

# TRABAJO FIN DE GRADO

## Movilidad urbana e Información Geográfica Voluntaria: Accesibilidad en Las Fuentes.

Análisis de la accesibilidad de la red de movilidad peatonal urbana de Las Fuentes (Zaragoza) para personas con movilidad reducida a través del uso de información geográfica voluntaria, cartografía colaborativa y herramientas libres.

Autor: Ignacio Orte Sierra

Director: Dr. Miguel Sevilla-Callejo

Geografía y Ordenación del Territorio

Facultad de Filosofía y Letras

Universidad de Zaragoza

Curso 2017 - 2018



### **Agradecimientos:**

A las personas que desinteresadamente participaron para obtener los datos en la mapping party; a Carlos Cámara por promover el proyecto "Zaragoza accesible", así como a los otros integrantes de Mapeado Colaborativo, por su entusiasmo en hacer de Zaragoza una ciudad para todas las personas. Por supuesto, a mi tutor, Miguel Sevilla, por la paciencia.



**Resumen:** La accesibilidad en la red de movilidad peatonal urbana supone un reto para las personas con diversidad funcional, tanto sillas de ruedas como invidentes. El distrito municipal de Las Fuentes, Zaragoza (España), presenta un contexto demográfico envejecido y un marco urbanístico susceptible de ser inaccesible. Los avances tecnológicos y la Información Geográfica Voluntaria (IGV) permiten la implementación de una base de datos abierta con información relativa a la accesibilidad. Sobre esta base, OpenStreetMap (OSM), se ha realizado un análisis de red para diagnosticar la vialidad de las aceras y los pasos de peatones, mostrando el mayor coste de desplazamiento para las PDF, en especial las invidentes, frente a los peatones a pie.

**Palabras clave:** movilidad peatonal urbana; accesibilidad; Personas con Diversidad Funcional (PDF); análisis de red; Información Geográfica Voluntaria (VGI).

**Abstrac:** Accessibility in mobility network urban pedestrian supposes a challenge for the functional diversity people, both wheelchair and blind. Las Fuentes, Zaragoza municipal district (Spain), have a demographic and urban context vulnerable to accessibility. Technological progress and Volunteered Geographic Information (VGI) allow the implementation of an opened accessibility database. On it, OpenStreetMap, has carried a network analyst to diagnose the sidewalks and crossings accessibility grade. Results allow a best mobility to pedestrian without functional diversity over wheelchair and, especially, blind.

**Key words:** urban pedestrian mobility; accessibility; functional diversity people; network analyst; Volunteered Geographic Information (VGI).

## Índice de contenidos

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Introducción.....   | 8  |
|   | a) Contexto y antecedentes.....   | 8  |
|   | i. Área de estudio.....   | 11 |
|   | ii. La web 2.0 y el nacimiento de la Información Voluntaria Geográfica..... | 15 |
|   | b) Justificación.....   | 16 |
| 2 | Objetivos e hipótesis.....  | 17 |
|   | a) Hipótesis.....   | 17 |
| 3 | Metodología.....  | 18 |
|   | a) Edición y gestión de la red de movilidad peatonal urbana.....            | 19 |
|   | i. Trabajo colaborativo sobre el terreno: Mapping Party.....                | 21 |
|   | ii. Introducción de datos.....  | 24 |
|   | iii. Validación.....  | 25 |
|   | b) Análisis de rede.....  | 25 |
|   | c) Cartografía temática.....  | 27 |
| 4 | Resultados y discusión.....   | 28 |
|   | a) Características de la vialidad.....                                      | 28 |
|   | i. Sillas de ruedas.....  | 30 |
|   | ii. Invidentes.....   | 32 |
|   | b) Análisis de movilidad.....   | 35 |
|   | i. Ruta más corta.....  | 35 |
|   | ii. Fricción.....   | 36 |
| 5 | Conclusiones.....   | 41 |
| 6 | Relación de fuentes, bibliografía y recursos utilizados.....                | 45 |
|   | a) Propuestas de mejoras.....   | 47 |

## Índice de figuras

|                |  |    |
|----------------|--|----|
| Ilustración 1: | Pirámide de población con discapacidad (2008). Fuente: INE (Encuesta de discapacidad, 2009).....   | 9  |
| Ilustración 2: | Tasa de discapacidad por CCAA (2008) Fuente: INE (Encuesta de discapacidad, 2009).....   | 9  |
| Ilustración 3: | Porcentaje de personas con diversidad funcional con dificultades en los desplazamientos por la calle, 2008. Fuente: INE (Encuesta de discapacidad, 2009).....  | 10 |
| Ilustración 4: | Proyección de la pirámides de población de España. Fuente: INE, 2016.....  | 10 |
| Ilustración 5: | Mapa de localización de la zona de estudio. Elaboración propia.....  | 12 |
| Ilustración 6: | Pirámide de población de Zaragoza, 2011. Fuente: INEBase (Censo 2011)...   | 13 |
| Ilustración 7: | Pirámide de población de Las Fuentes (Zaragoza), 2011. Fuente: INEBase, 2011).....   | 13 |
| Ilustración 8: | Mapa de Estructura de la población: Población envejecida por sección censal, Zaragoza (2014). Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza – GEOT (Visor demográfico)..... | 14 |
| Ilustración 9: | Porcentaje de población por grupos de edad específicos, Zaragoza (2003 –   |    |

|  |    |
|--|----|
| 2017). Fuente: Ayto de Zaragoza (Datos abiertos).....  | 14 |
| Ilustración 10: Atlas de la Mapping Party. Fuente: Carlos Cámara, 2018.....  | 22 |
| Ilustración 11: Cartel de la mapping party de Las Fuentes. Fuente: Mapeado Colaborativo.....   | 23 |
| Ilustración 12: Tweet de la Mapping Party. Fuente: Twitter.....  | 23 |
| Ilustración 13: Edición con JOSM. Elaboración propia.....  | 24 |
| Ilustración 14: Consulta en Overpass-turbo. Fuente: <a href="http://www.overpass-turbo.eu/s/BHp">http://www.overpass-turbo.eu/s/BHp</a> .....                  | 25 |
| Ilustración 15: Mapa de la red de movilidad peatonal urbana de Las Fuentes, Zaragoza (2018). Elaboración propia.....   | 29 |
| Ilustración 16: Comparación OpenStreetMap - Google Maps. Fuente: <a href="http://www.tools-geofabrik.de">www.tools-geofabrik.de</a> .....                      | 30 |
| Ilustración 17: Mapa de la accesibilidad para sillas de ruedas en la red de movilidad peatonal urbana de Las Fuentes, Zaragoza (2018). Elaboración propia..... | 31 |
| Ilustración 18: Mapa de la accesibilidad para invidentes: Baldosas. Elaboración propia.....  | 33 |
| Ilustración 19: Mapa de la accesibilidad para invidentes: Pasos de peatones sonoros. Elaboración propia.....   | 34 |
| Ilustración 20: Mapas de las rutas más corta sal Centro Cívico Salvador Allende desde puntos aleatorios. Elaboración propia.....                               | 35 |
| Ilustración 21: Fricción acumulada, caso 2. Elaboración propia.....  | 36 |
| Ilustración 22: Mapas de fricción (coste de desplazamiento) para peatones a pie, en silla de ruedas e invidentes. Elaboración propia.....                      | 37 |
| Ilustración 23: Mapas de distancia - coste: Silla de ruedas e invidentes. Elaboración propia.....  | 38 |
| Ilustración 24: Mapa de fricción desde el C.C. Salvador Allende: Comparación entre peatones a pie, silla de ruedas e invidentes. Elaboración propia.....       | 39 |
| Ilustración 25: Mapa de diferencia de coste del desplazamiento con los peatones a pie. Elaboración propia.....   | 40 |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Herramientas utilizadas.....  | 18 |
| Tabla 2: Etiquetas en OpenStreetMap de los pasos de peatones. Elaboración propia.....        | 20 |
| Tabla 3: Etiquetas en OpenStreetMap de las aceras. Elaboración propia.....                   | 21 |
| Tabla 4: Valoración de la etiquetas de accesibilidad según el coste. Elaboración propia..... | 27 |
| Tabla 5: Red de movilidad peatonal urbana del área de estudio, 2018. Elaboración propia..... | 28 |

# 1 Introducción

El presente trabajo tiene como propósito analizar la accesibilidad de la red de movilidad peatonal urbana (aceras y pasos de peatones) para las Personas con Diversidad Funcional. En el ámbito de la Información Geográfica Voluntaria se ha continuado, en el contexto académico, con el proyecto de acción ciudadana del grupo Mapeado Colaborativo (Ayuntamiento de Zaragoza) centrándose en el distrito municipal de Las Fuentes. El alcance del trabajo se ha limitado en la toma de datos, con una *mapping party*, sin tener ninguna limitación por el uso de herramientas libres en el trascurso del trabajo. Así, se ha concluido que los peatones tienen mayor grado de vialidad frente a las sillas de ruedas y, en especial, los ciegos.

## a) Contexto y antecedentes

La movilidad de las personas en las ciudades constituye uno de los retos de la planificación urbana (Ruiz et al, 2018). La forma y los espacios dedicados a la circulación de los peatones, la movilidad a nivel de calle, está presente para una buena parte de la población, sin embargo, existe una parte de la misma, que requiere una atención especial: las Personas con Diversidad Funcional (a partir de ahora, PDF). Estas son diferentes desde el punto de vista biofísico en un entorno social que les obliga a realizar las mismas tareas o funciones de forma diversa (hablar, caminar, trabajar...). Es decir, no son personas con imperfección biológica que se deban arreglar, sino que son personas que funciona de manera diferente o diversa a la mayoría de la sociedad (Romañach y Lobato, 2005).

Por otro lado, desde el punto de vista legislativo, la diversidad funcional se recoge en la Convención sobre Derechos de las Personas con discapacidad de la ONU (2006). A nivel nacional, en los países desarrollados, las prestaciones y ayudas definen en los requisitos el término legal de la diversidad funcional, considerando cada país la situación. En el caso de España, se reconocen hasta tres tipos de certificados en la legislación específica: "Grado de discapacidad", "Incapacidad Permanente" y "Situación de Dependencia"(INE, 2013). A pesar de las diferencias que hay entre los certificados, prácticamente, todas las personas con diversidad funcional requieren unos mínimos en sus desplazamientos por la ciudad, sobre todo en las aceras y los pasos de peatones.

Además, la Ley de Igualdad, No Discriminación y Accesibilidad Universal, LIONDAU (Ley 51/2003) establece el términos de accesibilidad universal como “la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible”.

No hay que olvidar que la diversidad funcional está ligada al ser humano, ya sea transitorio o circunstancial, en cualquier momento de la vida, siendo muy significativa en el envejecimiento de la población, como se puede ver en la ilustración 1. En España, según el Instituto Nacional de Estadística (2008), el 8,55% de la población se considerada PDF, un total de 3,85 millones de personas. La mayor parte se concentran a partir de los 65 años y con especial incisión en las mujeres (59,8%) a partir de los 44 años. La limitación de movilidad es las más acentuada, el 67,2%. Hay que hacer especial hincapié en la diferencia entre hombres y mujeres: el 42,6% masculino frente al 77,5% femenino con limitaciones de movilidad. Si se compara la distribución en el espacio , ilustración 2, nos encontramos con un aumento significativo en la parte este del país. Otro dato de interés que arroja la “Encuesta de discapacidad” (INE, 2009) es la dificultad en los desplazamientos por la calle, ilustración 3, ya que la mayoría tienen problemas con los bordillos, los obstáculos en las aceras y los pasos de peatones, destacando todos ellos a partir de los 65 años.

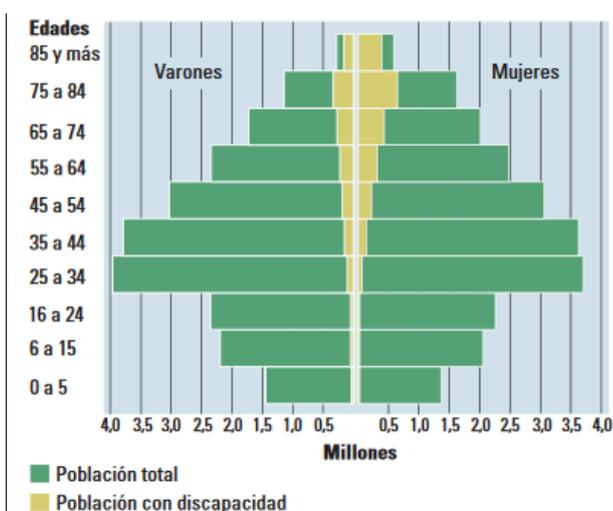


Ilustración 1: Pirámide de población con discapacidad (2008). Fuente: INE (Encuesta de discapacidad, 2009).

(Personas de 6 y más años con discapacidad por mil habitantes)

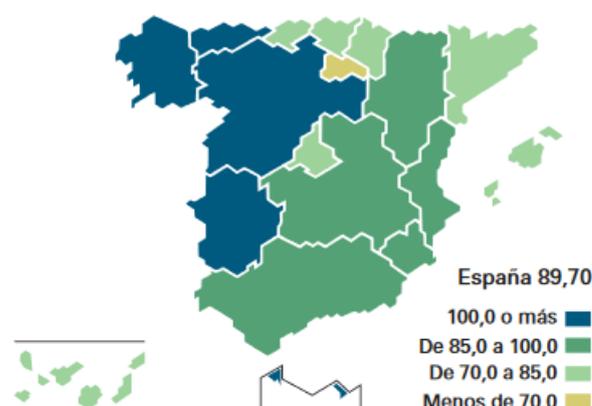


Ilustración 2: Tasa de discapacidad por CCAA (2008) Fuente: INE (Encuesta de discapacidad, 2009).

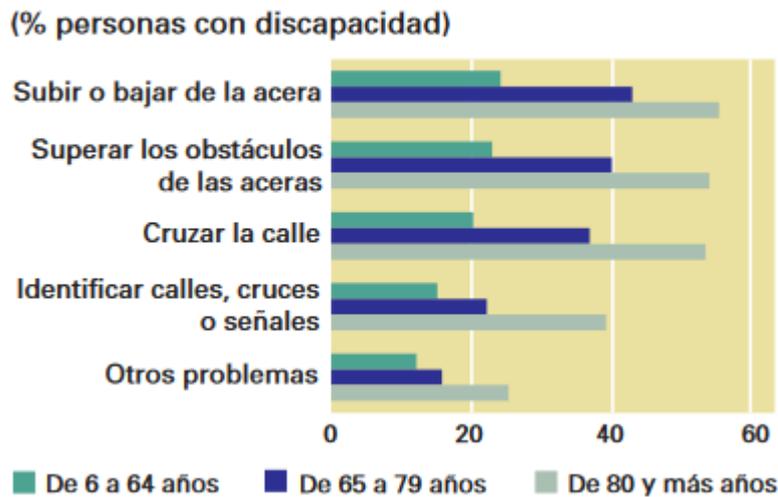


Ilustración 3: Porcentaje de personas con diversidad funcional con dificultades en los desplazamientos por la calle, 2008. Fuente: INE (Encuesta de discapacidad, 2009)

Atendiendo a la problemática de la movilidad de las personas mayores, si se observa el cambio en la pirámide de población española (INE, 2016), ilustración 4, se atisba el aumento del envejecimiento. La población mayor a 65 años supondrá más del 30% en el 2050, con 4 millones de octogenarios. Así, la planificación de la red de movilidad peatonal urbana, con especial interés para las PDF, es un reto a superar.

