

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE GEOGRAFÍA E HISTORIA



**MÁSTER EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2017-2018**

**VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN DE
MADRID EN FUNCIÓN DE LA
ACCESIBILIDAD**

Diego Vidal Yáñez

Septiembre 2018

Tutor: Javier Gutiérrez Puebla



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID



Resumen

Las tendencias sociales y demográficas que han tenido cabida en las áreas urbanas durante los últimos siglos han derivado en procesos de segregación espacial en los que las personas pertenecientes a los estratos sociales más bajos han sido progresivamente desplazadas a espacios urbanos de peores condiciones ambientales y urbanísticas. Por otra parte, el crecimiento sostenido de la población mundial ha provocado que se haya producido un aumento sin precedentes del tamaño de las ciudades, con la consiguiente polarización tanto de los estratos sociales como de los espacios urbanos. Este proceso ha estimulado la aparición de necesidades inexistentes hasta el momento que se han sumado a las necesidades tradicionales de trabajo, formación y ocio, como la necesidad de acceso al sistema de movilidad. Las grandes distancias, además, obligan a utilizar modos de transporte motorizados, lo que puede suponer una causa de exclusión para los integrantes de los estratos sociales más bajos, generalmente sin acceso al vehículo privado.

Ante una situación de vulnerabilidad extrínseca o espacial, un servicio de transporte público urbano articulado en torno a una red de transporte eficiente cuyo área de influencia cubra todo el espacio urbano supone una disminución de las desigualdades existentes entre los diferentes estratos sociales, permitiendo a los más desfavorecidos el acceso al sistema de movilidad urbana y, por lo tanto, la entrada y la participación en los diferentes espacios urbanos de las ciudades, con el consiguiente incremento de su capacidad para acceder a todo tipo de oportunidades.

En este trabajo se va a profundizar acerca de la vulnerabilidad espacial en Madrid, a nivel de sección censal, evaluando la accesibilidad de la población que habita en los diferentes espacios urbanos de la ciudad. El análisis se va a realizar respecto a una serie de centros de atracción poblacional como centros educativos, sanitarios, deportivos o de empleo, de tal forma que se cubran las necesidades básicas de todos los habitantes de la ciudad.

Palabras clave

Accesibilidad, áreas urbanas, Madrid, transporte público, vulnerabilidad extrínseca.



Abstract

Social and demographic tendencies developed in urban areas throughout the last centuries have created processes of spatial segregation. People belonging to the lower social classes have been progressively displaced to urban spaces with worse environmental and urban conditions. In addition, the maintained growth of the world's population has caused an unprecedented increase of city size, therefore polarizing both the social classes and urban spaces. This process has stimulated the appearance of new needs, amongst all citizens of modern cities, such as access to the transportation system. This need has been added to the traditional needs of work, education, and leisure. Big distances force people to use motorized means of transport, which can be an exclusion cause for people belonging to the lower social classes, since they generally have limited access to private vehicles.

Considering the situation of extrinsic and potential spatial vulnerability of the lower classes of population, a public transportation system can be developed so as to cover the whole urban area. This would reduce existing inequalities between social classes, allowing access to a cheap urban mobility system to the most disadvantaged. Therefore, the participation in the different city life events and opportunities throughout all urban areas would be accessible for all social classes balancing their access to all of what their cities can offer. By doing this, their capacity to access different opportunities would be increased.

This work will focus on spatial vulnerability in Madrid, at the census level. People's accessibility to different centers of population attraction will be assessed, looking into how people who live in the different urban areas of the city can access places such as educative, health, sports or job centers, covering the basic needs of all of the inhabitants of the city.

Keywords

Accessibility, extrinsic vulnerability, Madrid, public transportation, urban areas.



Índice

1	Introducción.....	7
2	Hipótesis, objetivos y área de estudio.....	9
2.1	Hipótesis de partida.....	9
2.2	Objetivos.....	9
2.3	Área de estudio.....	10
3	Estado de la cuestión.....	11
4	Metodología del análisis de la vulnerabilidad extrínseca.....	19
4.1	Obtención de datos, herramientas e información.....	21
4.1.1	Obtención de datos.....	21
4.1.2	Obtención de herramientas y creación de la red de transporte.....	21
4.2	Análisis de la vulnerabilidad extrínseca.....	23
4.2.1	Accesibilidad de cada sección censal a la plaza de Cibeles.....	24
4.2.2	Accesibilidad de cada sección censal a todas las demás.....	25
4.2.3	Accesibilidad de cada sección censal a los centros de atracción.....	25
4.3	Ponderación de factores y definición de umbrales de vulnerabilidad.....	26
4.3.1	Definición de umbrales de vulnerabilidad.....	26
4.3.2	Ponderación de factores de vulnerabilidad.....	27
4.4	Determinación de los espacios urbanos vulnerables de Madrid.....	28
4.4.1	Discriminación de las secciones censales vulnerables.....	28
5	Análisis de la vulnerabilidad extrínseca de la población de Madrid.....	29
5.1	Aspectos previos.....	29
5.2	Análisis de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid.....	30
5.2.1	Primera etapa: Accesibilidad de las secciones censales al centro de la ciudad.....	30
5.2.2	Segunda etapa: Accesibilidad de las secciones censales al conjunto de la ciudad.....	32
5.2.3	Tercera etapa: Accesibilidad de las secciones censales a los centros de atracción.....	35
5.2.4	Secciones censales con elevada vulnerabilidad extrínseca.....	57
6	Conclusiones.....	59
7	Bibliografía y fuentes.....	63
7.1	Fuentes bibliográficas.....	63



7.2	Fuentes digitales.	64
7.3	Fuentes de datos cartográficos.	64
8	Glosario de elementos gráficos	67
8.1	Gráficos	67
8.2	Imágenes	68
8.3	Tablas	69
9	Anexo documental.....	71



1 INTRODUCCIÓN

El Trabajo de Fin de Máster (TFM) pretende ser un proyecto técnico o de investigación en el que se ponen de manifiesto las destrezas, conocimientos y competencias adquiridos durante el Máster en Tecnologías de la Información Geográfica. En este caso se trata de un proyecto de investigación y análisis territorial que versa en torno a la aplicación de la tecnología GIS (*Geographical Information System*, por sus siglas en inglés) al marco sociodemográfico de una ciudad de gran tamaño como es Madrid. El proyecto se desarrolla a través del análisis de la accesibilidad de los diferentes espacios urbanos de la capital española, poniendo de manifiesto las desigualdades existentes entre ellos en cuanto al servicio de transporte público.

Mediante este trabajo de investigación se pretende realizar un estudio detallado y sistematizado acerca de la accesibilidad urbana de los diferentes espacios urbanos de Madrid y de las desigualdades apreciables en esta materia, en escala temporal, surgidas de la ubicación tanto de los propios espacios urbanos analizados como de las principales vías de comunicación que atraviesan la capital madrileña y la oferta de servicios de transporte público. La aplicación de herramientas GIS va a permitir determinar cómo estas desigualdades van a traducirse no sólo en trabas a la movilidad, sino también en carencias y marginalidad espacial, empobrecimiento de la calidad de vida y vulnerabilidad de los habitantes de los espacios urbanos más afectados. El diseño de redes de transporte GIS va a ser determinante, ya que se trata de la herramienta fundamental de trabajo para la realización de todo el conjunto de análisis espaciales que van a permitir evaluar la vulnerabilidad de los diferentes espacios urbanos de Madrid.

Con la elección de este tema se pretenden alcanzar los requisitos que caracterizan a un proyecto de la magnitud de un Trabajo de Fin de Máster, como son la aplicación de las tecnologías geográficas de la información, el tratamiento de los resultados obtenidos, la interpretación geoespacial de las implicaciones sociales, económicas y demográficas que tienen dichos resultados, la explicación en base a éstos de la distribución espacial de los diferentes espacios urbanos de Madrid y la expresión de toda la información tratada y analizada mediante elementos gráficos apropiados, como un conjunto cartográfico.



