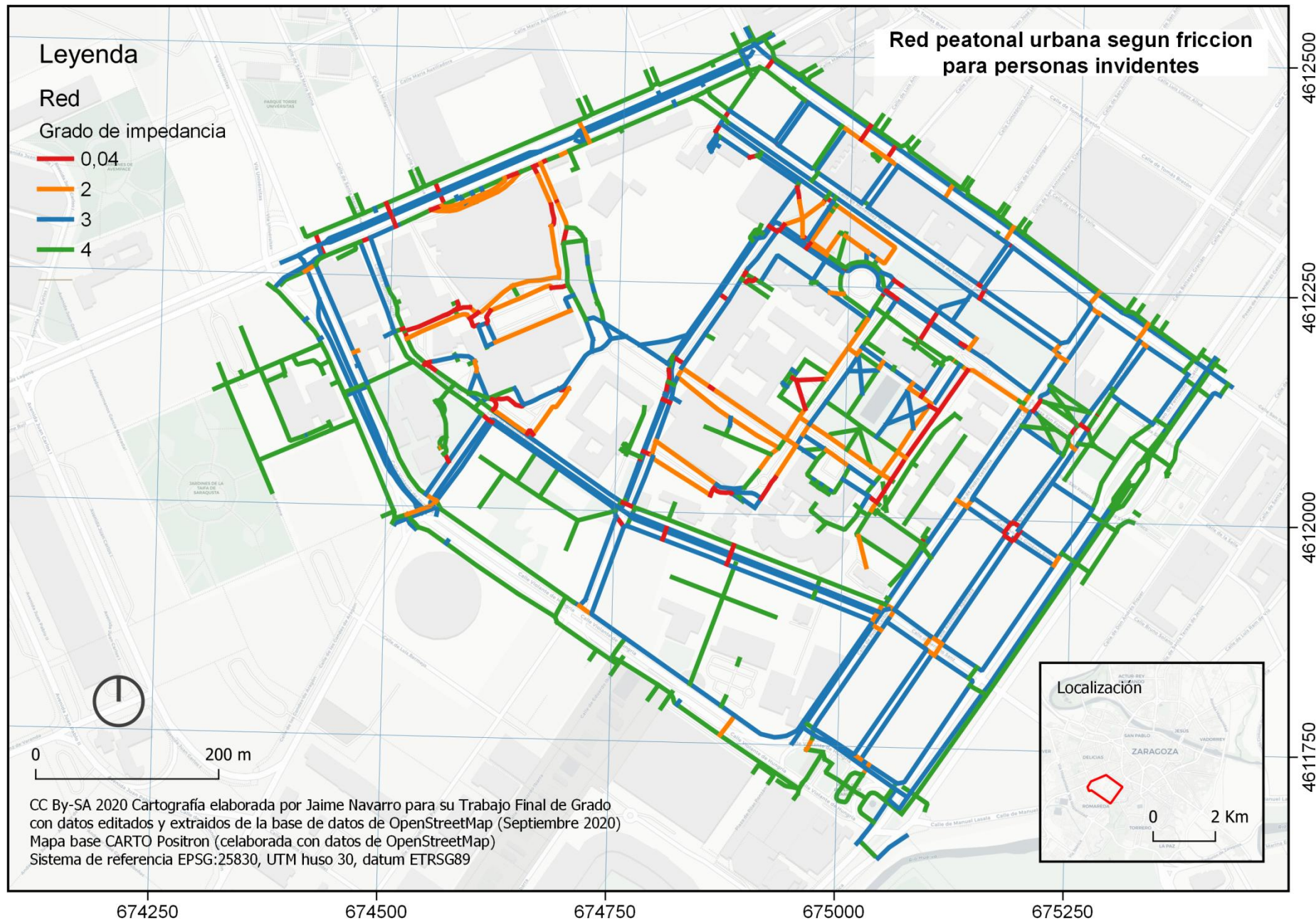
MAPA 3. RED PEATONAL URBANA PARA UN PEATÓN GENÉRICO.