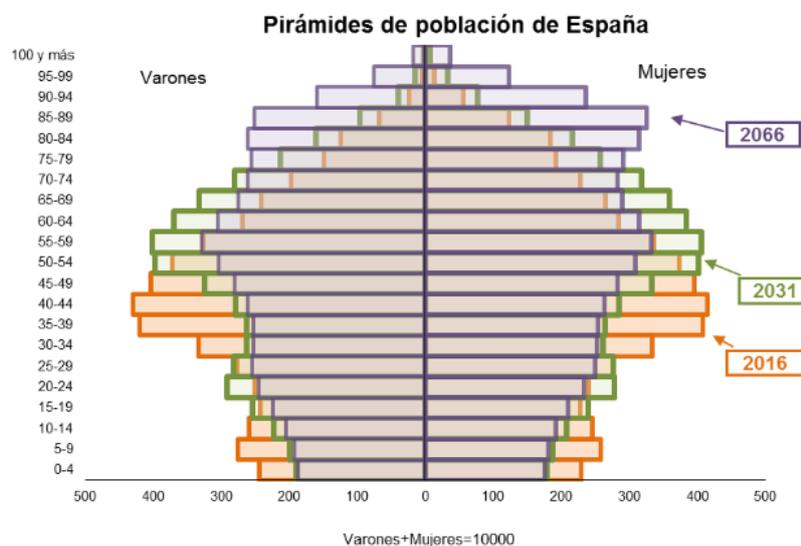


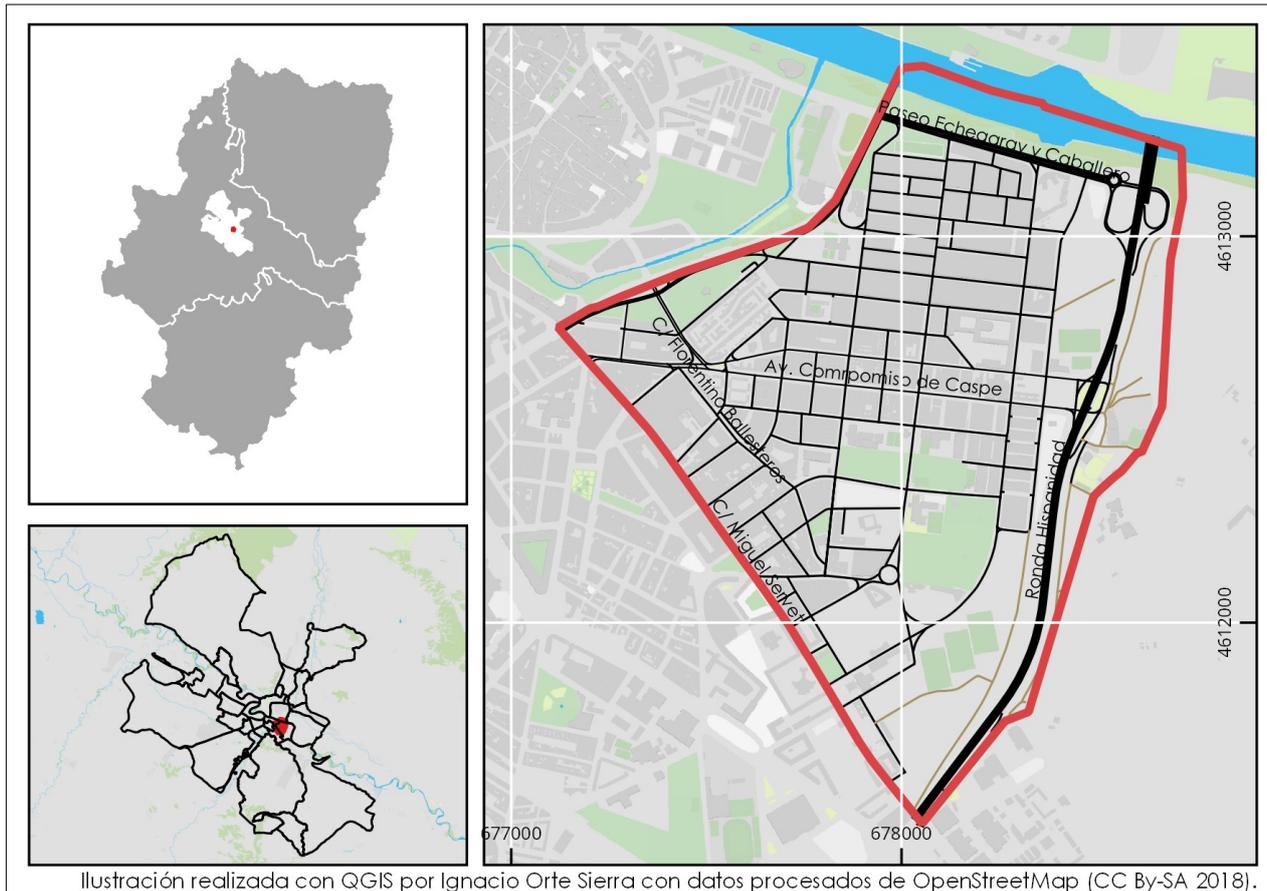
Ilustración 4: Proyección de la pirámides de población de España. Fuente: INE, 2016.

La accesibilidad de las calles crea situaciones complejas para las PDF, a pesar de la cotidianidad de los desplazamientos urbanos de todas las personas y el derecho a ello. Por ello, en el presente trabajo se recoge el término de accesibilidad establecido por la Comisión de Europa en la “Estrategia europea de discapacidad 2010-2020” (2009) como “la condición que deben cumplir los entornos, productos, servicios para que sean comprensibles, utilizables y practicables para todas las personas”. Esta tiene en cuenta la “Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad” de las Naciones Unidas (2007), basada en la percepción de la discapacidad como la interacción entre las personas con limitaciones funcionales y los obstáculos que se le imponen, a nivel físico y social. Además, no hay que olvidar el fundamento de la Unión Europea para la participación ciudadana en la mejora y el desarrollo del territorio (Ruíz et al., 2018). Por todo ello, la diversidad funcional está ligada a la accesibilidad.

### **i. Área de estudio**

En el presente trabajo, se establece la zona de estudio en el distrito municipal de Las Fuentes, Zaragoza (España). Dicha área se localiza en el este de la ciudad, en la margen sur del río Ebro, como se ve en la ilustración 5.

Atendiendo al urbanismo de la zona de estudio, Las Fuentes se consolida entorno a la mitad del siglo XX en un contexto de crecimiento demográfico espectacular de la ciudad, dando lugar a un barrio obrero con una escasa planificación y desprovisto de servicios públicos en los primeros años, frutos de la especulación urbanística (Macos Guinea, 2012). Actualmente, es un barrio consolidado, aunque con espacios verdes limitados, en el cual se puede distinguir varias zonas: el norte de la calle Florentino Ballesteros – avenida Compromiso de Caspe, de los años 50; y área del Antiguo Matadero y la antigua Estación de Ferrocarril de Utrillas, de finales del siglo XIX. La primera presenta un trazado en damero, con calles anchas y con aceras que permiten el paso de dos sillas de ruedas a la vez en la mayoría de los casos. Sin embargo, la segunda tiende hacia la irregularidad, con calles estrechas en las que prima el transporte rodado sobre las aceras, dificultando la accesibilidad en la red de movilidad peatonal urbana.



*Ilustración 5: Mapa de localización de la zona de estudio. Elaboración propia.*

Desde el punto de vista demográfico del área de estudio, la pirámide de población de Las Fuentes, en la figura 7, destaca de la española a partir de los 60 años, mostrando un barrio envejecido en el contexto nacional, como también se observa ante el contexto local con la pirámide de población de Zaragoza, ilustración 6. También, resalta el porcentaje de población por encima de los 65 años (23,54 %), es decir, la población envejecida, como se puede ver en la ilustración 8, con una edad media de 46,7 años en el área de estudio. Las Fuentes, como muestran los datos, es un barrio con una población en avanzada edad y no difiere en la tendencia al envejecimiento de la población de Zaragoza ya que en los últimos 15 años la población mayor a los 65 años no ha dejado de aumentar, como se ve en la ilustración 9. Además, el índice de remplazo no es elevado: 56,4 % (personas menores a 15 años o con una edad superior a los 64 años en relación con el resto de la población). Por ello, la situación de la accesibilidad en la red peatonal urbana va a necesitar mayor atención en la ciudad, y en especial en la zona de estudio, visto el contexto demográfico y del urbanismo.

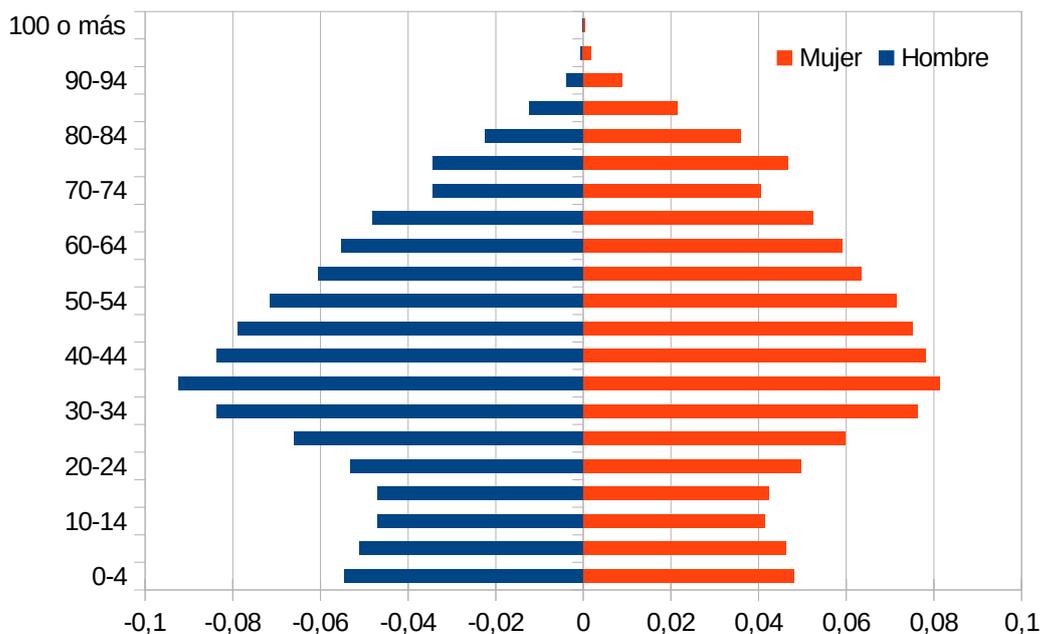


Ilustración 6: Pirámide de población de Zaragoza, 2011. Fuente: INEBase (Censo 2011).

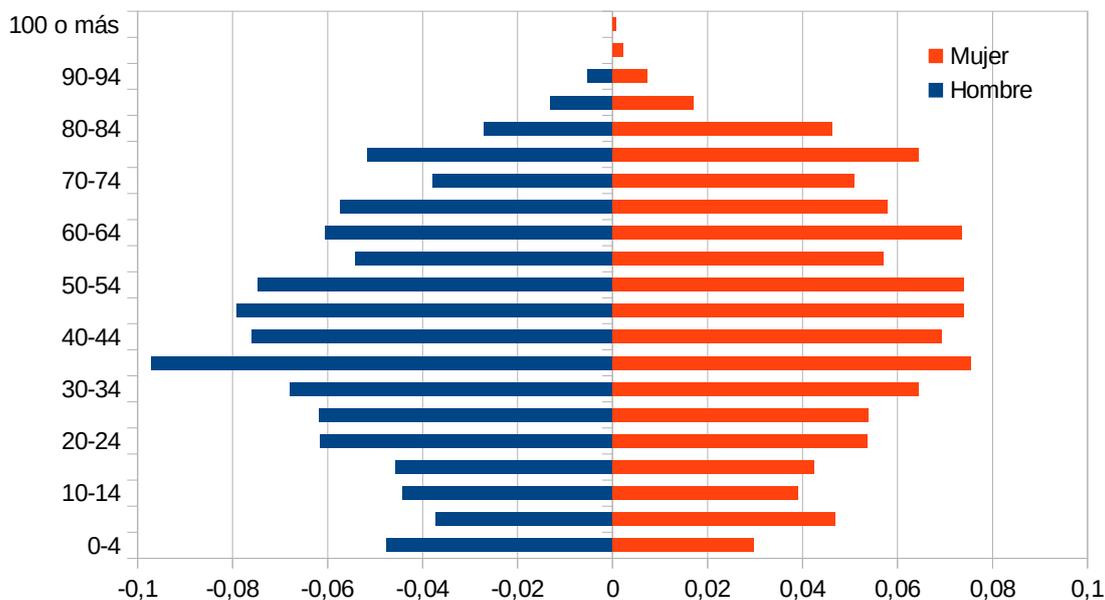


Ilustración 7: Pirámide de población de Las Fuentes (Zaragoza), 2011. Fuente: INEBase, 2011).

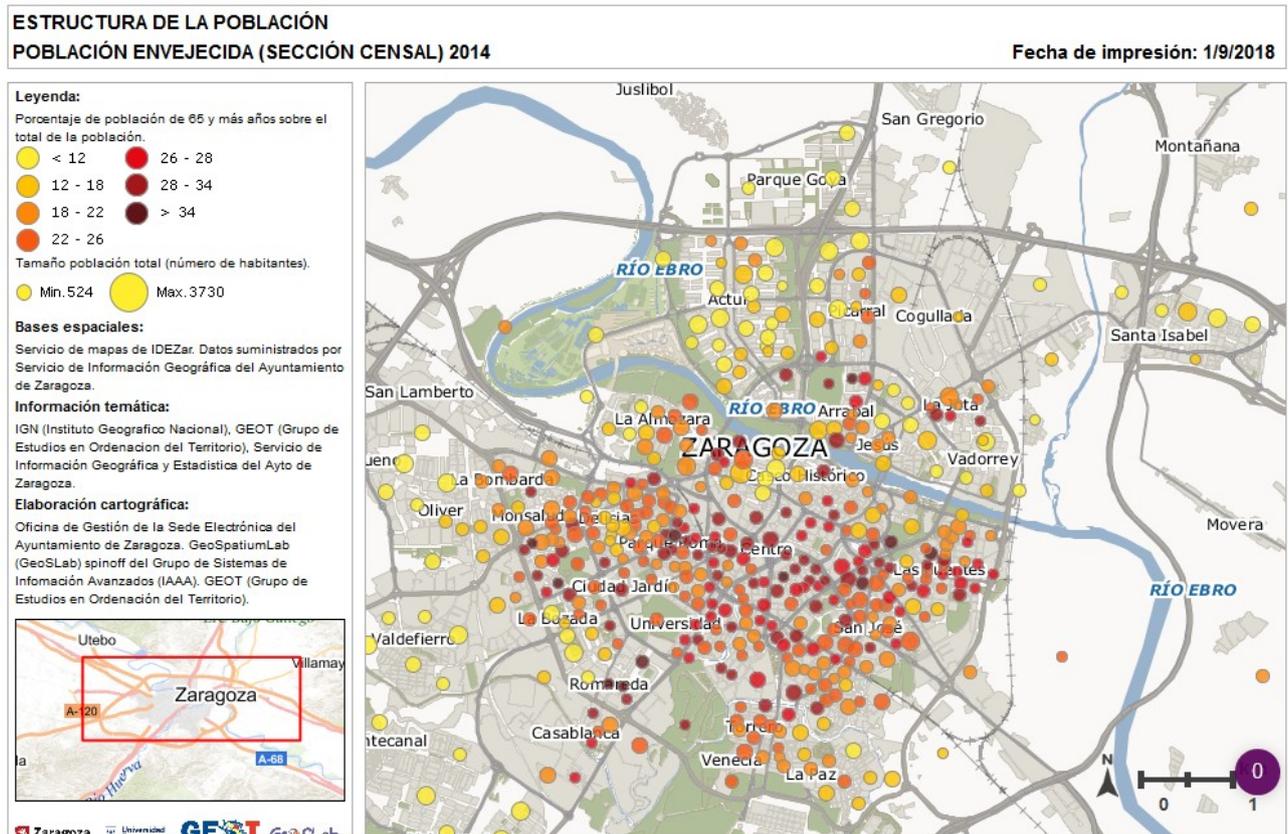


Ilustración 8: Mapa de Estructura de la población: Población envejecida por sección censal, Zaragoza (2014). Fuente: Ayuntamiento de Zaragoza – GEOT (Visor demográfico)

% de población por grupos de edad, Zaragoza (2003 - 2017)

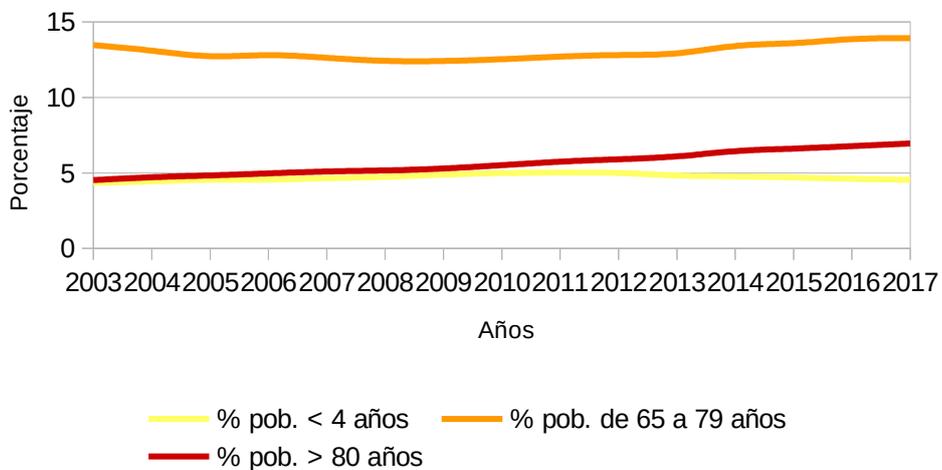


Ilustración 9: Porcentaje de población por grupos de edad específicos, Zaragoza (2003 – 2017). Fuente: Ayto de Zaragoza (Datos abiertos).