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE
MADRID



2 HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y ÁREA DE ESTUDIO

2.1 HIPÓTESIS DE PARTIDA.

La ubicación de un espacio urbano es un factor clave en la determinación de sus interrelaciones con el entorno que le rodea, así como también lo son las características tanto de los medios y las infraestructuras de transporte como de los modos de comunicación (diferentes modalidades de transporte, ya sean públicas o privadas, motorizadas o no motorizadas, etc.) que ponen en relación a dicha unidad territorial con el medio que la rodea. Cuando las características espaciales de una unidad territorial son deficientes, o las infraestructuras viarias o de transporte no son las apropiadas, ciertos servicios básicos como el transporte público, tienen muchas dificultades para llevar a cabo el desempeño de sus funciones de manera apropiada. Estas disfuncionalidades geoespaciales repercuten en los habitantes de las áreas afectadas, generando marginalidad y vulnerabilidad. Por lo tanto, la interrelación de unas unidades territoriales con otras es indispensable para el adecuado desarrollo del conjunto de la sociedad, en general, y de las unidades territoriales, en particular.

Teniendo en cuenta la importancia de las interrelaciones con las unidades territoriales urbanas contiguas, cabe esperar que los espacios urbanos periféricos presenten más susceptibilidad a convertirse en áreas marginales y vulnerables, tanto social como espacialmente. Por el contrario, se prevé también que las áreas centrales presenten una mayor accesibilidad a todo el conjunto de la ciudad, ya que las interrelaciones con el otros espacios urbanos serán más sencillas debido tanto a los medios como a los modos de transporte, que van a permitir unos desplazamientos más rápidos entre espacios urbanos.

Por otra parte, en las áreas urbanas periféricas suelen existir importantes vías de comunicación de alta capacidad (autopistas y autovías), ya que el propio crecimiento de las ciudades de los países desarrollados ha desbordado hace varias décadas el área urbana limitada por la construcción de las primeras infraestructuras de este tipo. Estas vías de transporte al atravesar espacios urbanos pueden generar el llamado “efecto barrera”, causante de una cierta sensación de aislamiento en ciertas áreas si quedan apartadas del conjunto de la ciudad. Esta situación de mala accesibilidad y cierto aislamiento espacial puede provocar marginalidad social.

El transporte público de Madrid cubre prácticamente todo el tejido urbano municipal, teniendo en cuenta las redes de los diferentes modos de transporte público (autobús urbano, metro y metro ligero), pero existen ciertas áreas de Madrid en las que se evidencia una falta de adaptación de la red de transporte público al entramado urbano, hecho que dificulta las interrelaciones de estos espacios afectados con el resto de la ciudad, provocando desigualdades sociales.

2.2 OBJETIVOS.

El objetivo principal de este proyecto de investigación es conseguir llegar a definir y delimitar los espacios urbanos vulnerables del municipio de Madrid en lo que a sus características espaciales se refiere, teniendo en cuenta las relaciones existentes entre las diferentes unidades territoriales que conforman el tejido urbano de la capital española; todo ello según el viario madrileño y la red de transporte público existente en la ciudad. Además, en este objetivo principal se incluye la aplicación



y el manejo de los sistemas de información geográfica como las herramientas fundamentales para la consecución de la información necesaria para poder alcanzar el objetivo principal del trabajo.

Por otra parte existen una serie de objetivos secundarios que podrán alcanzarse conforme se vaya progresando a lo largo del propio desarrollo del trabajo de investigación y de las actuaciones previstas para el alcance del objetivo principal. Los objetivos secundarios son los siguientes:

- ❑ Determinar la población afectada por las disfuncionalidades derivadas de la red de transporte público y la ausencia de centros de atracción.
- ❑ Determinar la población abastecida por cada elemento de las diferentes categorías diferenciadas de centros de atracción poblacional de los entornos urbanos.
- ❑ Evaluar la relevancia y la influencia del transporte público de Madrid en la vulnerabilidad extrínseca de las diferentes unidades territoriales que conforman la ciudad de Madrid, en base a la red de transporte público actual.

2.3 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio hacia la que ha sido enfocado el trabajo se identifica con el municipio de Madrid, en general, y con los espacios urbanizados que lo conforman, de manera más concreta, ya que el objetivo principal del proyecto es delimitar los espacios urbanos madrileños con una vulnerabilidad extrínseca elevada y evaluar las interacciones existentes entre sí. A pesar de estar enfocado hacia el municipio en conjunto, las unidades territoriales de trabajo van a ser las secciones censales de la ciudad de Madrid, ya que el tamaño de estas unidades territoriales depende de la densidad de población, pues la propia definición de sección censal recoge el volumen de población que han de tener, lo que permite representar de forma bastante realista la población de un entorno urbano aglutinada en pequeños conjuntos. El mapa en el que se representa el área de estudio se corresponde con la imagen número 1, ubicada en el anexo documental.



3 ESTADO DE LA CUESTIÓN

A lo largo de la Historia, el hombre ha ido experimentando diferentes formas de asentamiento hasta llegar a comprender que la mejor manera de satisfacer las necesidades humanas, tanto de acumulación como de relaciones sociales, es a través de la creación de entornos urbanos. Las ciudades han permitido que las relaciones humanas se desarrollen hasta determinar una organización social que, en numerosas situaciones, presenta rasgos poco igualitarios. Muchas de las organizaciones urbanas que se conocen en la actualidad han generado el surgimiento de espacios urbanos segregados, habitados por grupos sociales excluidos, con atributos diferenciales y en los que la conflictividad es más elevada. Numerosos autores como Egea, Nieto, Domínguez y González, 2008; señalan que las modificaciones que han tenido lugar en las estructuras sociales de los entornos urbanos han permitido que emergiesen colectivos con síntomas de exclusión social en ámbitos muy diferentes entre sí, como el entorno laboral, el propio mercado de trabajo, el ámbito económico o la vida política y cultural de las ciudades. Los colectivos excluidos, debido a sus características, terminan aglutinándose en los espacios urbanos de mayor declive económico y social, con mayor nivel de degradación y peor calidad en lo referente a los servicios y equipamientos de los que disponen.

En mayor o menor medida, todos los integrantes de los entornos urbanos creados por las diferentes sociedades del mundo tienen la necesidad de desplazarse para satisfacer sus necesidades sociales, laborales o económicas, entre otras. La sociedad urbanizada, por tanto, es una sociedad de flujos donde los individuos presentan una cierta dependencia de los modos de transporte para acceder a los diferentes espacios urbanos. Esta necesidad establece “comportamientos singulares y diferenciales en los sujetos según su ubicación, capacidad de desplazamiento y acceso a los recursos urbanos”¹, lo que desemboca inevitablemente en exclusión social y en la existencia de una línea de pobreza que genera la llamada “Ciudad Dual”, en la que el primer sistema urbano se encuentra “relacionado con el polo dinámico de crecimiento y generación de renta, mientras que el otro sistema concentra la mano de obra degradada en espacios e instituciones que no ofrecen posibilidades de movilidad ascendente en la escala social e induce a la formación de subculturas de supervivencia y abandono”².

Los diferentes espacios urbanos surgidos de la organización de la ciudad se clasifican según el nivel de renta y se articulan entre sí a través de redes de transporte cuya función es cubrir las necesidades de desplazamiento de los integrantes de la ciudad, sobre todo las necesidades de aquellos que, por su situación económica, no pueden permitirse el acceso a la movilidad privada. Este tipo de población a menudo se encuentra en riesgo de exclusión social y suele residir en áreas urbanas espacialmente vulnerables, donde el precio de suelo es más bajo, existe un menor índice de renta, la dotación de servicios y equipamientos es limitada y las condiciones ambientales y sociales se encuentran en decadencia.

¹ Alguacil Gómez, J. (2006). Barrios desfavorecidos: Diagnóstico de la situación española. *V Informe FUHEM de políticas sociales: La exclusión social y el estado del bienestar en España*, pp.155-168.

² Castells, M. (1991). El auge de la Ciudad Dual: Teoría social y tendencias sociales. *Alfoz*, (80).



La vulnerabilidad, según Alguacil (2006), hace referencia a la movilidad descendiente en la escala social y se identifica con el estadio previo a la exclusión social y residencial, aplicada a colectivos sociales o territorios en situación de riesgo o declive, lo que pone en relación los ámbitos espacial y social. La definición de vulnerabilidad, por tanto, puede ajustarse al conjunto de circunstancias ambientales, sociales, económicas, políticas y espaciales que provocan la exclusión social y dificultan la regeneración de ciertos espacios urbanos, desalentando la inversión o la creación de empleo y facilitando la exclusión y el aislamiento social de ciertos colectivos urbanos. Estos colectivos, por lo general, carecen de los recursos suficientes para disfrutar de una calidad de vida considerada socialmente adecuada. De la mano del mismo autor se puede inferir que la exclusión social es un proceso surgido de la combinación de varios factores adversos en el que el ascenso en la escala social es concebido como algo extremadamente difícil de alcanzar debido a los escasos recursos disponibles, a la inseguridad y al miedo a sufrir un nuevo declive respecto al estatus social que se ostenta.