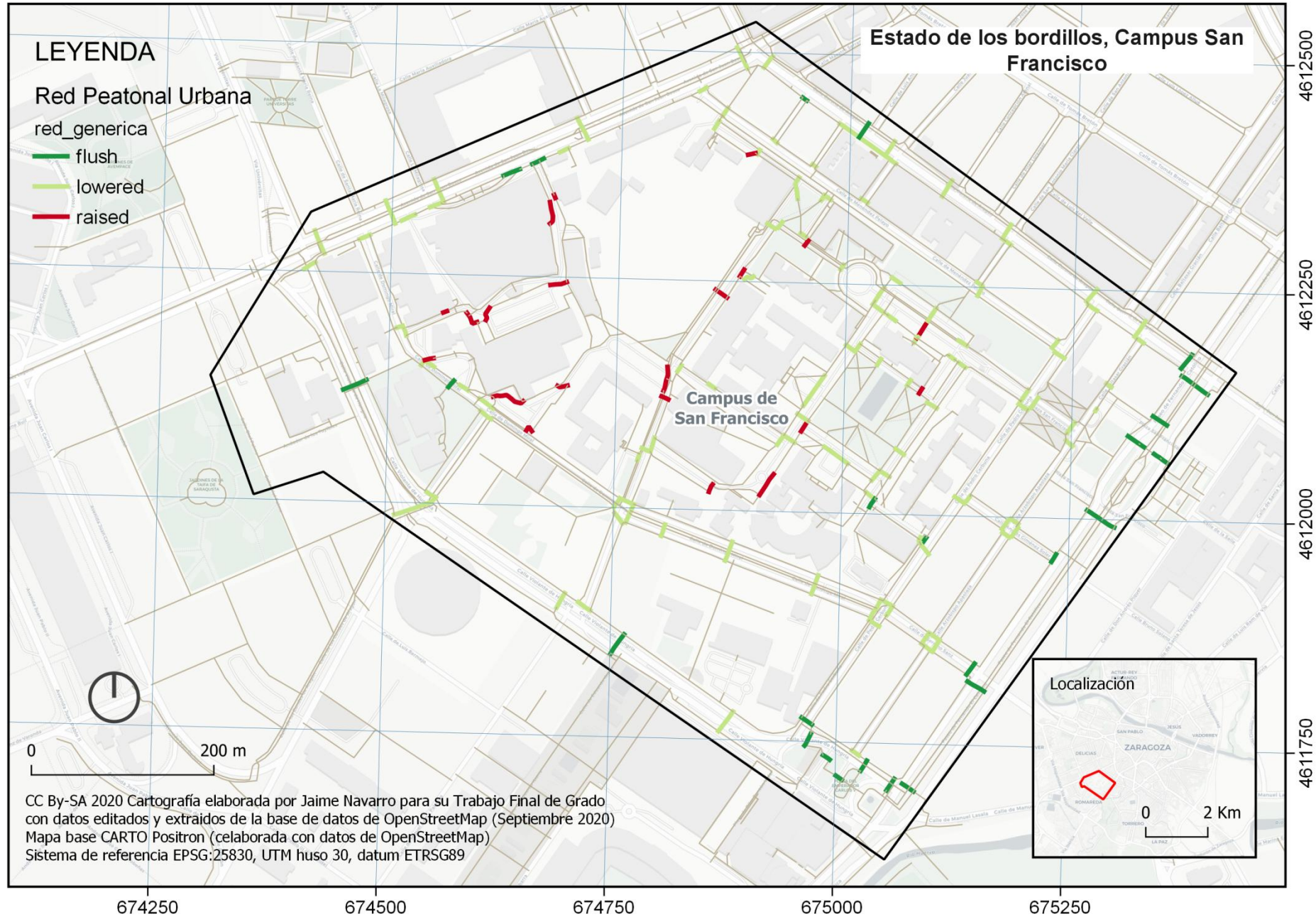
MAPA 11. ACCESIBILIDAD PARA UN PEATÓN GENERICO DESDE LA PARADA DE TRANSPORTE PÚBLICO





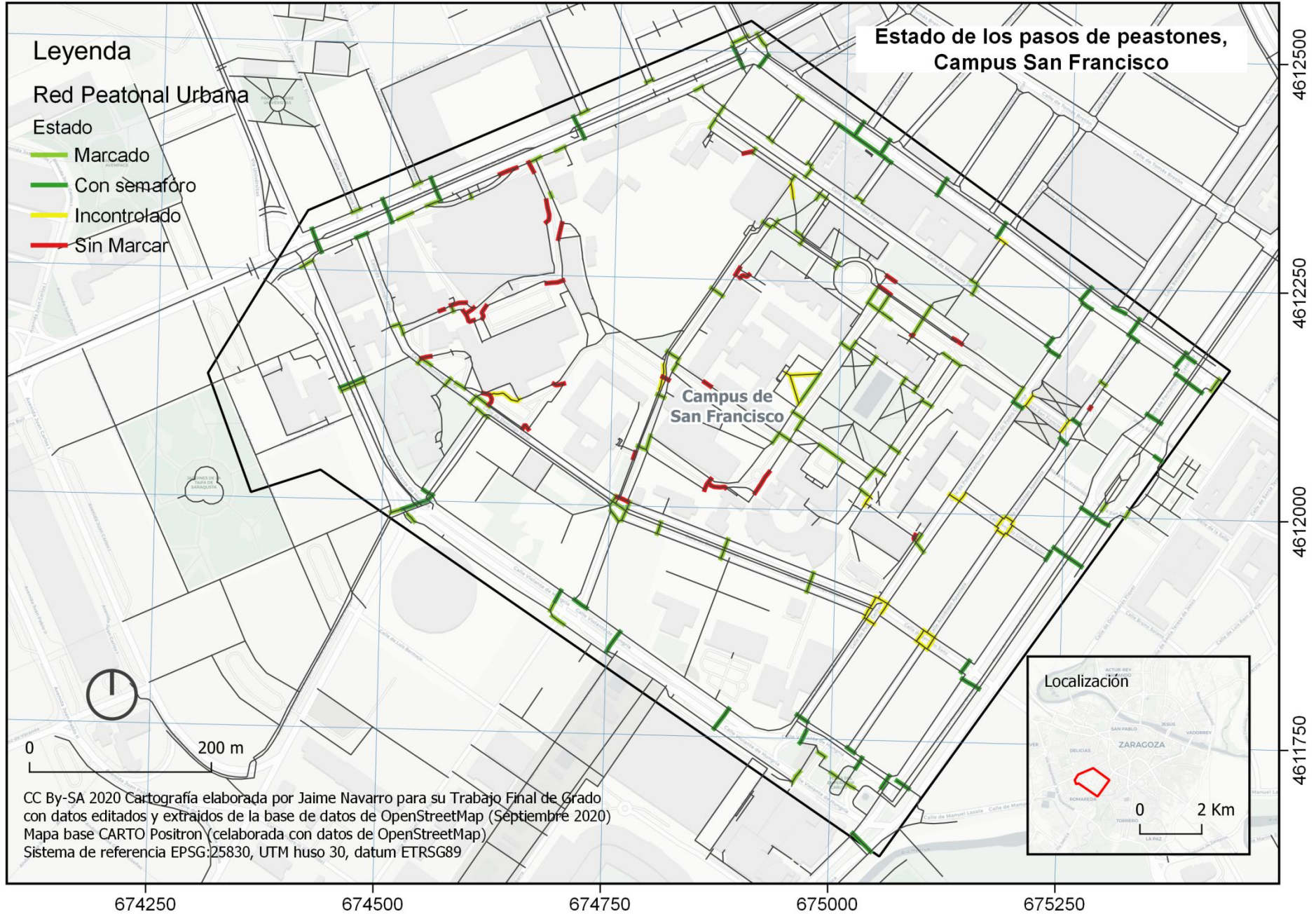