## ii. La web 2.0 y el nacimiento de la Información Voluntaria Geográfica.

El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación en las últimas décadas ha propiciado un nuevo paradigma con el acceso generalizado de la población a nuevos dispositivos y contenidos. Así, los dispositivos de posicionamiento global por satélite se han popularizado y se ha democratizado la *Web 2.0* en base a la creación de contenidos (Sevilla-Callejo et al., 2015). Además, se ha extendido el uso de internet para crear, ensamblar y difundir información geográfica proporcionada voluntariamente por individuos aislados (Coleman et al, 2009).

Este aporte está impactando de forma innovadora en la relación entre la Geografía y el público dada la calidad formal de los datos generados. Un ejemplo lo encontramos en *Wikimapia*, basado en la *Wikipedia*, dónde cualquier persona con conexión a Internet puede ser una fuente de información geográfica, ligado a un proceso exhaustivo de control de los datos. También existen varios proyectos ligados a la fotografía georreferenciada. El caso de *Google* también requiere especial atención, ya que con *Google Earth* y el desarrollo de *Google Maps* se produjo una "democratización de los SIG", dado el fácil acceso y manejo por parte del público en general con la superposición de diferentes capas de información geográfica (Goodchild, 2007).

La filosofía de la edición colaborativa de la *Wikipedia* sirvió al ingeniero Steve Coast para concebir el proyecto *OpenStreetMap* (OSM, por sus siglas en inglés) en 2004, recogiendo el impulso de la comunidad de voluntarios para crear y difundir información geográfica. Hay que destacar que esta base de datos global está implementada sobre herramientas de software libre y código abierto que permiten a cualquier persona desarrollar y mejorar la base espacial que constituye el núcleo del proyecto (OSM, 2014; Bennet, 2010). "Es un mapa editable y libre del mundo entero que está siendo en gran medida elaborado desde cero por voluntarios y publicado con una licencia de contenido abierto, con licencia Open Data Commons Open Database License (ODbL) de la Fundación OpenStreetMap (OSMF)" (OSM, 2018)

El uso de OSM está probado. En el caso de los eventos naturales catastróficos, donde la información geográfica voluntaria (a partir de ahora, IGV) puede ser el principio de la resiliencia y de una rápida respuesta a las necesidades de la situación. En estos casos, el buen uso de *OpenStreetMap* se asienta en una comunidad organizada y sensible. En

este ámbito, surge la cooperación entre los residentes en los lugares de los acontecimientos y los usuarios de OSM (Goodchild, 2007). En los proyectos de Cooperación al Desarrollo también se aprecia la necesidad de una base de datos abierta, ya sea por la capacidad de rápida creación, como por poder encauzar los tipos de datos necesitados (Prieto Cerdan et al, 2014).

Pero *OpenStreetMap* puede ser la base de cualquier proyecto, no solo a gran escala y ante catástrofes, sino también como en la mejora de la accesibilidad y vialidad de las redes de movilidad peatonales urbanas, tanto para los peatones que se desplazan caminando, como las personas que lo hacen en silla de ruedas o las invidentes, es decir, las PDF.

En el contexto de la Información Geográfica Voluntaria, la base de datos *OpenStreetMap* puede ser una solución a los retos demográficos entorno a la diversidad funcional y la accesibilidad. En Zaragoza se encuentra el grupo residente de investigación y acción de Zaragoza Activa (una institución innovadora y contenedora de proyectos de acción ciudadana dependiente del Ayuntamiento de Zaragoza): Mapeado Colaborativo, inmerso en el proyecto *Zaragoza Accesible* (#zaccessibilidad) con el objetivo de "realizar un mapa de toda Zaragoza que facilite la movilidad de las personas con diversidad funcional" con herramientas *de código abierto* (Mapeado Colaborativo, 2018). El proyecto se integra en los grupos de *crowdsourcing led*, es decir, aplicaciones de accesibilidad urbana ligadas a la colaboración ciudadana y los sistemas de código abierto controladas desde un grupo de trabajo, implicado, con formación previa (Ruiz et al, 2018; Apps for the Smart Cities, 2012).

## b) Justificación

La confluencia de la necesidad de aumentar el conocimiento de la ciudad, en concreto para con la vialidad de las PDF y el derecho a la accesibilidad, y el aprovechamiento del nuevo paradigma tecnológico y epistemológico, crea un contexto en el que surge el desarrollo de un protocolo para la Información Geográfica Voluntaria en el ámbito de la accesibilidad. Desde una ciencia social como la Geografía, tenemos la oportunidad de crear herramientas para la mejora de la sociedad, involucrando y encauzando a la comunidad. Asimismo, el presente trabajo se incardina en el proyecto del grupo de

investigación-acción “Mapeado Colaborativo”, siguiendo sus objetivos en el entorno universitario. Además, fuera del ámbito académico, las actividades desarrolladas y/o promocionadas en el Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza, como las jornadas de cooperación o los “mapatones” y charlas en la Semana de la Geografía, me han servido para centrarme en este tema de trabajo. Por ello, implementar una base de datos abierta con información de accesibilidad para las PDF y realizar un análisis de red es respuesta al contexto demográfico y del urbanismo de la zona de estudio.

## 2 Objetivos e hipótesis

El objetivo principal del trabajo es evaluar la accesibilidad en Las Fuentes, a través de un análisis de red basado en datos de accesibilidad, con Información Geográfica Voluntaria para Personas con Diversidad Funcional. Así, se abordan las necesidades especiales en la movilidad urbana, poniendo en valor las nuevas herramientas.

### a) Hipótesis

Para ello se establecen tres hipótesis:

0. El barrio de Las Fuentes no está acondicionado para las personas con movilidad reducida.

1. La accesibilidad para las sillas de ruedas e invidentes (PDF) es peor que para los peatones a pie sin impedimentos en la zona de estudio.

2. Existe una base de datos para mejorar la movilidad urbana de las PDF acorde a las nuevas tecnologías.

### 3 Metodología

El trabajo, enmarcado en el desarrollo del Trabajo Final de Grado, se ha realizado en dos partes, un primer análisis del Barrio de Las Fuentes, pasando por el trabajo sobre el terreno con la *Mapping Party* y la validación de los datos recogidos; y posteriormente, el análisis de la red de movilidad peatonal urbana. Así, se han seguido las normas de la Universidad de Zaragoza (Consejo de la Universidad de Zaragoza, 2014), de la Facultad de Filosofía y Letras (Junta de la Facultad de Filosofía y Letras, 2015) y del Departamento de Geografía en su evolución, tanto para la estructura del texto como para la investigación.

El proceso metodológico seguido consiste en establecer la red de movilidad peatonal urbana, realizar el análisis y la cartografía temática.

En el presente trabajo se han utilizado las siguientes herramientas:

| Herramientas                      |   | Uso   |
|-----------------------------------|---|---|
| Programas informáticos            | JOSM                                    | Gestión de la base de datos                               |
|                                   | LibreOffice: <i>Write</i> y <i>Calc</i> | Producción escrita y estadística                          |
|                                   | QGIS + GRASS                            | Análisis SIG y producción cartográfica                    |
|                                   | Zotero                                  | Gestión bibliográfica                                     |
| Motores de búsqueda bibliográfica | Catálogo Roble                          | Búsqueda de bibliografía                                  |
|                                   | Dialnet                                 |   |
|                                   | <i>Google Scholar</i>                   |   |
| Portales web                      | <i>Google Drive</i>                     | Gestión de archivos                                       |
|                                   | <i>GeoFabrik</i>                        | Comparación de bases de datos espaciales <i>on-line</i> . |
|                                   | <i>Field paper</i>                      | Gestión del atlas para la <i>Mapping Party</i>            |
|                                   | <i>Mapillary</i>                        | Servicio de <i>Street View</i>                            |
|                                   | <i>OpenStreetMap</i>                    | Infraestructura de datos espaciales (IDE)                 |
|                                   | <i>Wiki de OpenStreetMap</i>            | Interacción con la comunidad OSM                          |

Tabla 1: Herramientas utilizadas

## a) Edición y gestión de la red de movilidad peatonal urbana

La toma de datos se ha realizado en una jornada de información geográfica colaborativa en la zona de estudio, centrándose en las aceras y los pasos de peatones, para subir los datos a OSM. Visto el contexto demográfico y urbano, se establece como punto de partida de recolección de datos el Centro Cívico Salvador Allende, localizado en la calle Florentino Ballesteros, 8, dado el punto intermedio en la tipología del trazado urbano y la importancia del centro en el distrito municipal. La jornada de toma de datos, conocida como *mapping party*, es "un encuentro de personas interesadas por el proyecto *OpenStreetMap* que se reúnen para cartografiar de forma colectiva determinados lugares. En ellas se juntan tanto expertos como principiantes -cualquier persona que desee participar- con el único interés de difundir el espíritu de trabajo colaborativo cartografiando nuevos elementos que completan OSM" (WikiOSM: Mapping Parties, 2018)

*OpenStreetMap* ofrece una base de datos basada en un diseño simplista en la creación y edición de datos, esta se sustenta en la tipología "wiki", que permite múltiples ediciones con un historial claro, además de recoger las relaciones entre los elementos espaciales. Es un modelo de datos vectoriales donde los nodos, vías y relaciones son el componente espacial, y las etiquetas el componente temático (Olaya, 2018). Los elementos vectoriales son los puntos, las líneas y las relaciones. Los primeros, nodos, recogen la geolocalización; las líneas son un trazado de puntos, que al cerrarse forman un área; y las relaciones son el conjunto de los elementos anteriores y su forma de interaccionar, por ejemplo, la red de carriles bicis de una ciudad. Todos los elementos tienen atributos (componente temático), a través de las etiquetas. Estas se componen de clave y valor, separándose por el elemento "=", por ejemplo, un camino por el que principalmente pasa un peatón es "*highway=footway*" y la acera se etiqueta como "*footway=sidewalk*". Así, las etiquetas son prácticamente ilimitadas, aunque deben de pasar el filtro de la propia comunidad, a través de las discusiones en la "wiki" (Bennett, 2010).

Por lo general, las etiquetas utilizadas en el presente trabajo provienen del protocolo establecido por Mapeado Colaborativo, basado en las entradas de etiquetado de vías y accesibilidad de la "wiki" de la comunidad de OSM (WikiOSM, 2018: "Key:Highway" y

“Discapacidad”). Así, se usan las siguientes etiquetas para los pasos de peatones y para las aceras, respectivamente:

| Etiqueta              |                                      | Significado   |
|-----------------------|--------------------------------------|---|
| Clave                 | Valor                                |   |
| highway               | crossing (punto)<br>footway (línea)  | Paso de peatones (punto)<br>Caminos para peatones (línea)   |
| footway               | crossing                             | Paso de peatones (línea)  |
| crossing              | uncotrolled<br>traffic_signals       | Paso de cebra<br>Paso de peatones con semáforo  |
| traffic_signals       | blinker                              | Paso de peatones con semáforo solo en ámbar   |
| traffic_signals:sound | yes<br>no                            | Paso de peatones con semáforo con / sin señal acústica  |
| kerb                  | flush<br>lowered<br>raised           | Bordillo<br>Enrasado, con una altura nula<br>Rebajado, con una altura inferior o igual a 3 cm.<br>Elevado, con una altura mayor a 3 cm. |
| tactile_paving        | yes<br>incorrect<br>no<br>contrasted | Pavimiento táctil<br>Puesto de forma incorrecta<br>Inexistente<br>Al menos 70% de contraste de color                                    |
| wheelchair            | yes<br>no<br>limited                 | Accesible con silla de ruedas<br>Inaccesible con silla de ruedas<br>Accesible con sillas de ruedas con ayuda                            |

*Tabla 2: Etiquetas en OpenStreetMap de los pasos de peatones. Elaboración propia*

| Etiqueta  |  | Significado  |
|---|--|--|
| Clave   | Valor  |  |
| highway   | footway<br>steps                                 | Caminos para peatones<br>Escaleras   |
| footway   | sidewalk<br>crossing<br>pedestrian               | Acera<br>Paso de peatones<br>Calle peatonal  |
| smoothness  | excellent<br>good<br><br>intermediate<br><br>bad | Regularidad del firme<br>Excelente (se puede ir con patines)<br>Buena (se puede ir en bici de carretera)<br>Regular (se puede ir con silla de ruedas)<br>Mala (para ir en bici de montaña) |
| step_count  | n ((nº escalones)                                | Número de escalones  |
| surface   | sett<br>cobblestone<br>paving_stones<br>asphalt  | Superficie<br>Adoquines planos y regulares<br>Adoquines redondeados<br>Baldosas<br>Asfalto   |
| widht   | n (medida en metros)                             | Anchura, en metros   |
| sidewalk:right:surface ó<br>sidewalk:left:surface           |  | Tipo de pavimento de la acera derecha o izquierda  |
| sidewalk:right:smoothness<br>ó<br>sidewalk:left::smoothness |  | Regularidad del firmen de la acera derecha o izquierda   |
| sidewalk:right:width ó<br>sidewalk:left::width              |  | Anchura de la acera derecha o izquierda  |

Tabla 3: Etiquetas en OpenStreetMap de las aceras. Elaboración propia.

Mientras que en la aceras se recoge información sobre la tipología de la vía , *footway*, de las baldosa, *surface*, la regularidad del firme, *smoothness*, la anchura, *widht*, y el número de escaleras, *steps*; para los pasos de peatones la información reunida se centra en la tipología del propio paso, *crosssing*, del bordillo, *kerb*, y del pavimento tácil, *paving\_tactile*, las señales acústicas en los semáforos, *traffic\_signal:sound*, y la accesibilidad en silla de ruedas, *wheelchair*.

#### i. Trabajo colaborativo sobre el terreno: Mapping Party

Para su preparación se revisa el estado de *OpenStreetMap* y se crea una base cartográfica de papel (atlas). Desde el *software* JOSM se revisa el estado de la base de

datos, ampliándola con fotointerpretación de las aceras y la localización de los pasos de peatones para facilitar el trabajo de campo. Además, se establece el *hashtag* #MappingPartyLasFuente, y se usan los establecidos por Mapeado Colaborativo entorno a la accesibilidad: #zaccessibilidad y #MappingParty, también los propios de las fuentes oficiales como #PNOA o #Catastro para indicar la procedencia de los datos.