Por otra parte, las áreas vulnerables se refieren a los espacios urbanos caracterizados por la presencia de indicadores sociales, económicos y urbanos claramente regresivos y en decadencia. El Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) definió la vulnerabilidad como:

Un estado de elevada exposición a determinados riesgos e incertidumbres, combinado con una capacidad disminuida para protegerse o defenderse de ellos y hacer frente a sus consecuencias negativas. La vulnerabilidad existe en todos los niveles y dimensiones de la sociedad y es parte integrante de la condición humana, por lo que afecta tanto a cada persona como a la sociedad en su totalidad³.

Existen varios tipos de vulnerabilidad, en función del ámbito tratado: social, económica, residencial o espacial, además de la vulnerabilidad integral, que se da en aquellos espacios que en los que la interrelación entre los aspectos ambientales, sociales, espaciales y económicos deriva en la obsolescencia y decadencia del tejido urbano, la escasez de inversiones externas, la marginación y exclusión social, las altas tasas de desempleo y una situación generalizada de precariedad⁴.

- Vulnerabilidad social: La vulnerabilidad social se caracteriza por estar compuesta a través de la ponderación de una serie de indicadores relativos a las características demográficas de la población de una determinada unidad territorial. Los principales indicadores que componen la vulnerabilidad social son los siguientes:
 - Porcentaje de población de 65 años o más.
 - Porcentaje de hogares unipersonales de personas de 65 años o más.
 - Porcentaje de hogares con un adulto y uno o más menores de edad.
 - Porcentaje de población extranjera.
 - Porcentaje de población extranjera infantil.

³ Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas (2003). Informe sobre la situación social del mundo 2003. Vulnerabilidad social: Fuentes y desafíos. *United Nations Publications*.

⁴ Ministerio de Fomento (2012). *Atlas de la Vulnerabilidad Urbana en España*. Madrid: Ministerio de Fomento, Gobierno de España.



- Vulnerabilidad económica: La vulnerabilidad económica se encuentra caracterizada por una serie de indicadores económicos y laborales que, a través de una media ponderada, condicionan para que una determinada unidad espacial sea vulnerable en el aspecto económico. Los principales indicadores que componen la vulnerabilidad económica son los siguientes:
 - Porcentaje de población en situación de desempleo.
 - Porcentaje de población joven (menor de 30 años) en situación de desempleo.
 - Porcentaje de población ocupada con un contrato eventual.
 - Porcentaje de población ocupada sin cualificación.
 - Porcentaje de población ocupada sin estudios.

- Vulnerabilidad residencial: Los indicadores referidos a las características de las viviendas que conforman una determinada unidad espacial, así como los diferentes tipos de tipología edificatoria existentes en dicha unidad territorial, determinan, mediante una media ponderada, la vulnerabilidad de tipo residencial. Los principales indicadores que componen este tipo de vulnerabilidad son los siguientes:
 - Porcentaje de viviendas con menos de 30 m².
 - Superficie media de vivienda por habitante (medida en m²).
 - Porcentaje de población habitando viviendas sin servicio o aseo.
 - Porcentaje de viviendas ubicadas en edificios en mal estado de conservación.
 - Porcentaje de viviendas ubicadas en edificios con más de 50 años de antigüedad.

- Vulnerabilidad espacial: Este tipo de vulnerabilidad se caracteriza por estar determinado a través de la media ponderada de una serie de indicadores que guardan relación con las características espaciales de la unidad territorial analizada, así como con las características ambientales y de calidad urbanística en lo referente al espacio público. Los principales indicadores que determinan la vulnerabilidad de tipo espacial son los que aparecen a continuación:
 - Porcentaje de población con problemas de malas comunicaciones.
 - Porcentaje de población con problemas de accesibilidad.
 - Porcentaje de población con problemas de ruidos exteriores.
 - Porcentaje de población con problemas de contaminación en su entorno.
 - Porcentaje de población con problema de escasez de zonas verdes.
 - Porcentaje de población con problemas de delincuencia en su entorno.

La vulnerabilidad puede clasificarse, además, según los indicadores tenidos en cuenta hagan referencia a características propias de la unidad espacial objeto de estudio (vulnerabilidad intrínseca) o bien se encuentren referidos a cualidades acerca de la relación de la unidad objeto de estudio en relación con el resto de unidades que conforman el área urbana de interés (vulnerabilidad extrínseca). Los indicadores que componen la vulnerabilidad de tipo social, económica o residencial pertenecen al ámbito de la vulnerabilidad intrínseca, al igual que los tres últimos indicadores propios de la vulnerabilidad de tipo espacial. Por otra parte, los tres primeros indicadores que conforman la vulnerabilidad espacial hacen referencia a un ámbito espacial que excede la superficie de la unidad territorial analizada, con lo que se encuentran enmarcados en la vulnerabilidad extrínseca, sobre la que se centra este proyecto.



Por lo general, al hablar de vulnerabilidad, se tiende a pensar en la vulnerabilidad intrínseca, pero al estudiar la vulnerabilidad de un área urbana, la vulnerabilidad extrínseca es tan importante como la intrínseca, si no más, ya que las necesidades de movilidad existentes en los individuos de las sociedades urbanas actuales son muy elevadas. Esto deriva en que un porcentaje muy alto de la población urbana sea dependiente de algún modo de transporte motorizado para acceder a los bienes y servicios necesarios para conseguir un nivel de calidad de vida adecuado. A su vez, esta dependencia de los modos de transporte motorizados significa, para las personas con bajo nivel de renta, ser un usuario cautivo del transporte público. En las áreas espacialmente vulnerables, la red de transporte público suele ser laxa y presentar frecuencias de paso muy bajas, hecho que no hace sino aumentar la vulnerabilidad espacial o extrínseca de dicha unidad territorial al elevar los tiempos de desplazamiento de las personas residentes en estas áreas espacialmente vulnerables hasta los bienes y servicios, lo que no deja de ser un incremento del coste del desplazamiento, pues el tiempo es considerado un recurso.

Por lo tanto, la elevada necesidad de movilidad asociada a rentas de nivel bajo supone que ésta se encuentre limitada, lo que resulta un factor de potencial vulnerabilidad provocado por la dificultad en el acceso a ciertos servicios y la disminución de las posibilidades de acceso al mercado laboral. Esta vulnerabilidad espacial consiste en una limitación de la movilidad, que ya es en sí misma una causa de potencial exclusión social, sin tener aparejada ninguna otra carencia (Lucas, 2012). Diversos autores han definido la vulnerabilidad espacial o asociada al transporte como el proceso que dificulta o impide a los individuos participar en la vida política, social y económica de la ciudad debido a una deficiente accesibilidad a los servicios, las oportunidades y las redes sociales provocada por carencias en movilidad en relación con los niveles de movilidad necesarios para alcanzar una calidad de vida adecuada en el entorno objeto de estudio (Kenyon et al., 2002). La carencia de acceso a la movilidad deriva en la aparición de rasgos característicos de la exclusión social, ya sea por incapacidad a la hora de afrontar el coste del transporte público (Preston y Rajé, 2007) o por la inexistencia de una oferta de transporte público adecuada (Lucas, 2012).

Ante la falta de transporte público de calidad, la alternativa es el transporte privado, pero la falta de recursos en muchas situaciones condiciona las características y la calidad de dicha modalidad de transporte, cuando no lo imposibilita en su totalidad. Esto indica que los habitantes de las áreas vulnerables han asumido mayores costes en materia de transporte que se encuentran compensados con el menor coste de la vivienda (Alonso, 1964). Todo ello ha fomentado la intensificación de la intención de mejorar la accesibilidad a través de la movilidad, en lugar de hacerlo mediante la instalación de equipamientos públicos, lo que en muchos casos supondría el incremento de la proximidad de bienes, servicios y redes sociales (Esteban y Sanz, 1996).