MAPA 4. RED PEATONAL PARA UNA PERSONA INVIDENTE





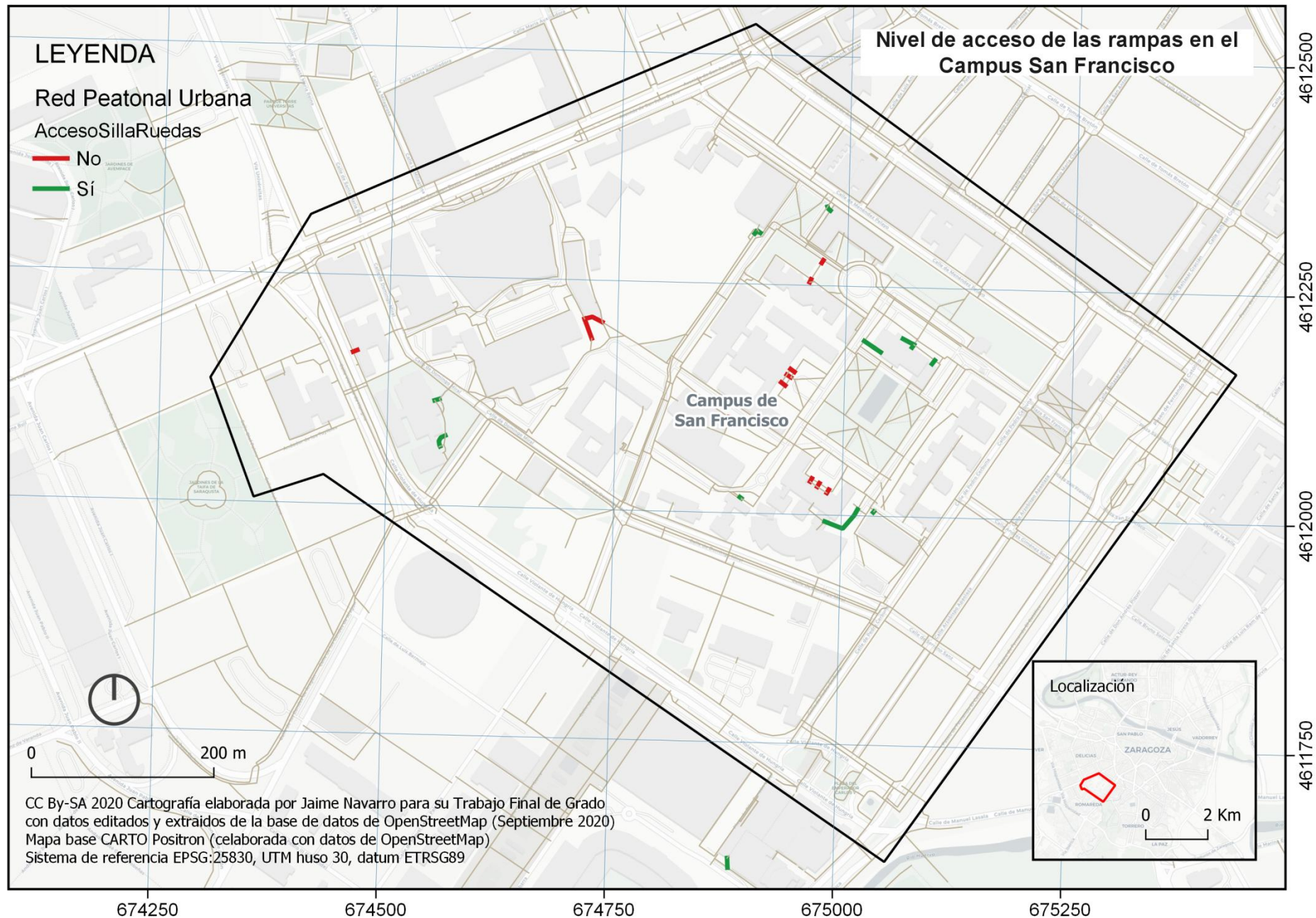
MAPA 6. ELEVACIÓN DE LOS BORDILLOS