La base cartográfica de papel se ha creado en *Field Paper*, una web que genera un atlas con las cuadrículas georreferenciadas e identificadas con un código QR para sistematizar, estandarizar y transferir los datos a OSM. Se imprime, se toman los datos sobre el papel y se escanea, quedando georreferenciada para la digitalización. Para este caso se ha creado la siguiente tarea, figura 10:

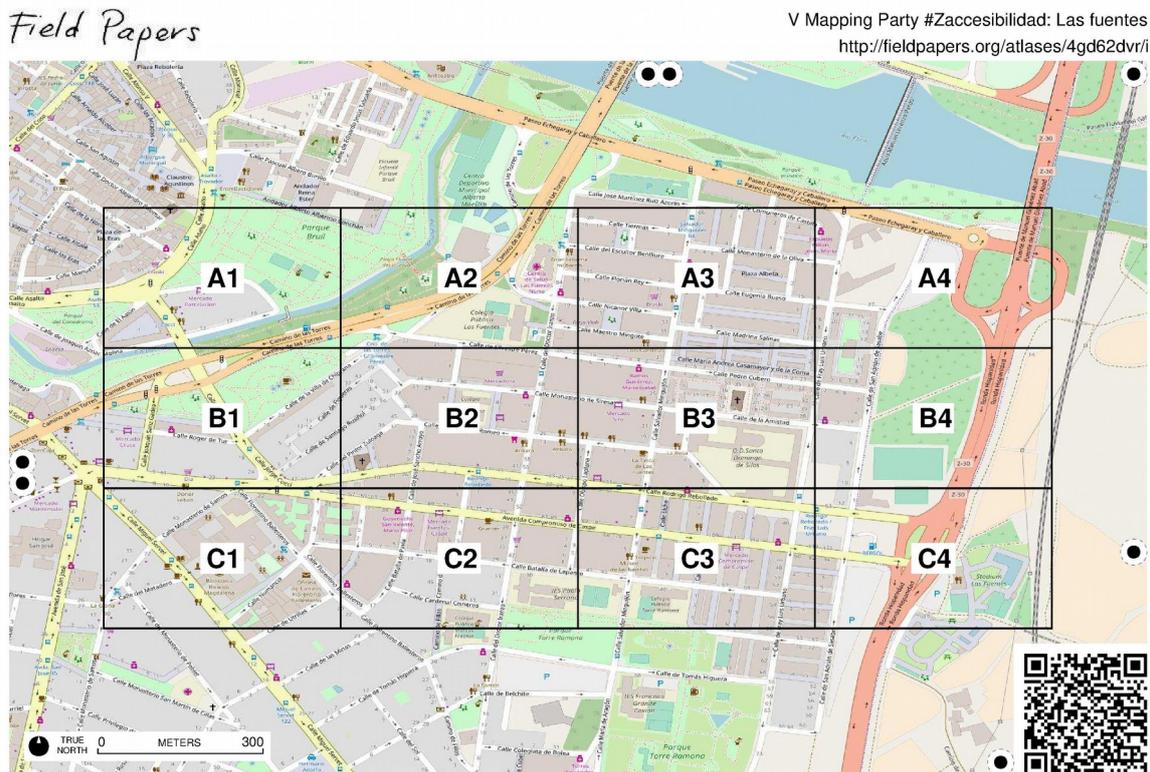


Ilustración 10: Atlas de la Mapping Party. Fuente: Carlos Cámara, 2018

El 23 de marzo se realiza la recogida de datos en la *Mapping Party* de Las Fuentes (ilustración 11). En el Centro Cívico Salvador Allende, desde las 9:30 a.m., se trabaja la cartografía colaborativa. Primero con una sesión de concienciación sobre accesibilidad

desde el colectivo Mundo Crip, impartida por Laura Moya, invidente. Seguidamente, la sesión de aprendizaje para la toma de datos, se explica el atlas y la tabla a rellenar. Se forman los grupos, integrados por personas diversas, en cuanto a conocimientos previos en la forma de anotar los datos, como a la capacidad de movilidad. Se distribuyen los grupos por el barrio según la cuadrícula y se rellenan las tablas, anotando un identificador en el atlas. Además, se realizan fotografías a las calles para subirlas a *Mapillary*, servicio *on-line* para ver imágenes de las calles basado en la colaboración abierta. Una vez registrada las cuadrículas, los grupos vuelven al punto inicial para compartir la valoración de la experiencia.



Ilustración 11: Cartel de la mapping party de Las Fuentes. Fuente: Mapeado Colaborativo.



Ilustración 12: Tweet de la Mapping Party. Fuente: Twitter.

## ii. Introducción de datos

La digitalización de los datos se realiza a través de dos herramientas: un editor sencillo (iD), incluido en la propia web de OSM, y el programa JOSM, más avanzado. En cuanto al editor web, iD, este permite crear y modificar puntos, líneas, polígonos y relaciones así como asignar etiquetas. JOSM es un software libre de escritorio programado en Java para la edición de datos en el proyecto de OpenStreetMap (WikiOSM: JOSM). Permite digitalizar y realizar modificaciones en OSM de forma más técnica, incorporando imágenes de fondo del PNOA, el Catastro o el propio Atlas, además de disponer de los complementos predefinidos para una rápida edición de elementos básicos. Por ello, se ha utilizado JOSM (ilustración 13).

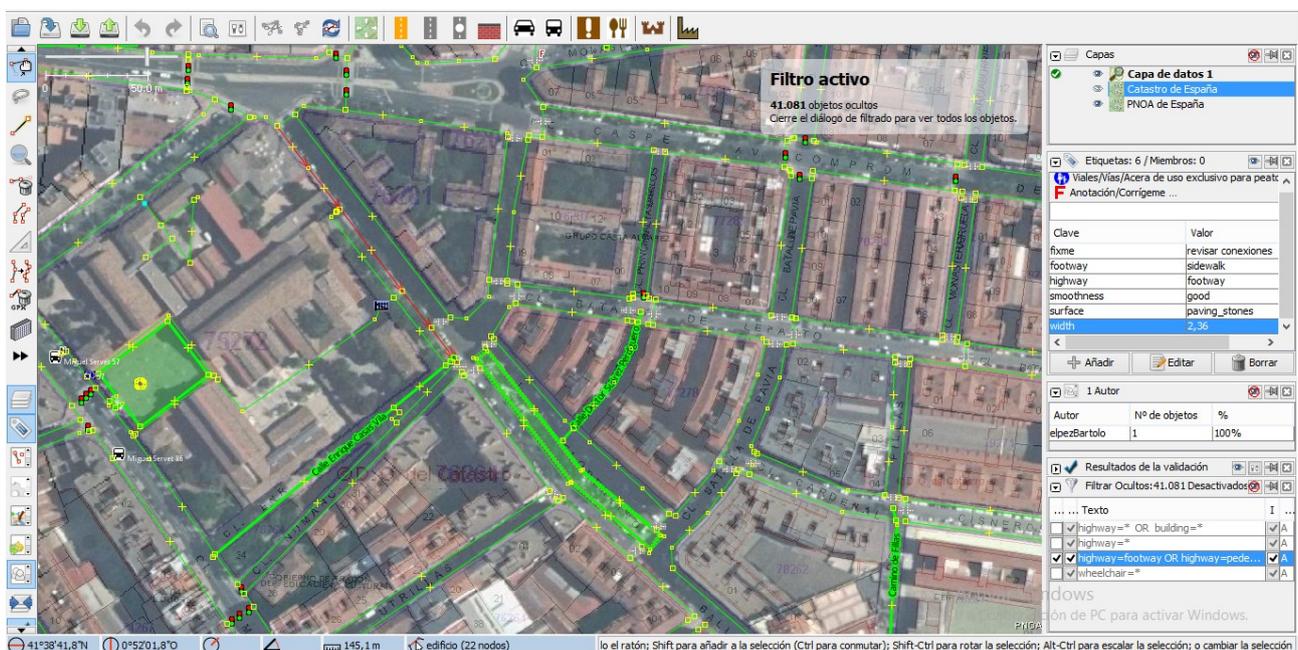


Ilustración 13: Edición con JOSM. Elaboración propia.

El jueves 13 de abril se realiza la sesión de subida de datos en el local de Las Armas para grupos residentes (C/ Las Armas, 7). Una parte importante de las sesiones es la aclaración del uso de etiquetas y la posibilidad de cambiarlas o establecer nuevas, para discutirlo con la comunidad de OSM. En la propia sesión se establecen el uso de las etiquetas para pavimento táctil mal puesto, dado que en la *mapping party* un punto en común de los grupos es la gran cantidad de baldosas especiales de peligro que marcan la dirección.

### iii. Validación

La validación de los datos se sustenta en la comprobación de la autenticidad y la correcta introducción en la base de datos. El proceso de validación se ha dado a lo largo de todo el trabajo, desde un primer análisis tras la subida de datos hasta en el tratamiento SIG de los datos o al proceso de modelación para el análisis de red. Bien con las imágenes en *Mapillary* o con una segunda comprobación en el propio área de estudio para comprobar el correcto etiquetado de las aceras y los pasos de peatones.

### b) Análisis de red

El análisis de la red de movilidad peatonal urbana de la zona de estudio se realiza con los *softwares* QGIS y GRASS. Para ello, primero se obtiene la información de la base de datos de *OpenStreetMap* con la herramienta "*QuickOSM*". Esta se basa en una consulta usando el protocolo *Overpass API* que devuelve los polígonos, líneas y nodos de un área determinada. La consulta realizada es sobre la etiqueta (valor) "*highway*", como se muestra en la ilustración 14:

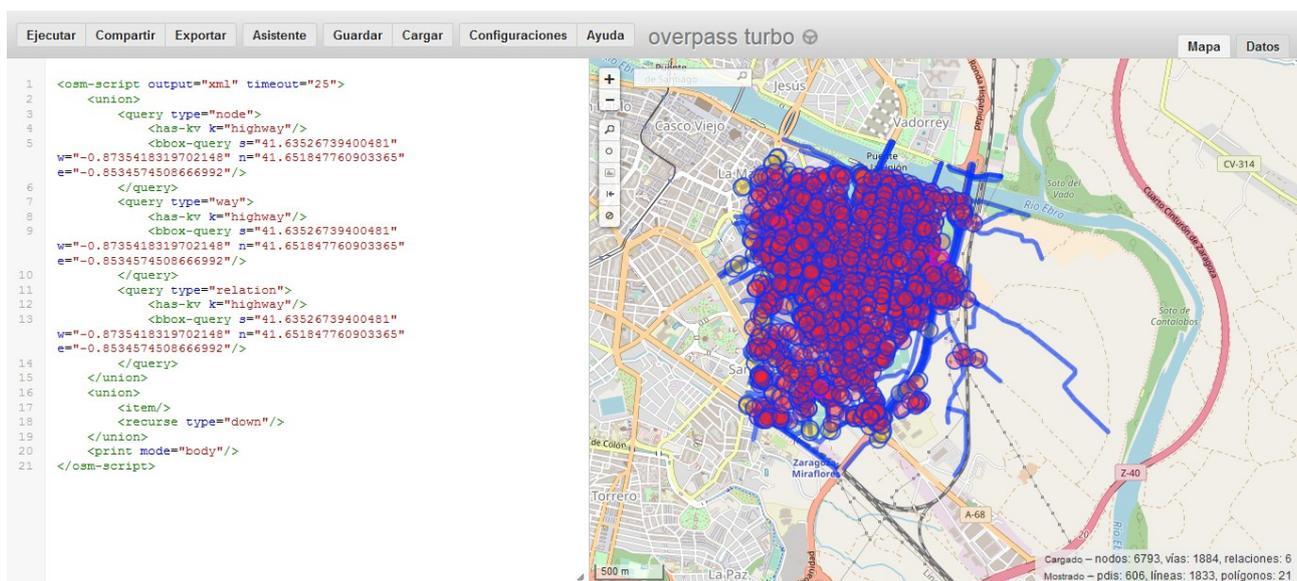


Ilustración 14: Consulta en Overpass-turbo. Fuente: <http://www.overpass-turbo.eu/s/BHp>

Seguidamente, se establece la capa (de polígonos) para la zona de estudio a partir de las secciones censales disponibles en los datos abiertos del Ayuntamiento de Zaragoza.

Todas las capas se guardan en formato *GeoPackage*<sup>1</sup>.

Luego, se extraen los campos de accesibilidad de la tabla de datos; se aplican las valoraciones y los cálculos para establecer el coste, como se ve en la tabla 4. La velocidad se calcula en base al coste y los tipos de peatones: a pie (5 km/h), en silla de ruedas (3 km/h) e invidentes (4 km/h). Para continuar con el análisis de red se rasterizan las capas y se aplican las funciones en GRASS para analizar el coste de desplazamiento, y en QGIS las del complemento *QNET 3* para el camino más corto y la distancia ajustada por el coste. Los puntos de partida se establecen al azar por la red de movilidad peatonal urbana, mientras que el punto de destino es el Centro Cívico Salvador Allende. Además, para poder comprar los resultados, se reclasifican los datos.

---

<sup>1</sup> Es un formato abierto, independiente de la plataforma y con los estándares de *Open Geospatial Consortium*. (Wikipedia: GeoPackage, consultado el 06/09/2018)

|                   | Etiquetas             |   | Coste            |                   |
|-------------------|-----------------------|---|------------------|-------------------|
|                   | Clave                 | Valor   | Silla de ruedas  | Invidentes        |
| Tipo de vía       | highway               | footway<br>pedestrian<br>steps                  | 1<br>1<br>10     | 1<br>1<br>3       |
|                   | footway               | sidewalk<br>crossing                            | 1<br>2           | 1<br>2            |
| Silla de ruedas   | wheelchair            | yes<br>limited<br>no                            | 1<br>3<br>10     |                   |
| Aceras            | smoothness            | excellent<br>good<br>intermediate<br>bad        | 1<br>2<br>4<br>5 | 1<br>2<br>4<br>5  |
|                   | surface               | asphalt<br>paving_stones<br>cobblestone<br>sett | 1<br>2<br>3<br>4 | 1<br>2<br>3<br>3  |
| Pasos de peatones | kerb                  | flush<br>lowered<br>raised                      | 1<br>2<br>10     | 1<br>2<br>5       |
|                   | tactile_paving        | yes<br>contrasted<br>incorrect<br>no            |                  | 1<br>1<br>3<br>10 |
|                   | traffic_signals:sound | yes<br>no                                       |                  | 1<br>10           |

Tabla 4: Valoración de la etiquetas de accesibilidad según el coste. Elaboración propia.

### c) Cartografía temática

Con los datos obtenidos, se han realizado cartografías para ilustrar los resultados y categorizaciones. Se ha utilizado el sistema de referencia es la proyección UTM, huso 30, hemisferia norte, Datum ETRS 89, o lo que es lo mismo en el sistema EPSG (European Petroleum Survey Group) el código 25830.

La visualización de los datos no se establece como punto fundamental del trabajo que se ha desarrollado, por ello se han generado ilustraciones a modo de mapas.

## 4 Resultados y discusión

En esta parte del trabajo se presentan los resultados y su discusión.

Para ver las características de la vialidad se han realizado 4 tipos de mapas: Red de movilidad peatonal urbana de Las Fuentes; accesibilidad para sillas de ruedas; accesibilidad para invidentes: baldosas podotáctiles; y accesibilidad para invidentes: Señales acústicas en los semáforos.

Mientras que para el análisis de red se han realizado 6 mapas: Dos de ruta más corta, cada uno con un caso; fricción en la red peatonal por tipo de peatones; distancia – coste; fricción desde el Centro Cívico Salvador Allende; y diferencia de coste con peatones.