La accesibilidad apela a la condición de ciudadanos, destacando la naturaleza pública de la movilidad, ya que es una condición clave de acceso al mercado laboral, la educación, la vivienda, el ocio y la cultura, por lo que el derecho a la movilidad es una condición previa a cualquier otro derecho (Ascher, 2005). Esto implica que existe una relación prácticamente causal entre la movilidad y el acceso a otros bienes, servicios y oportunidades, lo que inevitablemente incide de manera directa en la calidad de vida de los individuos. Otros autores señalan que la accesibilidad "hace referencia a la facilidad con la que cada persona puede superar la distancia que separa dos lugares y, de esta forma, ejercer su derecho como ciudadano. Además, se trata de una característica individual en relación con el número de opciones que tienen los diferentes ciudadanos para acceder a los lugares y las



actividades”⁵, “según sus localizaciones fijas (trabajo, residencia, centro de estudios), confrontando la accesibilidad individual (indicador de la calidad de vida) con la accesibilidad espacial (facilidad con la que la población llega a las localizaciones)”⁶. Atendiendo a esta corriente argumental, Litman (2011) indica que la accesibilidad existente entre una localización concreta y varias ubicaciones variables (núcleos de atracción o de actividades) se apoya en tres criterios básicos:

- ❑ Núcleos de demanda: Lugares en los que reside la población.
- ❑ Puntos de oferta: Áreas donde se encuentra el empleo, las actividades y los bienes o servicios requeridos.
- ❑ Distancia existente entre los dos criterios anteriores: Se tiende a considerar la distancia en términos temporales más que longitudinales.

Esta teoría realza la estrecha vinculación existente entre la accesibilidad y algunas nociones como “bienestar” y “equidad”, que deben concebirse como una sola en términos de movilidad y transporte urbano, sobre todo si se trata de transporte público. La realidad es que este atributo único compuesto por la movilidad, la accesibilidad y el bienestar social no se distribuye de forma equitativa entre todos los miembros de la sociedad, por lo que sería un grave error darlo por sentado. Al tratar la accesibilidad por transporte público existen cuatro dimensiones que deben tenerse en consideración:

- ❑ Relativas a la oferta: Sobre el bien que se provee, la red ofrecida, su extensión, la frecuencia de paso, los tiempos de desplazamiento, el tipo de usuarios, las características de comodidad y seguridad de los diferentes elementos del sistema y la información que se encuentra a disposición del usuario.
- ❑ Relativas a la institucionalidad: Indica el grado de desmercantilización de la red de transporte, la estructura tarifaria o de regulación, así como el diseño del reglamento de uso y la normativa tarifaria, de operadores y titularidad.
- ❑ Relativas a los usuarios: Tipos de usuarios y hogares de éstos, ya sea en cuanto a renta, tiempo de desplazamiento, horario, habilidad para utilizar el sistema de transporte y las capacidades físicas de acceso al mismo.
- ❑ Relativas a la forma urbana: Dinámicas socioterritoriales surgidas como respuesta a factores de tipo estructural, como el lugar de residencia de los diferentes estratos sociales o la ubicación de las principales actividades.

A partir del concepto de accesibilidad y teniendo en cuenta todos estos aspectos mencionados, ciertos autores definen la motilidad como “la capacidad de ser móvil en el espacio social y geográfico” o como “la manera en que las entidades acceden [al sistema de transporte urbano] y se apropian de la capacidad de movilidad socioespacial”⁷, lo que convierte a la movilidad en un capital

⁵ Miralles-Guasch, C. y Cebollada Frontera, Á. (2003). *Movilidad y transporte. Opciones políticas para la ciudad*. Madrid: Fundación Alternativas.

⁶ Kwan, M-P., Murray, A., O'Kelly, M. y Tiefelsdorf, M. (2003). Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications. *Journal of Geographical Systems*, (5), pp.129-138.

⁷ Kaufmann, V., Bergman, M. y Dominique, J. (2004). Motility: Mobility as capital. *International Journal of Urban and Regional Research*, (28), pp.745-756.



individual de las personas que, a su vez, se encuentra profundamente relacionado con la posibilidad de acceder a otros capitales y que se distribuye de manera desigual por los diferentes estratos sociales.

Es evidente que existen diferencias sustanciales entre la situación individual y la situación geográfica, ya que, en un análisis de espacios urbanos vulnerables, la capacidad de trabajar en una unidad territorial urbana diferente a la de residencia es superior cuanto más elevado es el nivel socioeconómico de las personas, pero, por el contrario, en los espacios urbanos con menor nivel de renta, los índices de salida de trabajadores a otras unidades espaciales son superiores. Esto se debe a la concentración de la mayor parte de los empleos en el sector más céntrico de las áreas urbanas, que suele coincidir con espacios urbanos con elevado nivel de renta, mientras que los sectores más pobres se encuentran alejados de estos espacios comerciales.

Ante esta estructura urbana, dados los escasos recursos de los habitantes de las áreas urbanas vulnerables y las necesidades imperantes de movilidad que acechan al conjunto de las sociedades urbanas, se necesita una red de transporte público urbano que se erija como una estructura de oportunidades para que las personas residentes en dichas áreas puedan salvar los desajustes sociales y económicos surgidos de la organización urbana en función de los diferentes estratos sociales. La oferta de transporte público es, por tanto, crucial para que las personas con menos recursos puedan acceder a las oportunidades que otorga el mercado laboral, a los centros educativos de su elección y demás servicios ofrecidos en los entornos urbanos. Esta modalidad de transporte adquiere más peso aún, si cabe, en tanto que uno de los rasgos de la población con menos recursos es su cautividad respecto a este modo de transporte (Avellaneda García, 2007), ya que es su única alternativa motorizada en caso de no poder acceder al transporte privado motorizado.

Pese a todo, la falta de correlación existente entre el nivel de renta y la movilidad en espacios de rentas medias y bajas (espacios vulnerables) debe ser un elemento que fomente la puesta en práctica de líneas de actuación cuyo objetivo sea la potenciación y el desarrollo del transporte público en estos espacios, así como el trasvase modal desde el vehículo privado hacia los modos de transporte colectivos en el conjunto del área urbana.

Un buen sistema de transporte público, por tanto, permite incrementar el nivel de igualdad y equidad existente entre los diferentes estratos sociales de los entornos urbanos al permitir que las personas de las clases sociales más bajas y que, por lo tanto, disponen de menos recursos, puedan acceder a oportunidades laborales, educativas, formativas, de ocio, etc. Por este motivo, autores como Peñalosa (2006) afirman que el transporte público representa y fomenta la democracia, tanto en el sistema urbano de movilidad como en los aspectos más genéricos del término. El ex-alcalde de Bogotá, Enrique Peñalosa, apunta que el transporte público representa a las personas y fomenta una cierta adaptación de la estructura urbana en favor de sus habitantes a través de la creación de espacios urbanos públicos ajenos al sistema de menos espacio para funcionar de forma adecuada, permitiendo crear espacios para las personas. Continuando con la argumentación de Peñalosa, resulta evidente que el invertir mayores cantidades de dinero y espacio en infraestructuras de transporte, deja menos recursos que puedan destinarse a los sectores sanitario, educativo, social, laboral o a política de vivienda, lo que genera una diferencia sustancial entre los recursos invertidos para todo el conjunto de la sociedad y los que se han invertido pensando únicamente en las personas que pueden acceder al sistema de transporte, generalmente privado.



El resultado de la aplicación de estas políticas de movilidad denota una carencia de democracia en los espacios urbanos, puesto que no todas las personas tienen la misma capacidad de acceso a las inversiones y a los espacios públicos. Esta situación se refleja en la rutina cotidiana de todas las áreas urbanas desarrolladas en tanto que un autobús no dispone de tanto espacio más como diferencia de personas caben en él frente a un automóvil privado con un único ocupante.

En esta línea, el transporte público se ensalza como el elemento vertebrador tanto del territorio urbano, incluyendo las áreas espacialmente más vulnerables, como de las propias personas, ya que la dependencia de movilidad en conjunción con la escasez de ingresos hace de este modo de transporte la única vía factible de acceso a las oportunidades necesarias para disfrutar de una calidad de vida adecuada. Los efectos del transporte público urbano sobre las áreas vulnerables en cuanto a sus cualidades espaciales son vitales para la población. En estos términos, cabe suponer que un incremento en la densidad de la red y una mejora del sistema de transporte público en estas áreas puede paliar, o al menos reducir, su vulnerabilidad ya que, entendiendo como mejora del sistema el incremento de la frecuencia y el aumento de las conexiones, cuanto más densa sea la red, más sencillos serán los desplazamientos y más alternativas estarán a disposición de las personas con menos recursos.