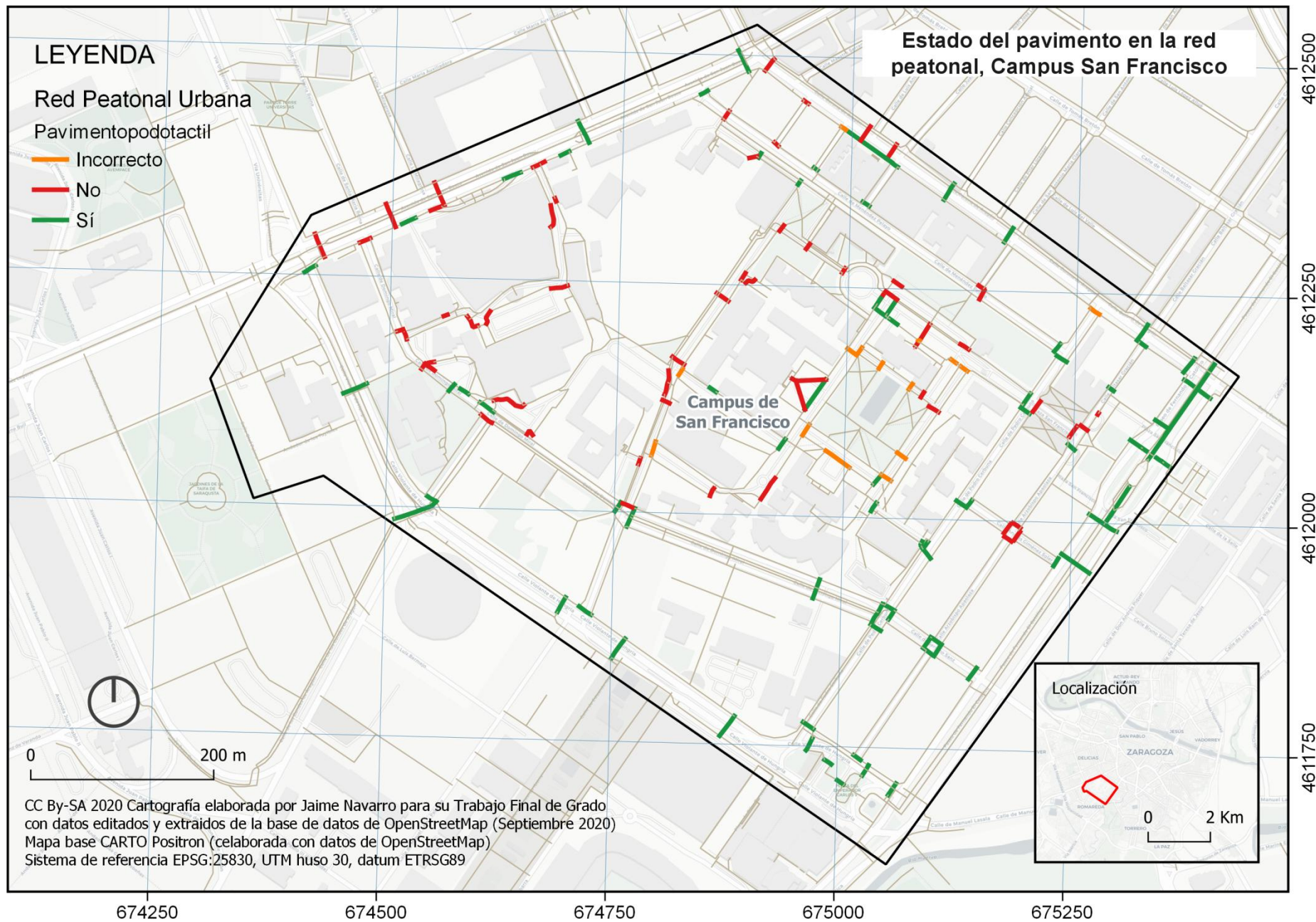
MAPA 7. ESTADO DE LOS PASOS DE PEATONES





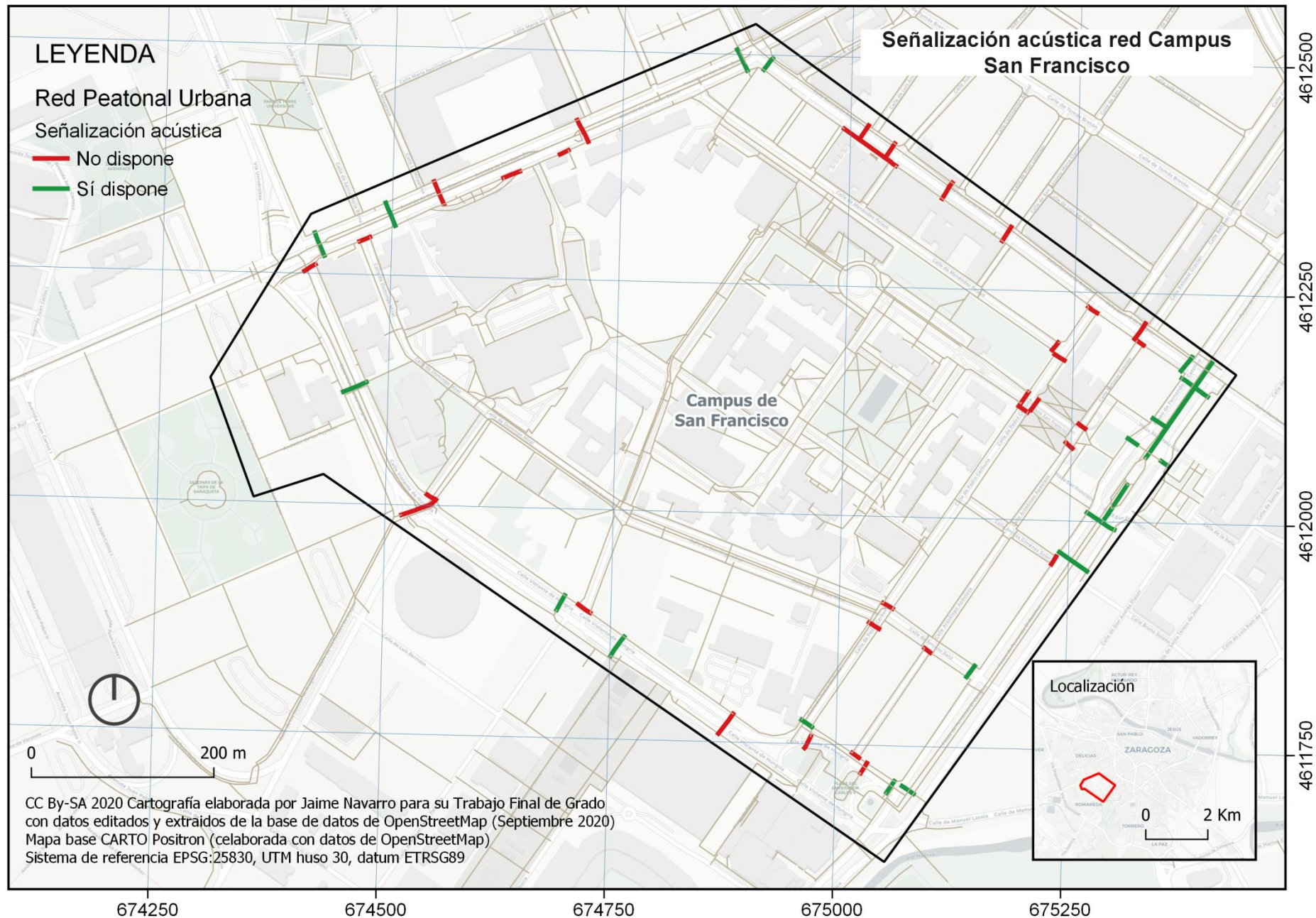
MAPA 8. HOMOLOGACIÓN DE LAS RAMPAS