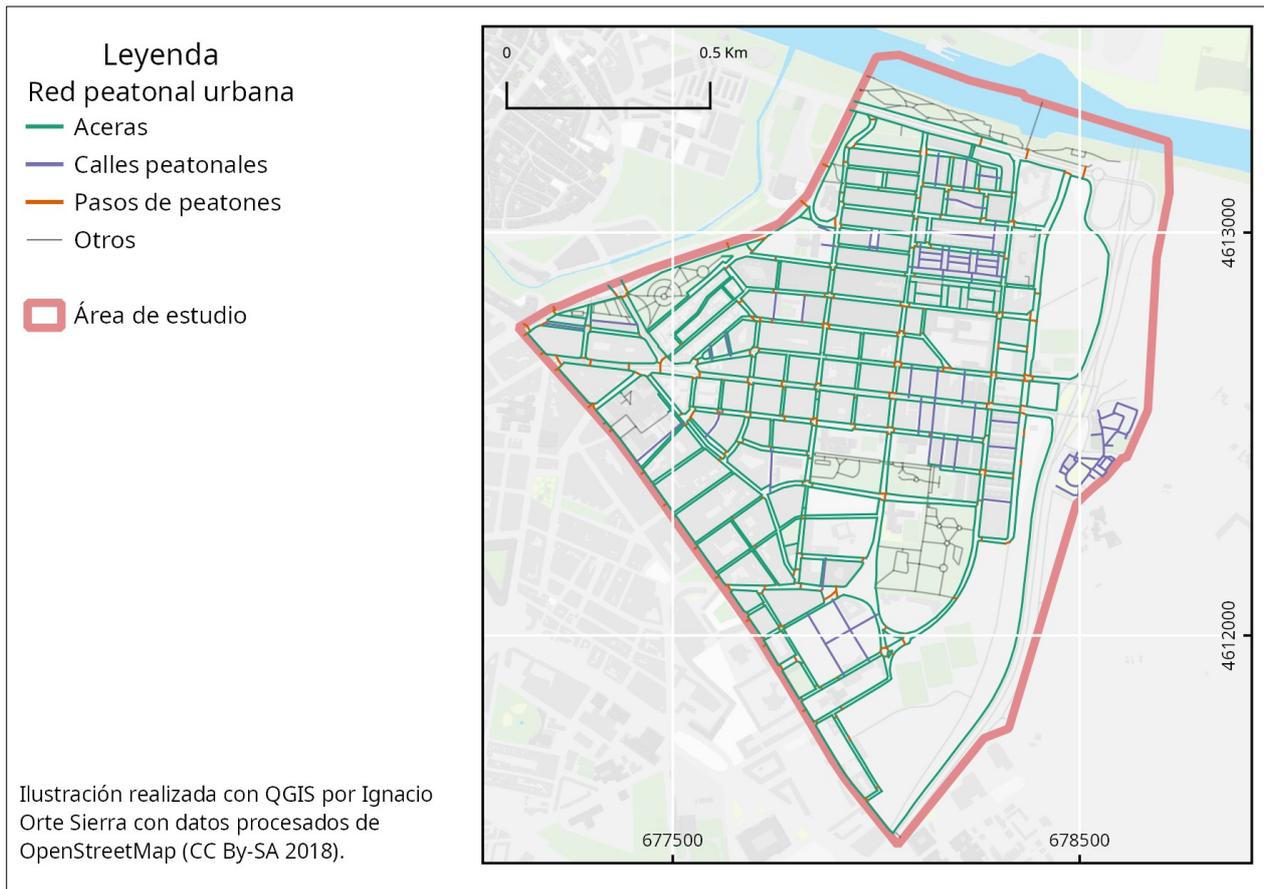
### a) Características de la vialidad

La red de movilidad peatonal urbana se compone de las aceras, calles peatonales, pasos de peatones y las escaleras en la calle. Estos son las vías por las que circulan peatones, ya sea andando (a pie o con algún tipo de ayuda para los invidentes) o, como tal, en sillas de ruedas. Por ello, se analiza la propia red, además de la accesibilidad para las sillas de ruedas y los invidentes, por separado dado que tienen necesidades diferentes en su movilidad.

La red de movilidad peatonal urbana en Las Fuentes se resume en la tabla 5 y se representa en la ilustración 15. Cuenta con prácticamente 55 km, de los cuales se han recogido 6 km de datos de accesibilidad, el 11%. Es decir, en una jornada de recogida de datos voluntaria se ha llegado a una décima parte del distrito municipal de Las Fuentes. La información representada y analizada se centra en la zona con los datos recogidos.

| Elementos de la red | Cantidad (en número) | Longitud (en Km) |
|---------------------|----------------------|------------------|
| Aceras              | 454                  | 42,28            |
| Calles peatonales   | 76                   | 5,2              |
| Pasos peatonales    | 301                  | 7,4              |
| Escaleras           | 5                    | 0,024            |

Tabla 5: Red de movilidad peatonal urbana del área de estudio, 2018. Elaboración propia.



*Ilustración 15: Mapa de la red de movilidad peatonal urbana de Las Fuentes, Zaragoza (2018). Elaboración propia.*

Para ver el verdadero alcance del trabajo realizado, y de la toma de datos colaborativa, se compara con otra base de datos espacial como *Google Maps*, como se puede ver en la ilustración 16 . En cuanto a los detalles de la red de movilidad peatonal urbana y la vialidad peatonal, *OpenStreetMap* cuenta con una cartografía dónde se separan las aceras de la calzada, ya que tienen un uso diferente: mientras que por las aceras se mueven las personas, por la calzada los vehículos en la mayoría de la tipologías de vías urbanas.

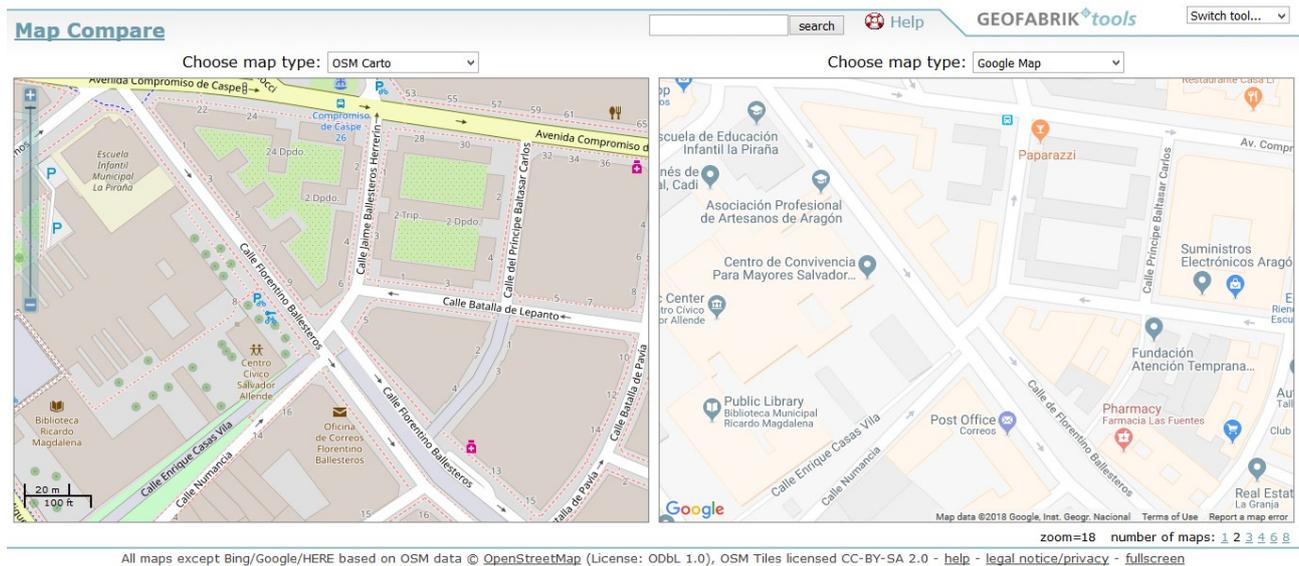


Ilustración 16: Comparación OpenStreetMap - Google Maps. Fuente: [www.tools-geofabrik.de](http://www.tools-geofabrik.de)

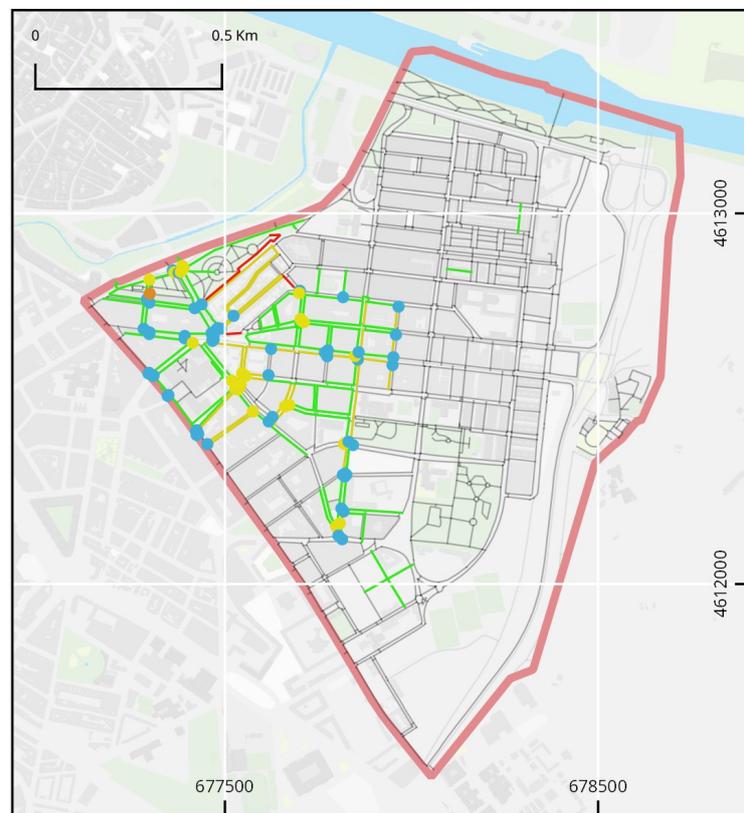
**i. Sillas de ruedas**

Para las silla de ruedas se ha realizado la ilustración 17: Mapa de accesibilidad para sillas de ruedas en Las Fuentes. Destacan dos aspectos: las aceras y los pasos de peatones.

En el caso de las aceras, estas tienen que tener una anchura superior a los 90 cm para que una silla de ruedas pueda pasar según la Ley de Igualdad, No Discriminación y Accesibilidad Universal, LIONDAU (Ley 51/2003). También establece una anchura de 1,8 metros, para que dos sillas de ruedas puedan pasar a la vez. Así, el 97,5% (114 aceras) de la zona de estudio, con datos de accesibilidad, es accesible para personas que se desplazan en silla de ruedas, ya que la acera tiene una anchura de más de 90 centímetros. A pesar del porcentaje de accesibilidad, hay que destacar que el 32,5% (38 aceras) con más de 90 cm de anchura no superan los 1,8 metros, con la imposibilidad de pasar dos sillas de ruedas a la vez (en dirección contraria, por ejemplo), siendo 76 (el 65%) las aceras accesibles para dos sillas de ruedas a la vez, de las 115 aceras analizadas.

En cuanto a los pasos de peatones, se representa la tipología del bordillo: enrasado, rebajado y elevado. La primera situación no afecta a la normalidad del desplazamiento de las sillas de ruedas, en la segunda, con un bordillo rebajado se altera la normalidad del desplazamiento de una silla de ruedas dada la altura, de hasta 3 cm, siendo una barrera arquitectónica a superar. Si el paso de peatones presenta un bordillo elevado, de más de 3 cm de altura, la persona que se desplaza en silla de ruedas no podrá, en la

mayoría de casos, sobrepasar el bordillo por sí misma. La situación mejora respecto a las aceras, con 79 pasos de peatones accesibles a las sillas de ruedas, 22 en las que necesitan ayuda, y 1 en el que no puede superarlo por sí mismas. Así, el 97,8% de los pasos de peatones analizados son accesibles, de ellos el 27,8 % con ayuda, mientras que el 1,25 % se consideran con inaccesibilidad.



*Ilustración 17: Mapa de la accesibilidad para sillas de ruedas en la red de movilidad peatonal urbana de Las Fuentes, Zaragoza (2018). Elaboración propia.*

Las aceras presentan unos resultados que muestran una accesibilidad a prácticamente toda la zona analizada. Aunque la existencia de aceras menores de 90 cm interrumpe la vialidad de las mismas, si una silla de ruedas se encuentra con una acera inaccesible debe de cambiar el itinerario. La misma situación que con un bordillo elevado, o incluso con uno enrasado dependiendo de las capacidades para superarlo de la persona en silla de ruedas. A pesar de tomar como situaciones de vialidad los bordillos rebajados, son obstáculos en la ruta, por lo que también se tienen que enrasar. A pesar de los datos de la cartografía, la red peatonal debe de tener todas las aceras con más de 1,8 metros y todos los bordillos enrasados, no se entiende la libertad de movimiento de todos los tipos de peatones de otra manera.

## ii. Invidentes

En atención de los datos para personas invidentes o con problemas en la visión, son los cruces de peatones los posibles obstáculos urbanos, dada la variabilidad en la tipología y ejecución. Por una parte, las baldosas tienen que ser podotáctiles, como marca la Ley de Igualdad, No Discriminación y Accesibilidad Universal, en el término accesibilidad universal. Las baldosas de botones y las de franjas marcan la vía para los invidentes. Las primeras para advertir de peligro y las segundas para marcar la dirección de dicho peligro. Es decir, un paso de peatones estará marcado por baldosas de dirección en mitad de la acera que conducirán al bordillo del paso de peatones, marcado por las baldosas de peligro. En la red de movilidad peatonal urbana de la zona de estudio se han analizado 88 pasos de peatones: el 65,9 % (58 pasos de peatones con baldosas podotáctiles) de pasos de peatones son accesibles, dado que tiene baldosas en relieve. En la toma de datos también se adquirió la calidad de estas baldosas, en función de su correcta colocación, dada la gran importancia. Una vez analizados los datos, destaca la gran cantidad de baldosas en relieve mal puestas: 25 % (22 pasos de peatones con baldosas podotáctiles). Se usan las baldosas de peligro para indicar dirección, una anomalía que afecta gravemente a la movilidad de las personas con problemas de visión. El 34,1 % (30 pasos) de los pasos de peatones de la red con datos de accesibilidad no tienen baldosas podotáctiles.

Las baldosas podotáctiles mal puestas se consideran accesibles por su mera colocación, es un avance a pesar de ser un gran obstáculo para las personas invidentes. El organismo valedor de la colocación de las baldosas podotáctiles debe hacer buen uso de este recurso indispensable para indicar los peligros y los pasos de peatones a las personas con falta de visión. Es un absurdo en la red peatonal que afecta gravemente a los peatones.