En los estudios actuales sobre movilidad y transporte se está tratando de adoptar un enfoque multidisciplinar y multidimensional de la movilidad, de tal forma que se llegue a conseguir integrar el efecto de la movilidad y las redes de transporte en la pobreza y la exclusión social en áreas urbanas dentro del propio análisis debido a las necesidades y dependencias de los modos de transporte motorizados que han surgido en las últimas décadas. Estas necesidades provocan que tanto las personas como las propias áreas urbanas en conjunto sean vulnerables ante la posibilidad de una crisis ecológica en un futuro cercano. Con una reducción de recursos y un encarecimiento de los precios del combustible, la movilidad urbana y, por tanto, la funcionalidad de estos entornos quedarían en entredicho. Este tipo de vulnerabilidad se denomina “vulnerabilidad relacional” y da un paso más en el análisis de la vulnerabilidad extrínseca urbana (Huber, 2009).



4 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EXTRÍNSECA

Para analizar la vulnerabilidad extrínseca de un área determinada hay que atender a factores que no dependen estrictamente de dicho área, sino de la relación que ésta presenta con su entorno. En este contexto cobran especial relevancia la movilidad y la accesibilidad, entendidas como la facilidad de desplazarse de forma eficiente, tanto en términos de tiempo como en términos de distancia, entre los diferentes espacios de un territorio.

Si se adaptan dichos factores a este estudio, la vulnerabilidad extrínseca de cada sección censal se podrá evaluar en función del tiempo empleado en desplazarse desde cada una de estas unidades espaciales hasta el centro de la ciudad, hasta otras secciones censales o hasta los principales centros de atracción de Madrid. El análisis se va a realizar utilizando tanto la movilidad peatonal como la movilidad a través del servicio de transporte público urbano existente en la capital. Se han escogido estos modos de desplazamiento porque son, *a priori*, universales, ya que las tarifas existentes en el transporte público deben ser asequibles para garantizar el uso de dicho servicio por toda la población del área de influencia de la red de transporte ofertada.

Los centros de atracción que se han determinado para realizar estos cálculos han sido los siguientes:

- ❑ Centrales de seguridad ciudadana: Para este factor se han tenido en cuenta tanto las comisarías de Policía Local como las comisarías de Policía Nacional existentes en el municipio de Madrid.
- ❑ Centros culturales: Dada la elevada oferta cultural de Madrid, se ha tenido que seleccionar los elementos más representativos para que este análisis fuera relevante, útil y realizable. Se han seleccionado los cines y los museos como centros culturales más representativos.
- ❑ Centros deportivos: Los elementos deportivos que se han tenido en cuenta son los polideportivos municipales de Madrid.
- ❑ Centros educativos: Para que el análisis fuera relevante y los datos fueran concluyentes se han tenido en cuenta los institutos públicos de educación secundaria del municipio de Madrid.
- ❑ Centros sanitarios: Se han contabilizado los hospitales públicos o adscritos a la red sanitaria pública de la Comunidad de Madrid existentes en el término municipal homónimo. No se contabilizan los centros de salud debido a su gran dispersión por el tejido urbano madrileño, por lo que no sería un factor discriminatorio. Del mismo modo, tampoco han sido tenidos en cuenta los hospitales o clínicas de carácter privado debido a que el análisis pretende determinar los espacios urbanos de población potencialmente vulnerable, con lo que únicamente van a incluirse los centros con accesibilidad universal.
- ❑ Nodos de transporte: En esta categoría se incluyen los principales nodos de la red de transporte interurbano, como el aeropuerto, las estaciones de tren y los intercambiadores y estaciones de autobuses. Además, se han considerado dos puntos de intercambio modal de importancia, como son Príncipe Pío y Aluche.
- ❑ Oficinas de empleo: En este caso se hace referencia a las oficinas públicas de empleo de la ciudad de Madrid, que se consideran un recurso cuya recurrencia es mayor conforme más



vulnerable es la población, debido a factores intrínsecos como la situación económica, demográfica y laboral. Se consideran estas oficinas, por tanto, como centros de oportunidades laborales.

Una vez definidos los factores que van a condicionar la calidad de la accesibilidad y, por tanto, de la vulnerabilidad extrínseca de las diferentes secciones censales de Madrid, se va a recabar la información geográfica necesaria, así como los datos requeridos para el estudio y se va a uniformizar la información en cuanto a sus características espaciales se refiere. También habrá que definir la fecha y la hora del análisis, ya que los resultados pueden presentar grandes variaciones en función de la fecha escogida (la frecuencia del transporte público no es igual en periodo vacacional, en fin de semana o en un día de huelga de trabajadores del sistema de transporte público), así como en función de la hora, ya que hay grandes diferencias entre la frecuencia de transporte público existente en hora punta y en hora valle).

La información geográfica necesaria para la realización del análisis es la siguiente:

- ❑ Capas geográficas de los diferentes elementos considerados factores ponderables para el cálculo de la vulnerabilidad extrínseca.
- ❑ Capas geográficas de límites administrativos en base a los cuales se va a realizar el estudio, como son el término municipal o las secciones censales de Madrid.
- ❑ Red de transporte de Madrid: La red se compondrá tanto de archivos GTFS como del viario madrileño, ya que la población en riesgo de encontrarse en el umbral de la vulnerabilidad tiende a utilizar el transporte público así como los modos de transporte gratuitos o de bajo coste, bien sea la movilidad peatonal o la movilidad ciclista mediante los servicios de préstamo de bicicletas públicas. Los archivos GTFS se utilizan para gestionar el transporte público, pues cuentan con información relativa al calendario de funcionamiento del servicio, las líneas de transporte existentes, las frecuencias a las que pasan los vehículos de cada línea según franjas horarias, ciclos semanales y fechas, las horas de paso por cada parada o estación, las paradas o estaciones asociadas a cada línea del servicio y la velocidad existente en cada tramo del recorrido de cada línea.
- ❑ Datos demográficos en función de los límites administrativos existentes en Madrid y con relevancia en el estudio, de cara a obtener la población asociada a cada barrio o cada sección censal.

Por otra parte, dado que se trata de un análisis geográfico a través de redes de transporte (redes GIS), el software escogido va a ser ArcGIS 10.5.1, programa bajo licencia de la empresa ESRI, debido a su gran capacidad para la generación, procesamiento y análisis de este tipo de redes y a las facilidades que otorga al usuario para el manejo y la interpretación de los datos obtenidos gracias al módulo *Network Analyst*. Gracias a varias de las herramientas contenidas en este módulo de análisis de redes GIS se van a poder calcular de forma más o menos sencilla tanto las distancias como los tiempos en torno a los cuales se va a articular el análisis de la vulnerabilidad de los espacios urbanos de Madrid.

4.1 OBTENCIÓN DE DATOS, HERRAMIENTAS E INFORMACIÓN

4.1.1 OBTENCIÓN DE DATOS

Los datos necesarios para la realización del análisis que se ha citado anteriormente se obtuvieron de diversas fuentes y en diferentes formatos. Además, la información obtenida en formato *shapefile* no siempre se encontraba en el mismo sistema de coordenadas, por lo que hubo que reproyectar algunas capas para ajustarlas al sistema de coordenadas elegido para el análisis, el sistema de coordenadas proyectadas ETRS89 UTM, zona 30 Norte. Las fuentes de los datos e información utilizada durante el análisis espacial se encuentran recogidas en la tabla 1:

Tabla 1: Fuente de los datos utilizados en el análisis

DATOS UTILIZADOS	FORMATO	FUENTE
Secciones censales de Madrid	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Barrios de Madrid	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Centroides de las secciones censales de Madrid	Shapefile	Elaboración propia
Municipios de Madrid	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Polideportivos municipales	Shapefile	Ayuntamiento de Madrid
Museos	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Cines	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Institutos públicos	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Oficinas de empleo	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Hospitales públicos	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Comisarías de Policía Municipal	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Comisarías de Policía Nacional	Shapefile	Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid
Nodos de transporte	Shapefile	Elaboración propia
Datos de transporte público de Madrid	Archivos GTFS	Consorcio Regional de Transportes de Madrid
Viarío de Madrid	Shapefile	Departamento de Geografía Humana, UCM

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 OBTENCIÓN DE HERRAMIENTAS Y CREACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE