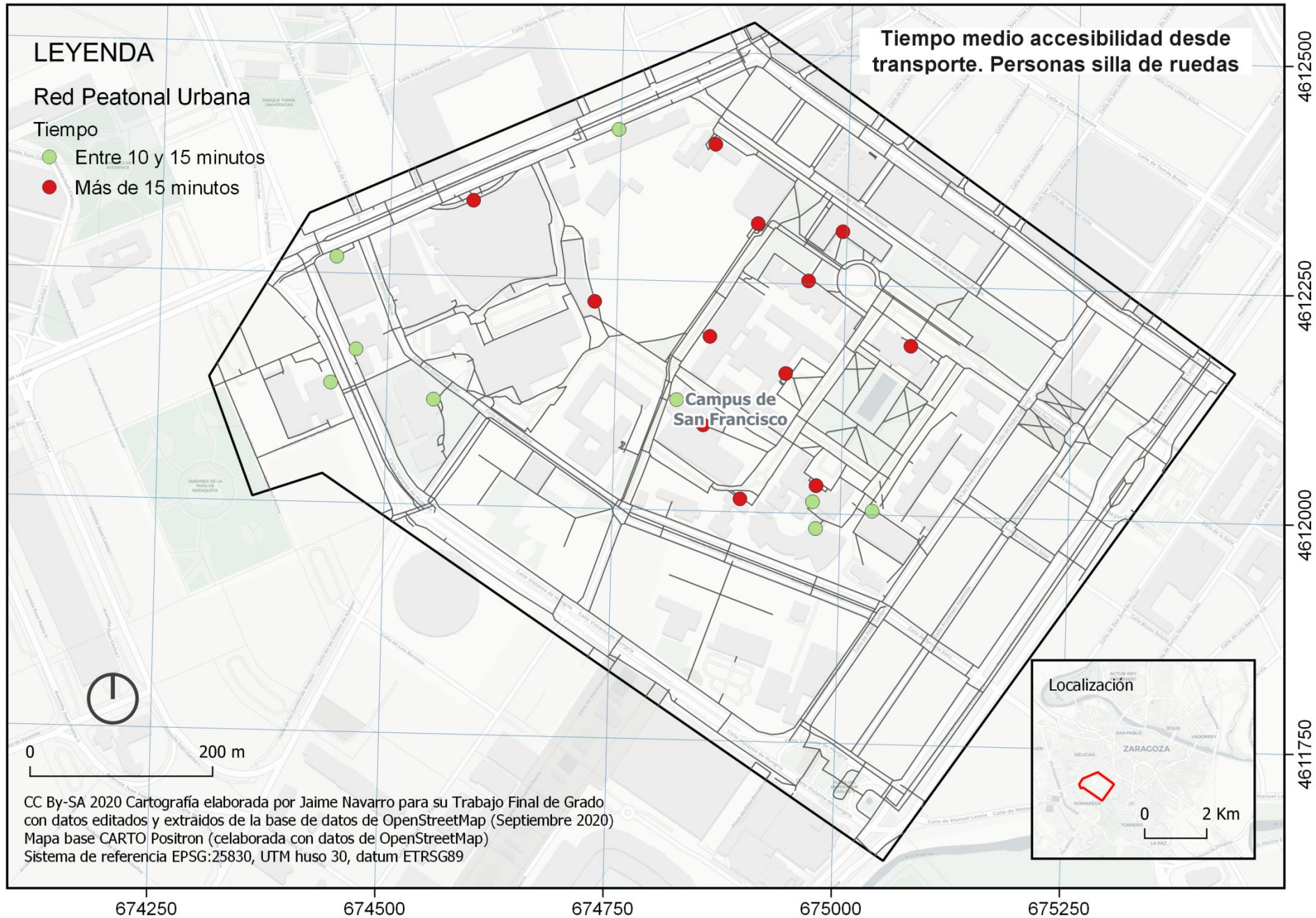
MAPA 9. ESTADO DEL PAVIMENTO PODOTACTIL DE LOS CRUCES





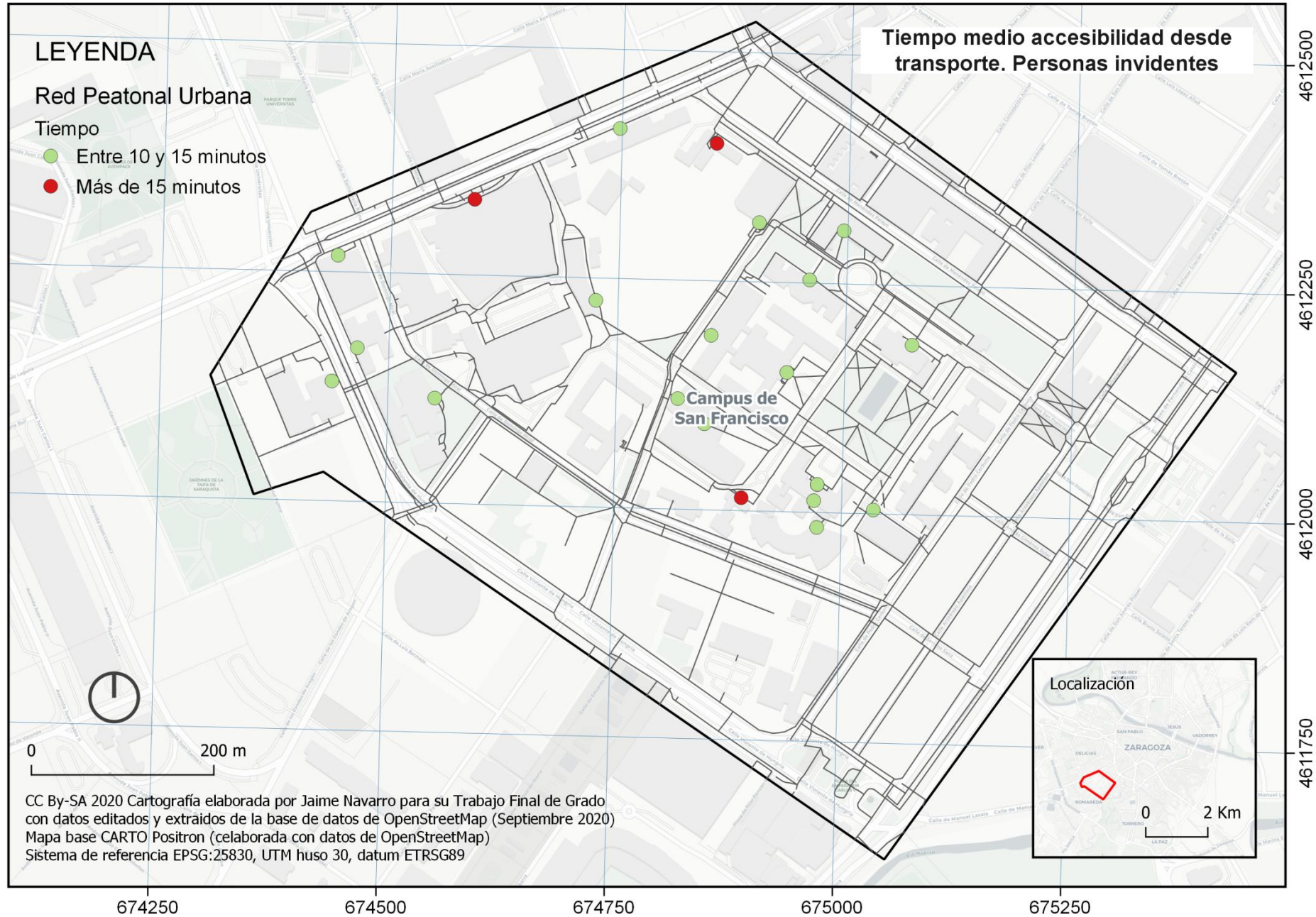