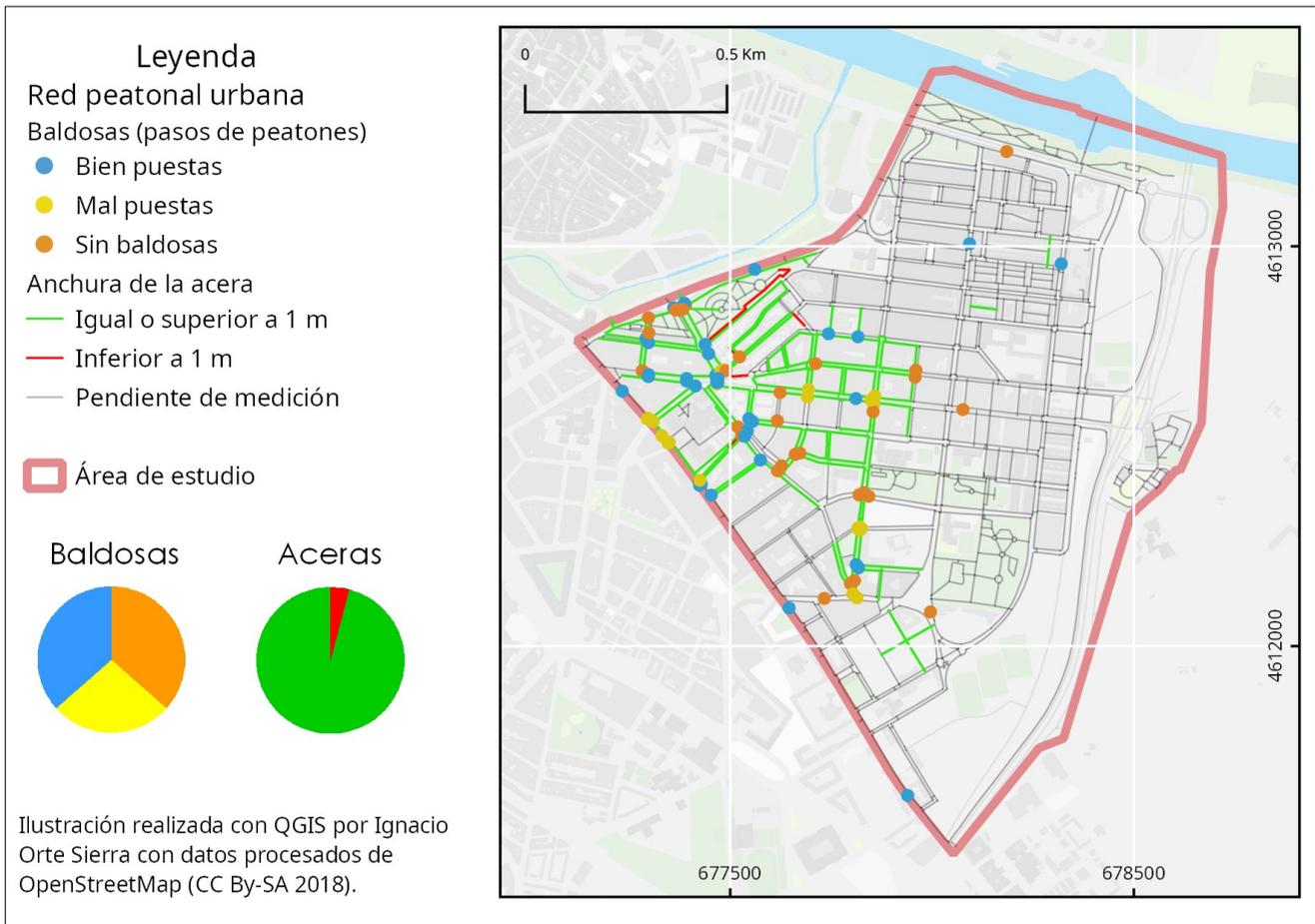
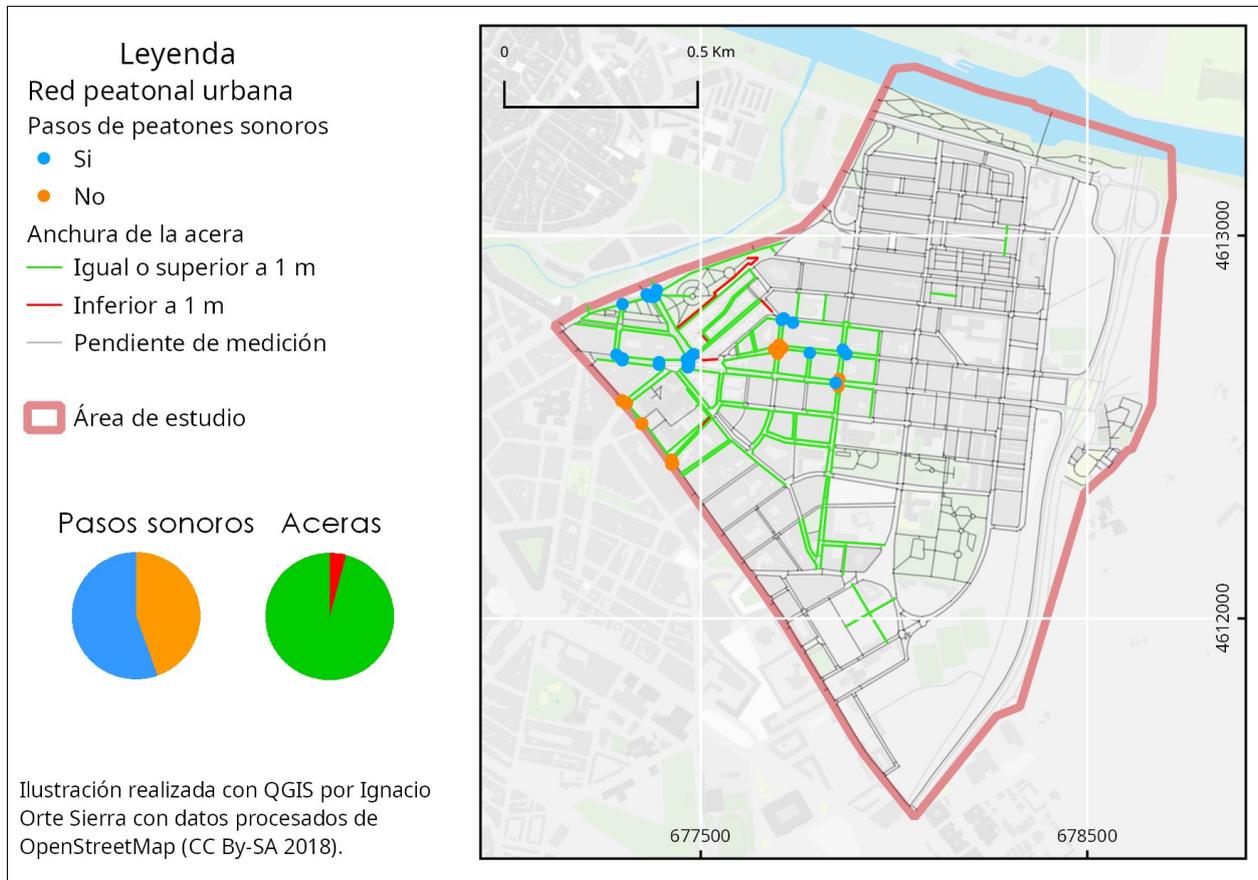


Ilustración 18: Mapa de la accesibilidad para invidentes: Baldosas. Elaboración propia.

Por otro lado, la inexistencia de las señales acústicas de los pasos de peatones es un obstáculo. Los pasos de peatones con semáforo están adaptados a este tipo de diversidad funcional a través del sonido. Por ello, se ha analizado en términos de la vialidad peatonal de las personas con visibilidad reducida los semáforos sonoros existentes en la red de movilidad peatonal urbana de Las Fuentes, en este caso, se han escrutado 67 pasos de peatones. El análisis arroja un total de 26 semáforos con señales acústicas, dispuestos a ser activados por un dispositivo personal especial, sobre los 41 semáforos totales de la zona con datos de accesibilidad. Así, el 63,5 % de pasos de peatones de la zona analizada con datos de vialidad permite un desplazamiento sin obstáculos de las personas invidentes, mientras que el 36,5 % no.

La anchura de la calle, como en el caso de las sillas de ruedas, también puede ser una barrera arquitectónica. Las personas invidente en los desplazamientos necesitan 1 metro

de anchura en las aceras, sino la dificultad para la vialidad es máxima, siendo prácticamente imposible hacerlo por sí mismos. En la zona de estudio, con datos sobre accesibilidad, nos encontramos con 139 aceras con una anchura superior a 1 metro y con solo 6 aceras con una anchura inferior. Así, el 95,9 % de las aceras son accesibles en esta faceta, frente al 4,1 %.



*Ilustración 19: Mapa de la accesibilidad para invidentes: Pasos de peatones sonoros. Elaboración propia.*

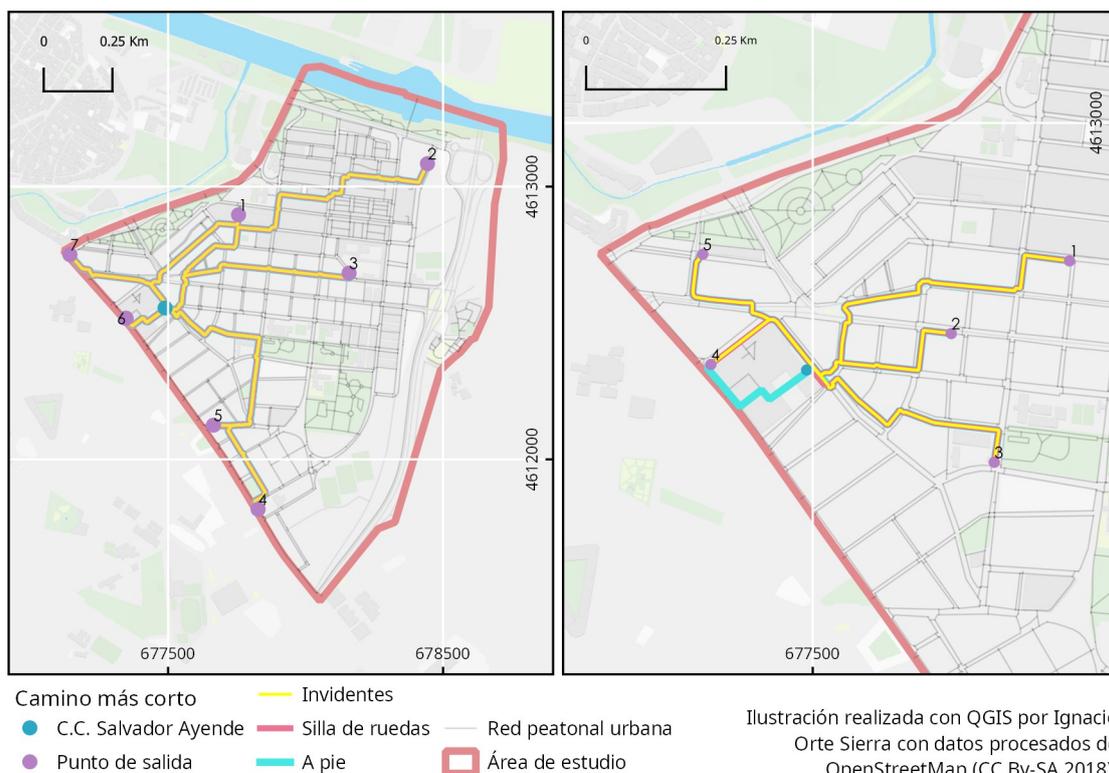
El reto de la accesibilidad para invidentes se encuentra en los pasos de peatones: la señalización en las baldosas y el aviso acústico son necesarios para poder cruzar la calle. La vialidad de estos tiene un grado de accesibilidad medio – bajo, teniendo en cuenta que sin ayuda las invidentes no pueden cruzar un paso de peatones. En cuanto a las aceras, la gran mayoría presentan una accesibilidad correcta.

## b) Análisis de movilidad

Los resultados de los análisis de movilidad muestran la configuración de la red de movilidad peatonal urbana en cuanto a accesibilidad se refiere.

### i. Ruta más corta

La ruta más corta se muestra en la ilustración 20, donde se observan las diferencias entre la movilidad de una persona andando, una en silla de ruedas y otra invidente para hacer la misma ruta. Se han realizado dos ejemplos. El primero caso, el de la izquierda, tomando los puntos de partida por toda la zona de estudio al azar, sin tener en cuenta los datos de movilidad introducidos. En este caso las rutas no difieren según el tipo de peatón. En el segundo caso, el de la derecha, se han tomado como puntos de partida los límites de la red con información sobre accesibilidad. Como se puede ver, en el caso del punto 4 la ruta si que cambia para el peatón a pie, mientras que en el punto 3 cambia para la silla de ruedas.



*Ilustración 20: Mapas de las rutas más cortas sal Centro Cívico Salvador Allende desde puntos aleatorios. Elaboración propia.*

También hay que atender los datos de coste de los desplazamientos. El análisis SIG

muestra un coste más alto en los desplazamientos para los invidentes y las sillas de ruedas, que para los peatones a pie. En este caso se ha representado el segundo caso (ilustración 21), dado que es los puntos de partida se encuentran en la zona dónde se manejan datos de accesibilidad. La reclasificación de los datos permite la comparación entre las rutas: en todos el coste acumulado para las PDF es mayor.

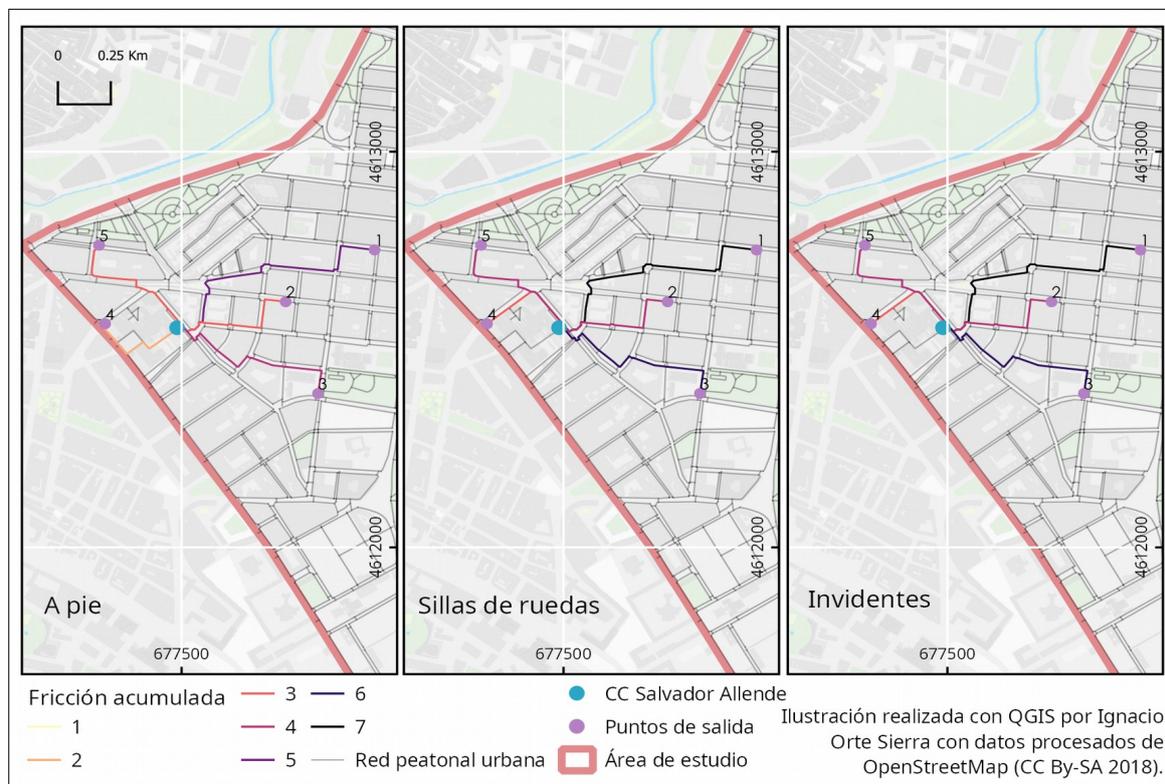


Ilustración 21: Fricción acumulada, caso 2. Elaboración propia.

Los desplazamientos desde los puntos escogidos al azar muestran el mayor coste de un desplazamiento cotidiano para las PDF. En este caso, el análisis arroja el coste acumulado, por lo que un peatón en silla de ruedas o invidente le cuesta más moverse por la red peatonal.

## ii. Fricción

La fricción de la red peatonal se establece con el coste de los elementos que la componen (ver tabla 4). Así, se establecen diferencias entre los peatones a pie, las sillas de ruedas y los invidentes, como se ve en la ilustración 22. El análisis SIG vuelve a mostrar unos costes de desplazamiento mayores para las PDF, frente a los peatones a pie. Destacan los resultados para las invidentes, con un coste superior a las sillas de ruedas.