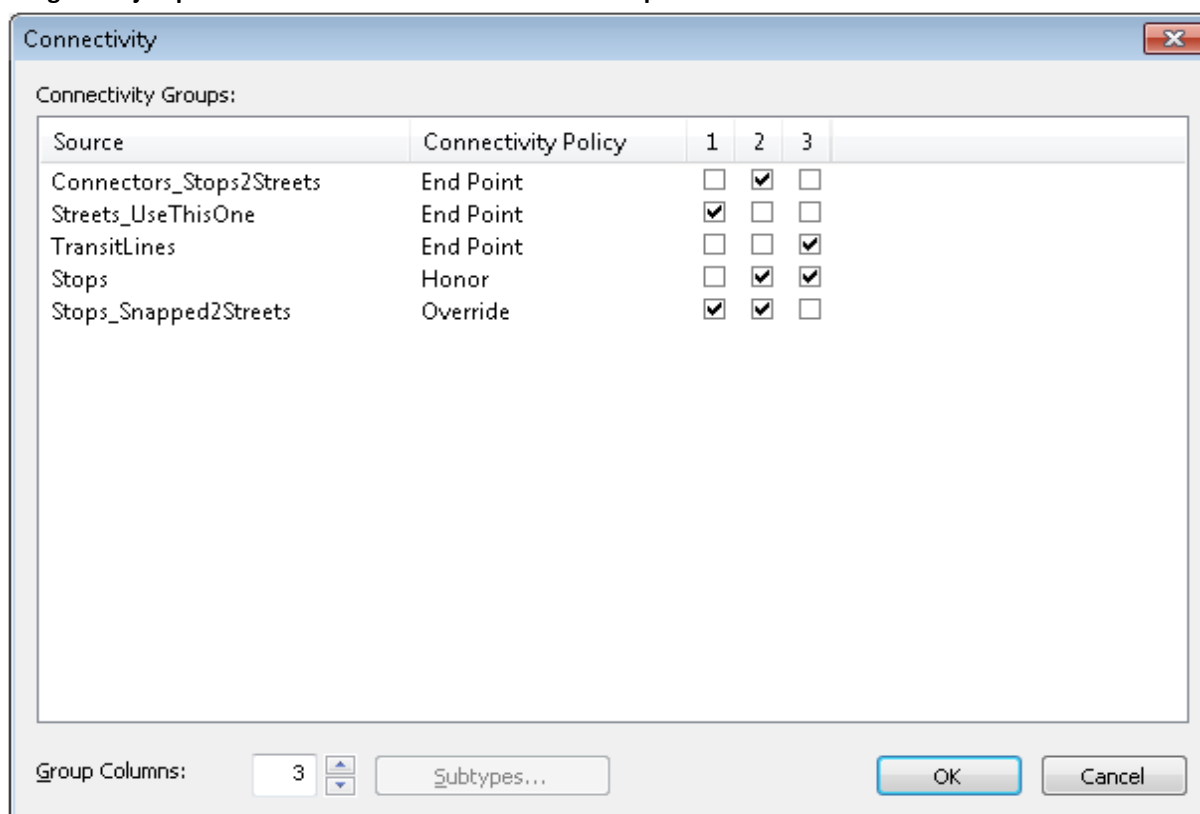
Para la creación de la red de transporte que se va a utilizar en el análisis hay que tener preparado el viario del área de estudio y un conjunto de datos GTFS válidos, en este caso serán los datos del

transporte público de Madrid. Existen herramientas de libre acceso que permiten la creación de redes de transporte que implementan archivos GTFS de forma sencilla. Para la creación de esta red se han utilizado tres de estas herramientas:

- ❑ *Generate Transit Lines and Stops.*
- ❑ *Generate Stop-Street Connectors.*
- ❑ *Get Network EIDs.*

Durante el proceso de creación de la red se pueden añadir capas de giros (delimitan los giros permitidos para el tráfico en el viario de estudio), así como datos de sentido de circulación (campo *Oneway*), de número de carriles por sentido, de velocidad permitida o de elevación (permiten las conexiones entre diferentes vías), entre otros. Además hay que especificar la conectividad existente entre las diferentes capas, ya que las líneas de metro no se conectan con la calle sin atravesar las bocas de metro, por ejemplo. Esta conectividad aparece representada en la imagen número 2:

Imagen 2: Ejemplo de conectividad entre las diferentes capas de la red



Fuente: GitHub.

Durante el proceso de creación de la red, además de estos factores también pueden y deben definirse las impedancias que se van a utilizar para medir los desplazamientos y los parámetros que caracterizan cada impedancia, ya que, por ejemplo, no tendrá los mismos parámetros el desplazamiento peatonal que el desplazamiento en metro. Una vez definidos estos parámetros se pueden implementar otro tipo de parámetros opcionales como la fecha del desplazamiento, la velocidad del movimiento peatonal, la posibilidad de acceso para personas con movilidad reducida,



posibles restricciones de acceso a vehículos o a peatones, etc. En este caso se va a utilizar la impedancia de tiempo, medido en minutos, ya que van a ser el factor que determine la accesibilidad desde las secciones censales hasta los centros de atracción o hasta los destinos seleccionados en cada caso. Dado que en la red se va a permitir el desplazamiento en varios modos de transporte, se va a tratar de una red de transporte multimodal. La jerarquía de los diferentes arcos de la red vendrá determinada por el tiempo empleado en hacer el mismo desplazamiento en diferentes modos de transporte, según tengan permitida o restringida la circulación a través de dicho arco, por lo que, en condiciones normales, primará el uso del transporte público sobre la movilidad peatonal a través del viario madrileño.

Una vez creada la red de transporte de Madrid se pueden utilizar varias funcionalidades del módulo *Network Analyst* de ArcGIS. En este caso se va a crear una matriz de coste OD, que pone en relación las entidades definidas como “origen” con las que se califican como “destino” a través de la red creada y mediante los modos de transporte que sean más convenientes, según la fecha indicada y la hora en la que se produzca el desplazamiento.

Además de la red de transporte, para empezar el análisis de las diferentes secciones censales de Madrid el resto de información debía estar preparada, tanto todos los datos listos, como la población de Madrid dividida por secciones censales, como todas las capas de información, que debían estar proyectadas en el mismo sistema de coordenadas (ETRS 89, UTM, zona 30 Norte). Para poder definir las secciones censales como origen de los desplazamientos, debía definirse un punto de cada una de estas unidades territoriales. Se extrajeron los centroides de cada sección censal y, tras comprobar que se encontraban en zonas de acceso público y asignarles la población de la unidad espacial a la que representaban, tan sólo quedaba definir la ponderación de los diferentes factores condicionantes de la accesibilidad y de los umbrales de vulnerabilidad extrínseca para estar en disposición de comenzar el análisis de los diferentes espacios urbanos de Madrid.

Por último, la hora determinada para el análisis son las 8 de la mañana, ya que se trata de un tramo horario de gran afluencia al sistema de transporte público (hora punta) y el servicio presenta frecuencias de paso muy elevadas. Por su parte, la fecha escogida para la realización del análisis es el 21 de diciembre del año 2017, en tanto que se trata de un jueves laborable fuera del periodo vacacional y en el que, a pesar de haber sido convocados paros en el servicio de transporte público de Madrid, éstos no afectaban a la hora del análisis. Los paros se habían convocado entre las 17 y las 21 horas, por lo que a las 8 horas el servicio de transporte público se prestaba en condiciones normales.

4.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EXTRÍNSECA

El análisis de la vulnerabilidad extrínseca de los diferentes espacios urbanos de Madrid va a permitir obtener la información necesaria para poder determinar, mediante la aplicación de los factores de ponderación y la fijación de umbrales de vulnerabilidad, cuáles de estos espacios son vulnerables en relación con su situación espacial y geográfica. Con el análisis se busca hallar la dificultad de acceso que sufren las secciones censales de Madrid respecto al centro de la ciudad, al conjunto medio de la ciudad de Madrid y a los principales centros de atracción de los medios urbanos.



El análisis GIS de la vulnerabilidad extrínseca de los diferentes espacios urbanos de Madrid se puede descomponer en varias etapas. La primera etapa constaría de un análisis a nivel local en el que se evaluaría la accesibilidad de cada sección censal de Madrid al centro de la ciudad, mientras que la segunda etapa contaría con un análisis referido al conjunto de la ciudad. La tercera etapa consistiría en el análisis de la accesibilidad desde cada sección censal hasta los principales centros de atracción de los medios urbanos. Siguiendo así, se aplicaría, para cada factor, su umbral correspondiente, así como su ponderación, ya que no todos los factores de incidencia presentan la misma relevancia ni condicionan de la misma forma a los habitantes de cada unidad territorial. Además, cada etapa tendría una ponderación global en base a la cual se definirían las secciones censales vulnerables de Madrid, en lo que a sus características extrínsecas se refiere.