MAPA 10. SEÑALIZACIÓN ACÚSTICA DE LA RED





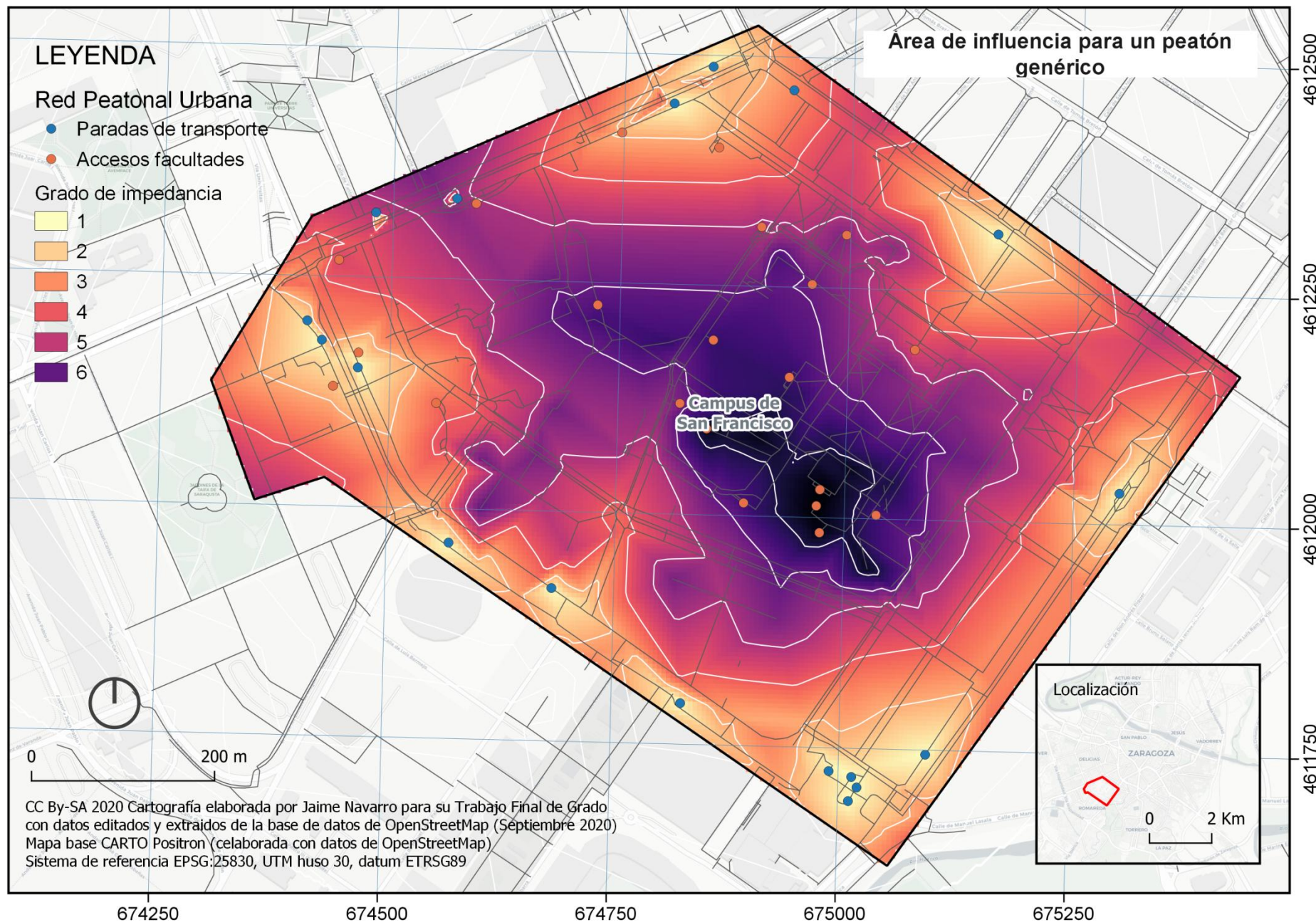
MAPA 12. ACCESIBILIDAD DESDE EL TRANSPORTE PARA UN PEATÓN EN SILLA DE RUEDAS