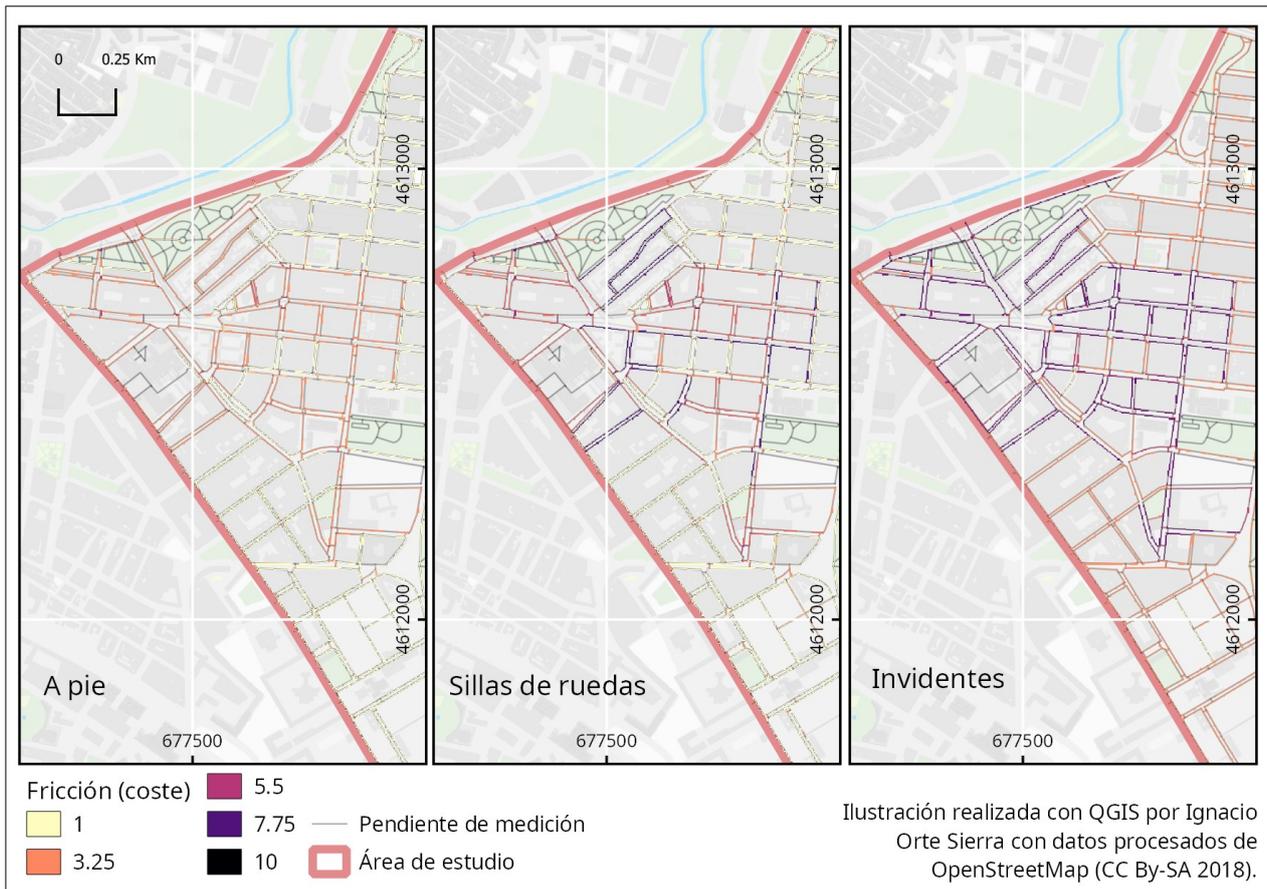
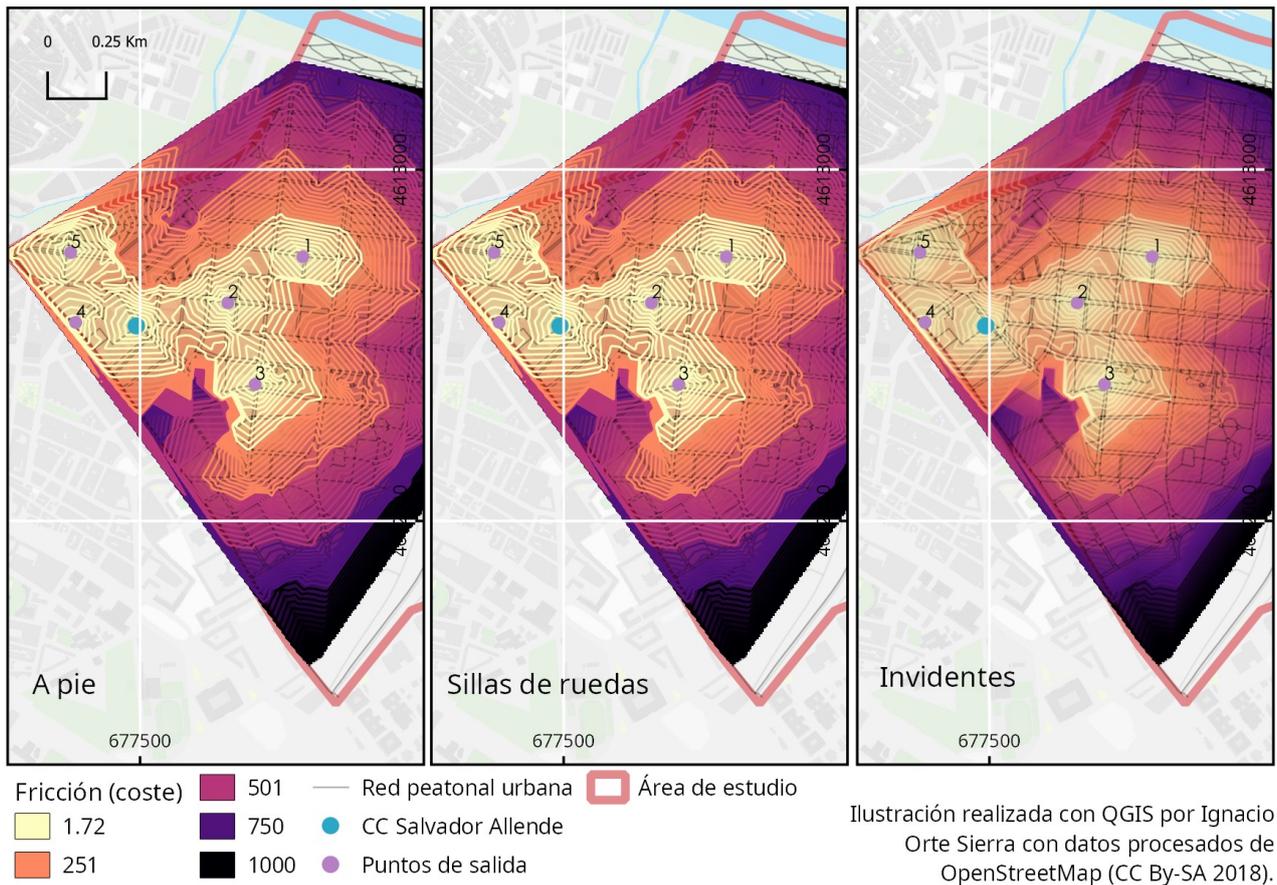


Ilustración 22: Mapas de fricción (coste de desplazamiento) para peatones a pie, en silla de ruedas e invidentes. Elaboración propia.

La posibilidad de superar los obstáculos de la red peatonal sin mayor ayuda a la normal (silla de ruedas motorizada, bastón o perro guía) marca una gran diferencia en el coste con los obstáculos inaccesibles. Las invidentes tienen obstáculos con menor grado de accesibilidad por su dificultad. Así, el coste del desplazamiento de este tipo de PDF es mayor, como se ve en la ilustración 22.

También se ha analizado la fricción como relación entre la distancia y el coste desde los puntos del segundo caso de la ruta más corta, como se puede ver en la ilustración 23. Si se observa la ilustración 23 casi no se aprecian diferencias entre la distancia ajustada por el coste de las sillas de ruedas y de los invidentes.



*Ilustración 23: Mapas de distancia - coste: Silla de ruedas e invidentes. Elaboración propia.*

La distancia ajustada por el coste no muestra las diferencias que se han venido observando en el coste de desplazamiento por la red para los diferentes tipos de peatones.

Para continuar con el análisis de red se desarrolla el estudio con la diferencia en la fricción para llegar o ir al Centro Cívico Salvador Allende para peatones a pie, en silla de ruedas o invidentes, como se aprecia en la ilustración 24. Una vez más queda latente la diferencia entre peatones a pie y PDF. También el mayor coste para las invidentes. En esta cartografía también se ve la diferencia de costes en función del urbanismo, comentando en la introducción: la zona sur del Centro Cívico tiene mayor coste a pesar de la cercanía.

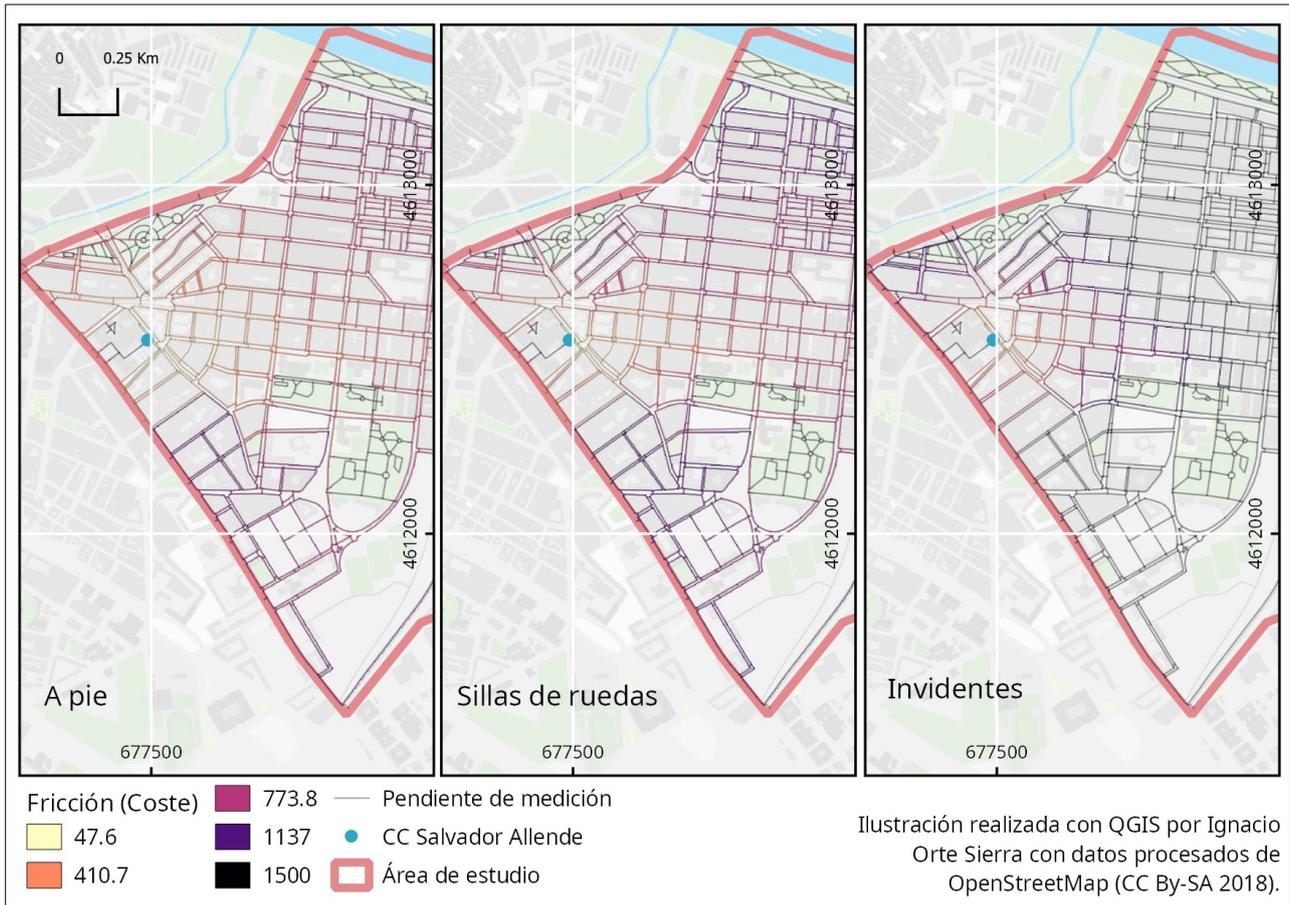
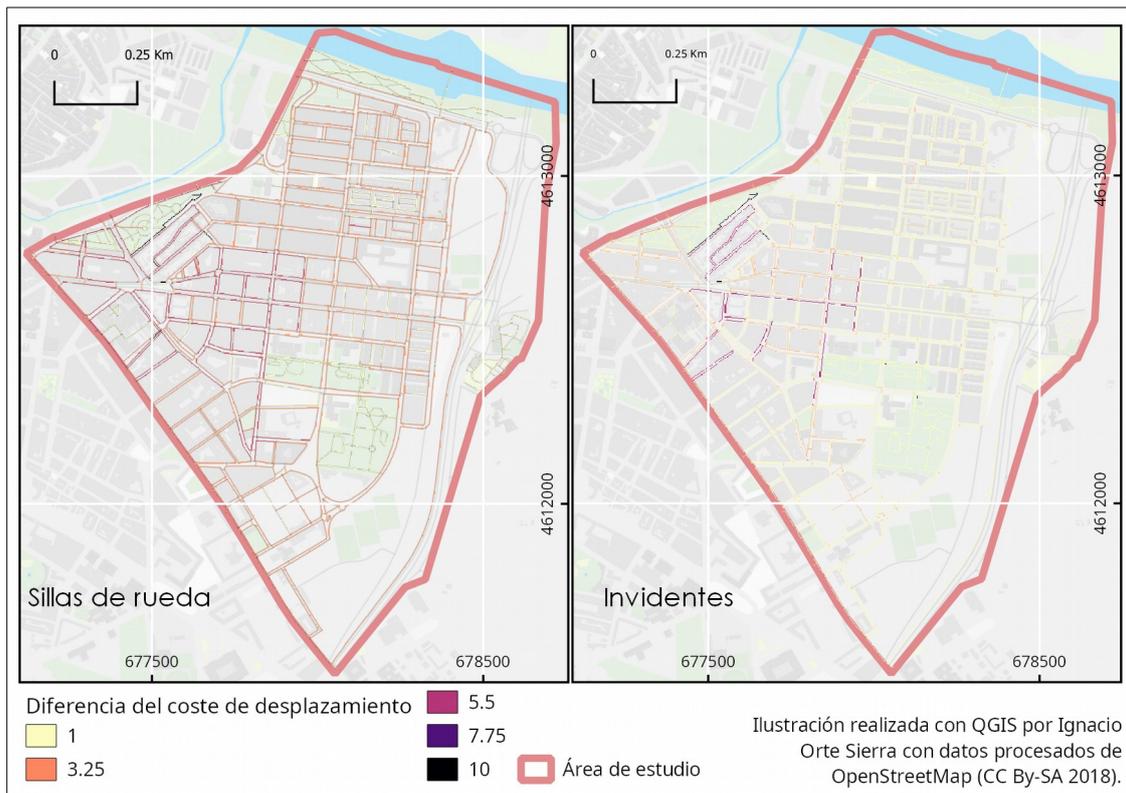


Ilustración 24: Mapa de fricción desde el C.C. Salvador Allende: Comparación entre peatones a pie, silla de ruedas e invidentes. Elaboración propia.

Finalmente, se analizada el coste de desplazamiento por la red para los tres tipos de peatones comparándose en la calculadora ráster. Una visión clara de la dificultad y la falta de accesibilidad en las aceras y los pasos de peatones es la diferencia entre el coste de desplazamiento entre los peatones a pie y las sillas de ruedas; y entre los peatones de a pie y las invidentes, como muestra la ilustración 25. Frente a la cartografía de isocronas, en este caso si que se aprecian las diferencias entre la vialidad para las sillas de ruedas y para los invidentes.



*Ilustración 25: Mapa de diferencia de coste del desplazamiento con los peatones a pie. Elaboración propia.*

EL último mapa muestra de forma clara las diferencias entre los tipos de peatones. Las diferencias del coste entre un peatón a pie y una silla de ruedas prácticamente no superan, en la mayoría de la zona de estudio, los 5,5 puntos. Mientras, los invidentes presentan diferencias más concentradas en el espacio y mayores. Hay que tener en cuenta que solo se disponen de la información sobre accesibilidad recogida en la mapping party, el 11% de la red de movilidad peatonal urbana de Las Fuentes, por lo que los resultados volcados pueden ser vulnerables a cambio con la mayoría de la red con datos de accesibilidad.

## 5 Conclusiones

La movilidad para los diferentes tipos de peatones, bien sean personas que se desplazan a pie, en sillas de ruedas o invidentes, difiere entre sí dadas las necesidades variadas en la red de movilidad peatonal urbana para cada caso. La capacidad de establecer un coste de desplazamiento permite analizar la red de movilidad peatonal urbana.