Los análisis a realizar tienen como objetivo la obtención de un valor numérico que ostente la función de calificación de la accesibilidad de las personas residentes en la sección censal analizada con respecto al destino del que se trate, en cada caso. Este cálculo se va a llevar a cabo a partir del umbral de vulnerabilidad previamente establecido, diferente para cada tipo de destino analizado, y una doble interpolación lineal que permita escalar los resultados en función de los diferentes tiempos de desplazamiento. El umbral de vulnerabilidad establecido se identificará con el tiempo de desplazamiento al que se le asignará una calificación de 5 puntos, considerando que los tiempos superiores ya son excesivos y, por tanto, conllevan asociado un cierto grado de vulnerabilidad; mientras que los tiempos inferiores no indican riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca para las secciones que los experimenten. Al mayor tiempo de desplazamiento se le va a asignar una calificación de 0 puntos y al menor tiempo de desplazamiento le corresponderá una calificación de 10 puntos. La calificación del resto de tiempos de desplazamiento se va a calcular a través de una interpolación lineal con dos tramos de puntuación:

- ❑ Primer tramo de calificación: Comprende los valores temporales de desplazamiento inferiores al umbral de vulnerabilidad y superiores al tiempo mínimo, que obtendrán calificaciones englobadas entre 5,0 y 10,0.
- ❑ Segundo tramo de calificación: Comprende los valores temporales de desplazamiento superiores al umbral de vulnerabilidad e inferiores al tiempo máximo, que obtendrán calificaciones incluidas entre 0,0 y 5,0.

4.2.1 ACCESIBILIDAD DE CADA SECCIÓN CENSAL A LA PLAZA DE CIBELES

El análisis a realizar en esta etapa del proyecto consiste en medir el tiempo empleado en el desplazamiento mediante movilidad peatonal o en transporte público desde los centroides de todas las secciones censales de Madrid hasta la plaza de Cibeles, realizándose ambos a través de la red de transporte creada anteriormente.

Este análisis se articula en torno a la resolución de la matriz de coste OD que se ha generado en la que se asignan como orígenes los centroides de las 2.415 secciones censales que componen el municipio de Madrid y como destino la plaza de Cibeles. El resultado temporal se interpolará mediante el método expuesto para obtener una simulación de calificación de cada sección censal en lo que respecta a dicho cálculo. La calificación obtenida por cada unidad territorial en este cálculo ponderará un 20% respecto al total, de cara al cálculo de la vulnerabilidad extrínseca de las



diferentes secciones censales de Madrid. Así, el umbral de vulnerabilidad se establece para este cálculo en 30 minutos.

4.2.2 ACCESIBILIDAD DE CADA SECCIÓN CENSAL A TODAS LAS DEMÁS

Este cálculo pretende determinar cuáles son las unidades territoriales de Madrid que se encuentran en peores condiciones de accesibilidad respecto al conjunto de la ciudad, concebido éste como la media del tiempo de desplazamiento desde cada sección censal hasta el resto de las secciones censales de la capital española. Los tiempos de desplazamientos medirán los trayectos mediante movilidad peatonal o transporte público a través de la red de transporte de Madrid, generando una matriz de coste OD donde tanto los orígenes como los destinos serían las secciones de Madrid, con lo que dicha matriz será una “matriz de todos contra todos”.

El valor medio del tiempo de desplazamiento desde cada unidad territorial hacia el resto de ellas será el valor concebido como tiempo de desplazamiento al conjunto de la ciudad. La tabla resultante de resolver dicha matriz OD habrá que resumirla por su campo identificativo de origen, marcando los campos de tiempo de desplazamiento y distancia de desplazamiento hacia el resto de secciones censales como “mean” (media aritmética), y la tabla resultante se añadirá a la capa de los centroides de las secciones censales en la que se calculó el análisis de accesibilidad al centro de la ciudad. Cuando las capas estén unidas, se calculará la calificación de cada unidad. El umbral de vulnerabilidad se establece en los 45 minutos de desplazamiento, asignando una nota de 0 al valor temporal medio más elevado, un valor de 10 al recorrido medio más corto y una nota de 5 al valor de 45 minutos (umbral de vulnerabilidad). Los valores intermedios se calcularán mediante interpolación lineal entre el valor umbral y los valores medios más altos y más bajos.

La calificación de la vulnerabilidad extrínseca de cada sección censal en este apartado ponderará un 25% respecto al total, con el objetivo de determinar los espacios urbanos más vulnerables en lo que a su condición geográfica se refiere. Se ha asignado una mayor ponderación a este cálculo frente al anterior ya que el valor obtenido para cada unidad espacial surge como resultado de la longitud temporal media de 2.414 vectores, por lo que es más representativo y se encuentra más ajustado a la realidad.

4.2.3 ACCESIBILIDAD DE CADA SECCIÓN CENSAL A LOS CENTROS DE ATRACCIÓN

Con este cálculo se va a determinar la posible condición de “vulnerable” de cada sección censal de Madrid en lo que respecta a la accesibilidad a los principales centros de atracción del medio urbano, como son los centros sanitarios, educativos o culturales, entre otros. Para estimar la posible condición de vulnerabilidad se va a tomar el valor de la distancia, medida en escala temporal, entre cada unidad territorial y el elemento más cercano de todos los factores contabilizados como centros de atracción. Para cada uno de ellos se va a establecer un umbral de vulnerabilidad, que será el tiempo máximo aceptado de desplazamiento entre el centroide de cada sección censal y el equipamiento sin existir vulnerabilidad. Además, cada uno de los factores va a presentar una ponderación determinada que, entre todas, determinarán la posible vulnerabilidad extrínseca de la unidad espacial respecto a los centros de atracción del medio urbano. Este valor total contabilizará un 55% respecto al cálculo de la vulnerabilidad extrínseca total de la sección. Este porcentaje es mayor que en los casos anteriores ya que, en la rutina diaria de un habitante medio de Madrid, tiene



más valor y más importancia encontrarse cerca de los servicios básicos (alimentación, sanidad, educación, empleo, etc.), que estar cerca del centro de la ciudad, o de la ciudad en conjunto.

El análisis entre las secciones censales y los centros de atracción se realizará mediante la aplicación de la herramienta “Instalación más cercana” (*Closest facility*, en su versión en inglés) del módulo de ArcGIS *Network Analyst* (Análisis de Redes), que pone en relación cada origen con el elemento de destino que se encuentra más próximo, o cuyo trayecto de desplazamiento supone un coste menor, en este caso un tiempo de desplazamiento más reducido.

Para cada uno de los factores, además del umbral de vulnerabilidad, se va a establecer un método de doble interpolación lineal para evaluar la accesibilidad desde cada sección, al igual que en los casos anteriores. El resultado de la media ponderada de las calificaciones de la accesibilidad de cada unidad territorial respecto a los centros de atracción supondrá un 55% de la accesibilidad extrínseca total de las secciones censales de Madrid.

Por último, también se va a analizar la efectividad y el servicio ofrecido por cada elemento de cada categoría de los centros de atracción mediante el cálculo de la población abastecida por cada uno de ellos. Este proceso se implementará a través de la aplicación de la herramienta de análisis de redes “Área de Servicio” (*Service Area*).

* * *

A partir de estos tres cálculos se podrán determinar las secciones censales más vulnerables de Madrid en lo que al componente extrínseco se refiere, así como la población afectada en cada caso, por esta vulnerabilidad extrínseca. Además, se podrá determinar también cuáles son los elementos más eficientes de cada uno de los centros de atracción diferenciados, en cuanto al servicio ofrecido y a la población abastecida.

4.3 PONDERACIÓN DE FACTORES Y DEFINICIÓN DE UMBRALES DE VULNERABILIDAD

Para poder valorar los resultados del análisis territorial de los diferentes espacios urbanos de Madrid es necesario fijar unos umbrales de vulnerabilidad, así como una ponderación de la importancia de los diferentes factores condicionantes de la vulnerabilidad extrínseca de cada sección censal de la ciudad de Madrid. Los umbrales de vulnerabilidad van a depender de la importancia de la accesibilidad a cada factor de análisis, cuantificada ésta en función de la frecuencia de acceso que presente, así como del grado de necesidad del servicio ofrecido, teniendo en cuenta en todo momento que se trata de un análisis de vulnerabilidad y que la población socialmente vulnerable presenta unas características propias que condicionan sus desplazamientos.