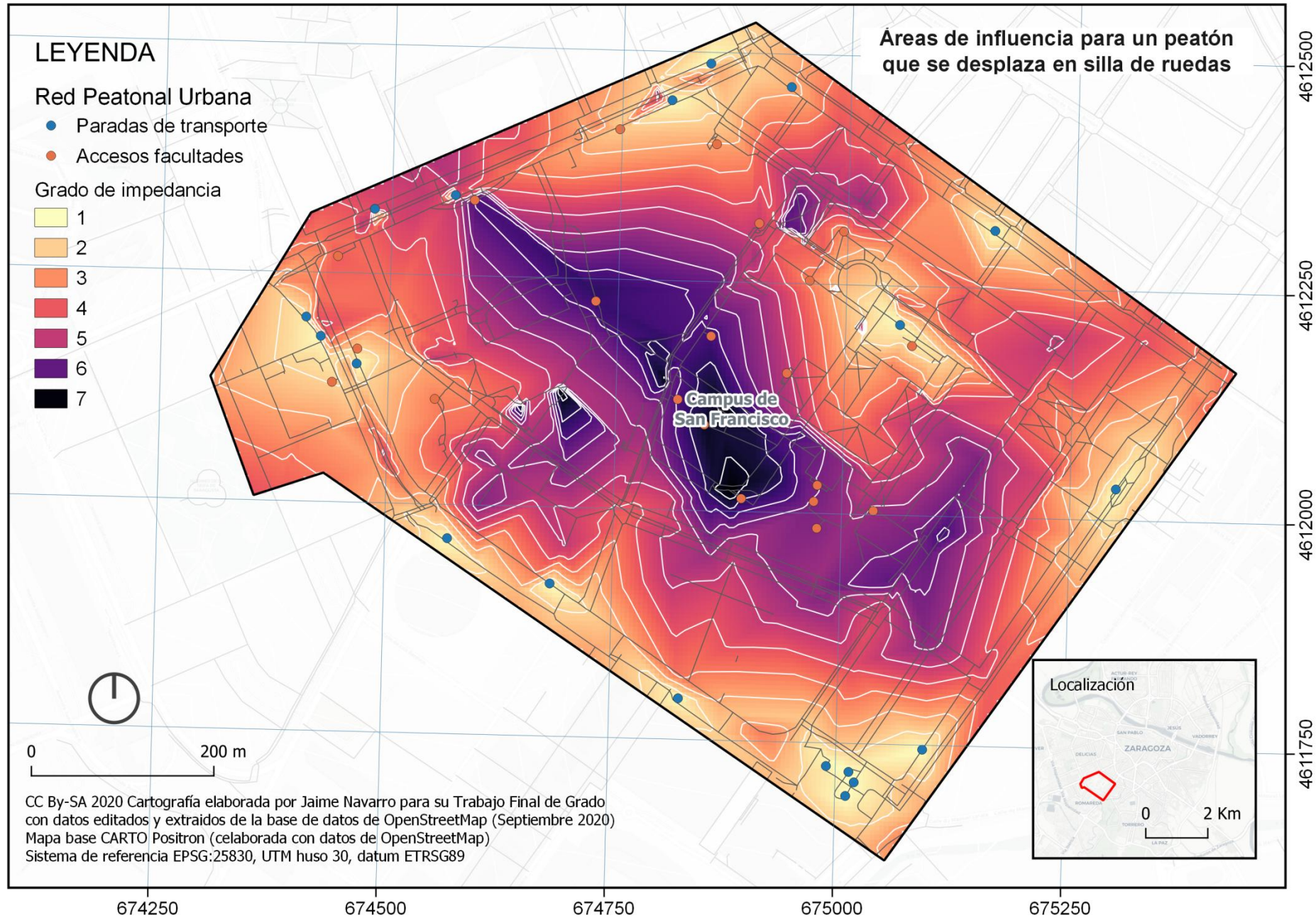
MAPA 13. ACCESIBILIDAD DESDE EL TRANSPORTE PARA UN INVIDENTE





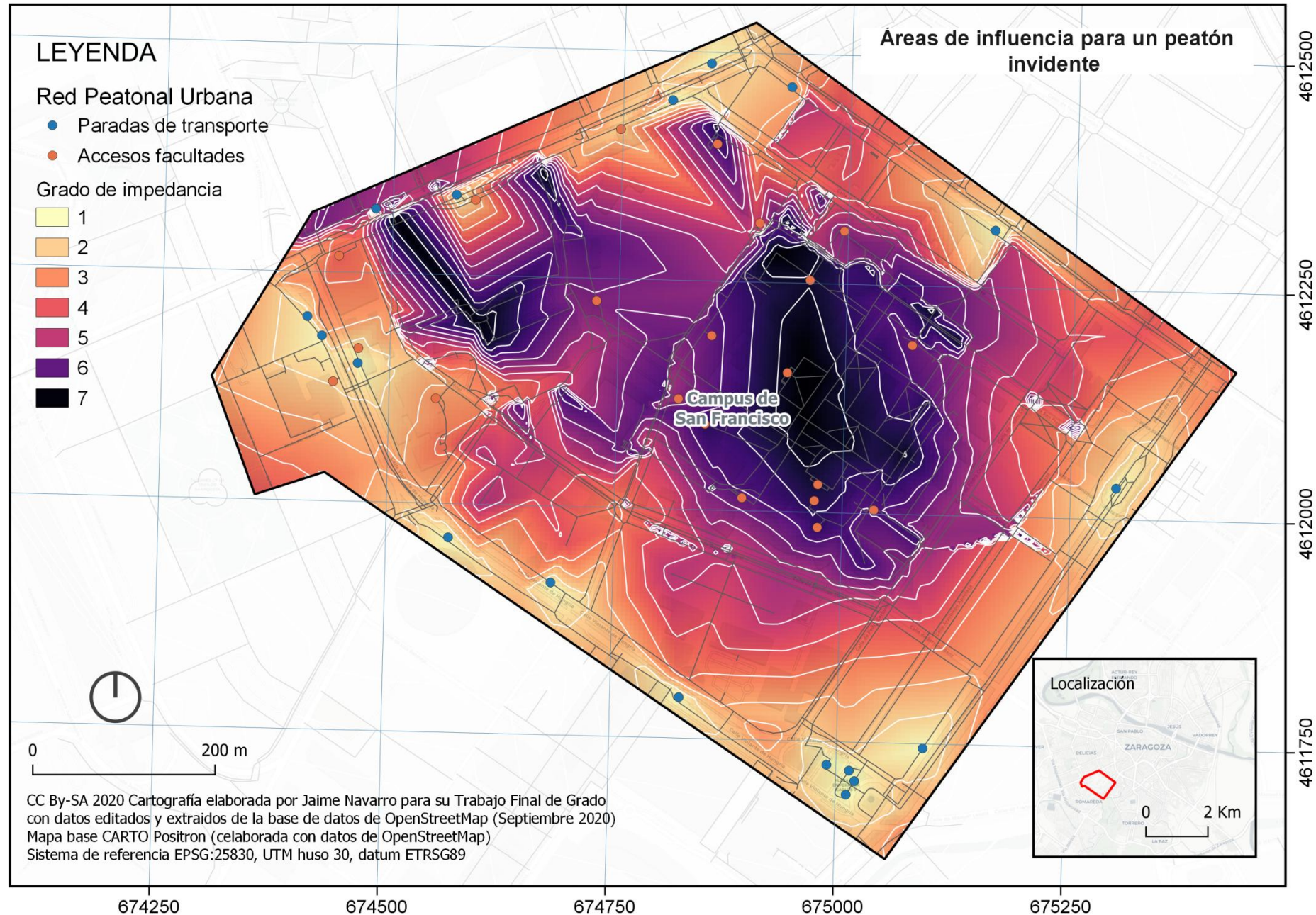
MAPA 13. ÁREA DE SERVICIO PARA UN PEATÓN GENÉRICO





MAPA 14. ÁREA DE SERVICIO PARA UN PEATÓN EN SILLA DE RUEDAS





MAPA 15. ÁREA DE SERVICIO PARA UN PEATÓN INVIDENTE