La cartografía temática es una herramienta clave para la movilidad de los peatones y los gestores de la red de movilidad peatonal urbana. La existencia de esta y su correcto desarrollo es fundamental para mejorar la experiencia del peatón y su movilidad. A pesar de solo disponer de datos de accesibilidad de la décima parte de la zona de estudio, la cartografía para sillas de ruedas e invidentes muestran la zona de estudio como accesible: En el caso de las aceras, el 97,5% es accesible para sillas de ruedas y el 95,9% para invidentes. Mientras que los pasos de peatones registran números diversos, pero aún así positivos con el 97,8% accesibles para sillas de ruedas y un 65,9% por baldosas podotáctiles y el 63,5% por señales acústicas. Se puede establecer una primera conclusión: Los pasos de peatones resultan un obstáculo en la vialidad de la red peatonal para los invidentes

El análisis de red muestra una vialidad diferente según el tipo de desplazamiento. A pesar de moverse por la misma red peatonal, las sillas de ruedas e invidentes tienen diferentes costes y velocidades de desplazamiento. En el caso de la ruta más corta la diferencia está en el tiempo de recorrido, estipulado por el coste, en vez de en el trazado. Así, no se aprecian diferencia en el coste entre PDF. Mientras que el análisis de fricción muestra que los invidentes tienen un coste acumulado mayor en sitios específicos, a pesar de que las sillas de ruedas tienen un coste medio mayor a lo largo de toda la red. Por ello, los desplazamientos para invidentes tienen peores obstáculos a superar, siendo la accesibilidad de la red peatonal más complicada. Así, la red peatonal tiene un mayor coste para las PDF frente a las personas a pie, destacando los invidentes.

Con los datos que el análisis de red y la cartografía temática han arrojado, se puede establecer el diagnóstico de vialidad peatonal. Este sirve para mejorar la continuidad en el espacio en términos de accesibilidad. La existencia de barreras arquitectónicas es determinante en el establecimiento de la ruta y de la experiencia del peatón. En un

espacio dispar con la vialidad para las PDF, la existencia de una sola barrera en el espacio a superar, si es posible, puede cambiar por completo el itinerario a seguir a pesar de la accesibilidad del resto de la ruta. Disponer de una red de peatones urbana estable y coherente en el espacio supone asentar la libertad de movimiento para todos los peatones. Así, las actuaciones para establecer un marco accesible en toda la red de movilidad peatonal son necesarias. Los pasos de peatones son un impedimento para las PDF, además, la mala colocación de las baldosas podotáctiles genera un caos en los desplazamientos de los invidentes, también se puede dar esta situación con los bordillos y las sillas de ruedas. Mientras que en un lado del paso de peatones es bordillo está rebajado o enrasado, el otro lado es inaccesible, con una altura superior a los 3 cm, generando situaciones de peligro. El distrito municipal de las Fuentes tiene un grado de accesibilidad aceptable, pero los itinerarios de las PDF se pueden ver alterados con cierta facilidad.

En cuanto a la Información Geográfica Voluntaria y las herramientas libres, la focalización del trabajo voluntario en un proyecto localizado en un espacio determinado ha permitido digitalizar la red de movilidad peatonal del área de estudio, además de recoger información sobre accesibilidad y vialidad peatonal. Así, en *OpenStreetMap*, la base de datos en la que se implementa la información, se recogen las aceras y pasos de peatones del distrito municipal de Las Fuentes. En la *mapping party* se recogen datos de una décima parte de la zona de estudio. Hay que destacar que la jornada de toma de datos de información geográfica colaborativa tuvo una duración de 4 horas, aproximadamente, y participaron más de 20 personas. Por ello, el potencial que registra es elevado, además de proporcionar información de calidad, gracias a la validación. Además, en este tipo de eventos de IGV, también se toma conciencia de la accesibilidad, la vialidad de la red de movilidad peatonal urbana y de las barreras arquitectónicas, asimismo se establece un vínculo con el territorio y con la IGV. Por ello, las *mapping party* son una experiencia urbana a tener en cuenta para los peatones, además de interiorizar las diferentes experiencias de movilidad y accesibilidad.

Sin la popularización de la tecnología y los sistemas de posicionamiento global por satélite, como el GPS, no sería posible la toma de datos tan individualizada. De esta forma, el uso de sensores humanos para la toma de datos dota a las participantes de nuevas herramientas y conocimientos sobre el terreno y la forma de ver los lugares sobre

los que se desplazan. El contexto tecnológico surgido de los sistemas de posicionamiento global por satélite y la *web* 2.0 son la base del desarrollo de la IGV, pero es la comunicación y su capacidad de organizarse la verdadera clave del éxito en el desarrollo de OSM. Además, su bajo coste permite a los países una base de datos de carácter geográfica muy amplia, actualizada y de un detalle muy alto. La innovación tecnológica ha creado nuevas formas de diferenciación y exclusión que se suman a las formas de injusticia espacial, como la movilidad. El desarrollo de cartografías contra las desigualdades es una herramienta para mejorar la calidad de vida de las personas. Además, los proyectos de la comunidad de OSM se desarrollan desde el ámbito local.

Para finalizar, en los objetivos establecidos del presente trabajo se hace hincapié en tres hipótesis:

0. El barrio de Las Fuentes no está acondicionado para las personas con movilidad reducida.

1. La accesibilidad para las sillas de ruedas e invidentes (PDF) es peor que para los peatones a pie, sin impedimentos, en la zona de estudio.

2, Existe una base de datos para mejorar la movilidad urbana de las PDF acorde a las nuevas tecnologías.

La hipótesis 0 no se ha podido cumplimentar porque no se ha analizado la totalidad del barrio, pero si nos centramos en la zona con datos recogidos, nos encontramos con un grado de accesibilidad aceptable a pesar de la existencia de obstáculos en la red peatonal que impide la libre circulación de los peatones.

En cuanto a la hipótesis 1, el desarrollo del análisis ha demostrado que la viabilidad de la red peatonal para PDF es menor que para peatones a pie. Además, si compramos las sillas de ruedas con las invidentes, estas últimas tienen una media de accesibilidad en la red del 75,1%, mientras que las sillas de ruedas el 97,65%. Los peatones invidentes tienen menor accesibilidad.

Finalmente, para la hipótesis número 2, el trabajo desarrollado a lo largo del presente trabajo y la potencialidad demostrada dan la proposición como aceptada. Cabe

destacar que la Información Geográfica Voluntaria debe de tener una base de contribuidores sólida.

## 6 Relación de fuentes, bibliografía y recursos utilizados

Almeida, M.E., Angelino, M.A., Kipen, E., Lipschitz, A., Marmet, M., Rosato, A., Zutti3n, B., 2010. Nuevas ret3ricas para viejas pr3cticas. Repensando la idea de diversidad y su uso en la comprensi3n y abordaje de la discapacidad. *Pol3tica y Sociedad* 47, 27–44. <https://doi.org/10.5209/POSO.22810>

**Apps for Smart Cities** . 2018. The Apps for Smart Cities Manifiesto [WWW Document], URL <http://www.appsforsmartcities.com/index.html%3Fq=manifiesto.html> (accessed 4.28.18).

**Bennett, J., 2010.** OpenStreetMap. Be your own Cartographer. Packt Publishing Ltd.

**Bennett, J., 2010.** OpenStreetMap. Packt Publishing Ltd.

**Bruns, A., 2006.** Towards produsage: Futures for user-led content production.

**Cabrero, J.R., Rizzo, A.P., 2008.** El modelo de la diversidad: una nueva visi3n de la bio3tica desde la perspectiva de las personas con diversidad funcional (discapacidad). *Intersticios. Revista sociol3gica de pensamiento cr3tico*, n3 2.

**C3mara, C., 2018.** Field Paper: Atlas Mapping Party Las Fuentes.

**Chapman, K., Dees, I., Gentle, A., McDonald, S., Plunkett, N., Toivio, T., 2011.** OpenStreetMap. FLOSS Manuals.

**Coleman, D., Georgiadou, Y., Labonte, J., 2009.** Volunteered Geographic Information: the nature and motivation of produsers. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 4, 332–358. <https://doi.org/10.2902/>

**Coleman, D.J., Sabone, B., Nkhwana, N., 2010.** Volunteering Geographic Information to Authoritative Databases: Linking Contributor Motivations to Program Effectiveness. *Geomatica* 64, 383–396.

**Comisi3n Europea, 2010.** Estrategia europea de discapacidad: 2010-2020.

**Consejo de Europa, 2001.** Acuerdo parcial en el campo de lo social y de la salud p3blica.

**Crespo, J., 2011.** OpenStreetMap. Creando el mapa libre del mundo. *Tuxinfo* 43, 8–12.

**D3az Vel3zquez (2018).** Ciudadan3a, identidad y exclusi3n social de las personas con discapacidad | *Pol3tica y Sociedad* [WWW Document], URL <https://vpn.unizar.es/+CSCO+0h756767633A2F2F6572697666676E662E68707A2E7266+/index.php/POSO/article/view/POSO1010130115A> (accessed 4.28.18).

**Enr3quez, M.F.-C., 2010.** Medios de comunicaci3n, conformaci3n de imagen y construcci3n de sentido en relaci3n a la discapacidad. *Pol3tica y Sociedad* 47, 105–113.

<https://doi.org/10.5209/POSO.22838>

ES:Discapacidad - OpenStreetMap Wiki [WWW Document], n.d. URL <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/ES:Discapacidad> (accessed 9.16.18).

ES:Key:highway - OpenStreetMap Wiki [WWW Document], n.d. URL <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/ES:Key:highway> (accessed 9.16.18).

**Ferreira, M.A.V., 2010a.** De la minusvalía a la diversidad funcional: un nuevo marco teórico-metodológico. *Política y Sociedad* 47, 45–65. <https://doi.org/10.5209/POSO.22816>

GeoPackage, 2018. . Wikipedia.

**Gómez-Barrón, J.-P., Manso-Callejo, M.-Á., Alcarria, R., Iturrioz, T., 2016.** Volunteered Geographic Information System Design: Project and Participation Guidelines. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 5, 108. <https://doi.org/10.3390/ijgi5070108>

**Goodchild, M.F., 2007.** Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal* 69, 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>

**Gould, M., Craglia, M., Goodchild, M.F., Annoni, A., Camara, G., Kuhn, W., Mark, D., Masser, I., Maguire, D., Liang, S., 2008.** Next-generation digital earth: A position paper from the vespucci initiative for the advancement of geographic information science.

**Haklay, M., 2010.** How Good is Volunteered Geographical Information? A Comparative Study of OpenStreetMap and Ordnance Survey Datasets. *Environ Plann B Plann Des* 37, 682–703. <https://doi.org/10.1068/b35097>

**Haklay, M. (Muki), 2013.** Neogeography and the Delusion of Democratisation. *Environment and Planning A* 45, 55–69. <https://doi.org/10.1068/a45184>

**Haklay, M., Weber, P., 2008.** OpenStreetMap: User-Generated Street Maps. *IEEE Pervasive Computing* 7, 12–18. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2008.80>

**INE, 2016.** Proyecciones de Población 2016–2066. Notas de prensa.

**INE, 2013.** Análisis de las estadísticas sobre discapacidad derivadas de la Encuesta de Población Activa (EPA). Notas de prensa 85.

**INE, 2009.** Panorámica de la discapacidad en España: Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situación de Dependencia (2008). Notas de prensa.

**INE, 2008.** Encuestas de Discapacidad, Autonomía personas y situaciones de Dependencia (EDAD), 2008. Notas de prensa.

**Jokar Arsanjani, J., Zipf, A. (Eds.), 2015.** OpenStreetMap in GIScience. Experiences, Research,

and Applications.

**JOSM - OpenStreetMap Wiki [WWW Document], 2018.** URL <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/JOSM> (accessed 9.16.18).

**Junta de la Facultad de Filosofía y Letras, 2015.** Reglamento de los Trabajos de Fin de Grado y Fin de Máster de las titulaciones que se imparten en la Facultad de Filosofía y Letras.

**Kalantari, M., Rajabifard, A., Olfat, H., Williamson, I., 2014.** Geospatial Metadata 2.0 – An approach for Volunteered Geographic Information. *Computers, Environment and Urban Systems* 48, 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2014.06.005>

**Lara, A.J., García, A.H., 2010.** Políticas públicas sobre discapacidad en España. Hacia una perspectiva basada en los derechos. *Política y Sociedad* 47, 137–152. <https://doi.org/10.5209/POSO.22848>

Mapping Parties, 2018. . WikiOSM.

**Ministerio de Vivienda (Gobierno de España), (2015).** Accesibilidad en los espacios públicos urbanizados.

**Olaya, Victor, 2018.** *Sistemas de Información Geográfica*, 1st ed.

**Orte, N., 2018.** Tweet de la Mapping Party. @elpezBartolo.

**Prieto Cerdán, A., Castillo Salcines, V., Mira Martínez, J.M., Mas Martil, R., Baño Sánchez, J.L., 2014.** Cooperación internacional al desarrollo: cartografía colaborativa en los sectores de Rukara y Huye (Rwanda).

**Romañach, J., Lobato, M., 2005.** Diversidad funcional, nuevo término para la lucha por la dignidad en la diversidad del ser humano 8.

**Ruíz, A., Temes-Córdovez, R.R., Cámara-Menoyo, C., 2018.** Accesibilidad y tecnologías de información colaborativas. *Cartografías para una ciudad inclusiva. Bitácora Urbano Territorial* 28, 171–178. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v28n1.68316>

**Ruiz, E., 2010.** Consideraciones acerca de la explosión geográfica: Geografía colaborativa e información geográfica voluntaria acreditada. *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica* 280–298.

**Senaratne, H., Mobasher, A., Ali, A.L., Capineri, C., Haklay, M. (Muki), 2016.** A review of volunteered geographic information quality assessment methods. *International Journal of Geographical Information Science* 0, 1–29. <https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1189556>

**Sevilla-Callejo, M., colaboradores de OpenStreetMap, 2015.** OpenStreetMap, la “Wikipedia de los mapas” también en la montaña iv–v.

**Sevilla-Callejo, M., Zorrilla Alonso, O., colaboradores de OpenStreetMap, 2015.** Uso de OpenStreetMap (plataforma libre de datos geográficos) para mejorar la seguridad en la actividad senderista: el ejemplo de la red de senderos homologados en Las Merindades (Burgos), in: Retos Del Montañismo En El Siglo XXI. Congreso Internacional de Montañismo CIMA2015. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 242–255.

**Suárez-Cebrián, A., Ochoa, H., Cámara-Menoyo, C., Sevilla-Callejo, M., colaboradores de OpenStreetMap, 2017.** El uso de una plataforma cartográfica libre, OpenStreetMap, para el mapeado colaborativo de la ciclabilidad de Zaragoza, in: XIV Congreso Ibérico "La Bicicleta y La Ciudad." Colectivo Pedalea, Zaragoza, pp. 89–102.

**Sui, D., Elwood, S., Goodchild, M., 2012.** Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice. Springer Science & Business Media.

**Touya, G., Reimer, A., 2015.** Inferring the Scale of OpenStreetMap Features, in: Arsanjani, J.J., Zipf, A., Mooney, P., Helbich, M. (Eds.), OpenStreetMap in GIScience. Springer International Publishing, pp. 81–99.

**UN, 2014.** Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad, in: Los Principales Tratados Internacionales de Derechos Humanos. United Nations, pp. 271–310.  
<https://doi.org/10.18356/92a7700f-es>

**Universidad de Zaragoza, 2014.** Reglamento de los trabajos de finde grado y de fin de máster.

**Wolf, E.B., Matthews, G.D., McNinch, K., Poore, B.S., 2011.** OpenStreetMap collaborative prototype, phase one. Open-File Report. US Geological Survey, Reston, VA: US Department of the Interior, US Geological Survey.

## a) Propuestas de mejoras

La cartografía temática desarrollada se debe de adaptar a las PDF, sobre todo a las invidentes. Además, corresponde implementar las etiquetas de accesibilidad en una aplicación para *smathphone*, o dentro de alguna ya desarrollada, como ruta más rápida.

El distrito municipal de Las Fuentes en *OpenStreetMap* ha quedado inacabado, se debería implementar la base de datos con las características de accesibilidad de toda la zona, bien con *mapping parties* o en las propias jornadas semanales de Mapeado Colaborativo. Además, se debe trabajar en la comprensión de la experiencia de una PDF sobre la ciudad y los espacios de movilidad.