4.3.1 DEFINICIÓN DE UMBRALES DE VULNERABILIDAD

Los umbrales de vulnerabilidad indican franjas de tiempo de desplazamiento desde las secciones de Madrid a partir de las cuales se determinará la vulnerabilidad extrínseca de las mismas. En la definición de los umbrales se ha de tener en cuenta el factor analizado, ya que si se trata del acceso a un bien o un servicio básico, el umbral ha de ser más bajo que si se trata de un servicio de ocio. Además, la designación de los umbrales de vulnerabilidad ha estado apoyada por las estadísticas resultantes de los análisis de accesibilidad de cada una de las etapas del proyecto.

Así pues, los umbrales de vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid determinados en función de las etapas del análisis se encuentran reflejados en la tabla número 2.

Tabla 2: Umbrales de vulnerabilidad de las diferentes etapas del análisis

CÁLCULO	UMBRAL DE VULNERABILIDAD
Desde cada sección censal a la plaza de Cibeles	30 minutos
Desde cada sección censal a todas las demás	45 minutos
Desde cada sección censal a los centros de atracción (media ponderada de todos los factores)	Variable para cada factor

Fuente: Elaboración propia.

Además de existir unos umbrales de vulnerabilidad diferentes para cada etapa del análisis de la accesibilidad de las secciones censales de Madrid, dentro de la tercera etapa va a haber varios análisis independientes entre sí y con características propias. En base a dichas características y a la importancia de cada factor de atracción se han establecido una serie de umbrales de vulnerabilidad diferenciados para cada centro de atracción poblacional de los centros urbanos diferenciado e incluido en el proyecto. Estos umbrales de vulnerabilidad aparecen recogidos en la tabla 3.

Tabla 3: Umbrales de vulnerabilidad del análisis de los centros de atracción

CENTRO DE ATRACCIÓN	UMBRAL DE VULNERABILIDAD
Centrales de seguridad ciudadana	15 minutos
Centros culturales	25 minutos
Centros deportivos	25 minutos
Centros educativos	15 minutos
Centros sanitarios	20 minutos
Nodos de transporte	25 minutos
Oficinas de empleo	20 minutos

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 PONDERACIÓN DE FACTORES DE VULNERABILIDAD

La ponderación de los factores de atracción del medio urbano, factores condicionantes de la vulnerabilidad extrínseca de los diferentes espacios urbanos, viene determinada por la importancia del factor en cuestión en la vida cotidiana de los habitantes de Madrid, así como por la frecuencia de desplazamientos de un ciudadano medio desde su residencia hasta dichos puntos de atracción. En base a estas premisas se ha elaborado la tabla 4, donde se encuentran definidas las siguientes ponderaciones:

Tabla 4: Ponderación de la vulnerabilidad extrínseca total de las secciones censales de Madrid.

CÁLCULO	PONDERACIÓN
Desde cada sección censal a la plaza de Cibeles	20%
Desde cada sección censal a todas las demás	25%
Desde cada sección censal a los centros de atracción (media ponderada de todos los factores)	55%

Fuente: Elaboración propia.

Así como en la tercera etapa existen umbrales de vulnerabilidad diferenciados para cada centro de atracción en función de sus características y de su importancia para la población, dichas cualidades propias de cada factor van a condicionar para que las ponderaciones de cada uno de ellos se encuentren acordes a su importancia. Estas ponderaciones parciales aparecen en la tabla 5.

Tabla 5: Ponderación de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid según centros de atracción

CENTRO DE ATRACCIÓN	PONDERACIÓN PARCIAL
Centrales de seguridad ciudadana	15%
Centros culturales	10%
Centros deportivos	10%
Centros educativos	20%
Centros sanitarios	20%
Nodos de transporte	15%
Oficinas de empleo	10%

Fuente: Elaboración propia.

4.4 DETERMINACIÓN DE LOS ESPACIOS URBANOS VULNERABLES DE MADRID

4.4.1 DISCRIMINACIÓN DE LAS SECCIONES CENSALES VULNERABLES

A partir de los cálculos obtenidos al aplicar las ponderaciones y los umbrales de vulnerabilidad se obtiene una “calificación” o una valoración de la vulnerabilidad extrínseca de cada sección censal. Esta valoración numérica puede albergar valores contenidos entre el 0 y el 10, siendo el 0 “graves problemas de accesibilidad” y el 10 “accesibilidad perfecta”; por lo que se deduce que con una calificación baja, entendiendo como tal una calificación inferior a 5,0, el barrio presentaría vulnerabilidad extrínseca, más acentuada cuanto más baja sea la calificación.

Una vez determinados los espacios urbanos espacialmente más vulnerables de Madrid, se expondrán los resultados, contrastando las hipótesis y los objetivos de los que partía el proyecto, pudiendo haberlos refutado o, por el contrario, quedando descartados. A partir de las conclusiones del proyecto se podrá plantear un estudio individualizado de la situación espacial de cada sección censal o cada barrio de Madrid en situación de vulnerabilidad extrínseca, de cara a discernir los motivos principales de dicha situación y poder promover situaciones o prácticas que faciliten su corrección, generando áreas con mejor accesibilidad y sin rasgos de marginalidad espacial.



5 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EXTRÍNSECA DE LA POBLACIÓN DE MADRID

5.1 ASPECTOS PREVIOS

Para poner en práctica el análisis de la vulnerabilidad extrínseca de la población de Madrid se toma como unidad territorial de referencia la sección censal, con la intención de realizar un análisis preciso y concluyente. El punto de partida de este análisis es, por una parte, la red de transporte de Madrid creada anteriormente y, por otra parte, el resto de capas de información de las que se dispone. Resulta necesario tener en cuenta también los datos de población asignados a alguna de las unidades espaciales con las que se va a trabajar. En este caso se trata de los datos de población referida a nivel de sección censal.

Por último, para realizar los análisis con las diferentes herramientas del módulo de análisis de redes (“Matriz de coste OD”, “Instalación más cercana” y “Área de servicio”), resulta necesario contar con un punto de origen de los desplazamientos. Puesto que las secciones censales son polígonos, conviene obtener el centroide de dichas unidades territoriales, que tendrán asignados los datos de población correspondientes, para que ejerza como origen o destino de los desplazamientos. El centroide se obtiene con la herramienta “De entidad a punto”.

Dado que los centroides se sitúan espacialmente en función de la forma de cada polígono que compone la capa de secciones censales, es posible que algunos centroides aparezcan situados, de manera predeterminada, en lugares inaccesibles por la red, o asociados a arcos de la red de viario que presenten errores topológicos y no se encuentren conectados al resto de ella. Los centroides situados en puntos conflictivos habrá que desplazarlos a puntos de sus respectivas secciones censales donde no se generen conflictos topológicos. Por otra parte, en la periferia de Madrid existen unidades territoriales muy grandes que presentan población únicamente en algunas áreas próximas entre sí y respecto al límite del polígono. En esos casos, la situación por defecto del centroide en el centro geométrico del polígono va a condicionar para que los análisis que se realicen no sean realistas, por lo que estos puntos también habrá que desplazarlos a los sectores de los polígonos de sus respectivas secciones censales donde resida realmente la población. De esta forma se garantizará un mayor realismo en las mediciones de distancias y una mayor adecuación de los resultados a la realidad existente en estas secciones.

De igual manera, es posible que las ubicaciones de algunos elementos de las diferentes capas de equipamientos urbanos se encuentren en puntos inaccesibles para la red debido a errores de conexión (arcos aislados, inconexos, imposibilidad de atravesar ciertos arcos, etc.), por lo que posiblemente haya que reubicar algunos de estos elementos. En el caso de que sea necesaria la reubicación de algún elemento, ésta se hará procurando que la modificación no altere los datos significativamente y sean lo más realistas posible.

5.2 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD EXTRÍNSECA DE LAS SECCIONES CENSALES DE MADRID

El análisis de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales del término municipal de Madrid consta de tres etapas, en función del tipo de análisis a realizar en cada una de ellas. Aunque las tres etapas se encuentran centradas en torno a la accesibilidad existente desde las diferentes unidades territoriales de Madrid, la ponderación asociada a cada etapa va a ser distinto, ya que la importancia de las diferentes accesibilidades no es igual.

5.2.1 PRIMERA ETAPA: ACCESIBILIDAD DE LAS SECCIONES CENSALES AL CENTRO DE LA CIUDAD

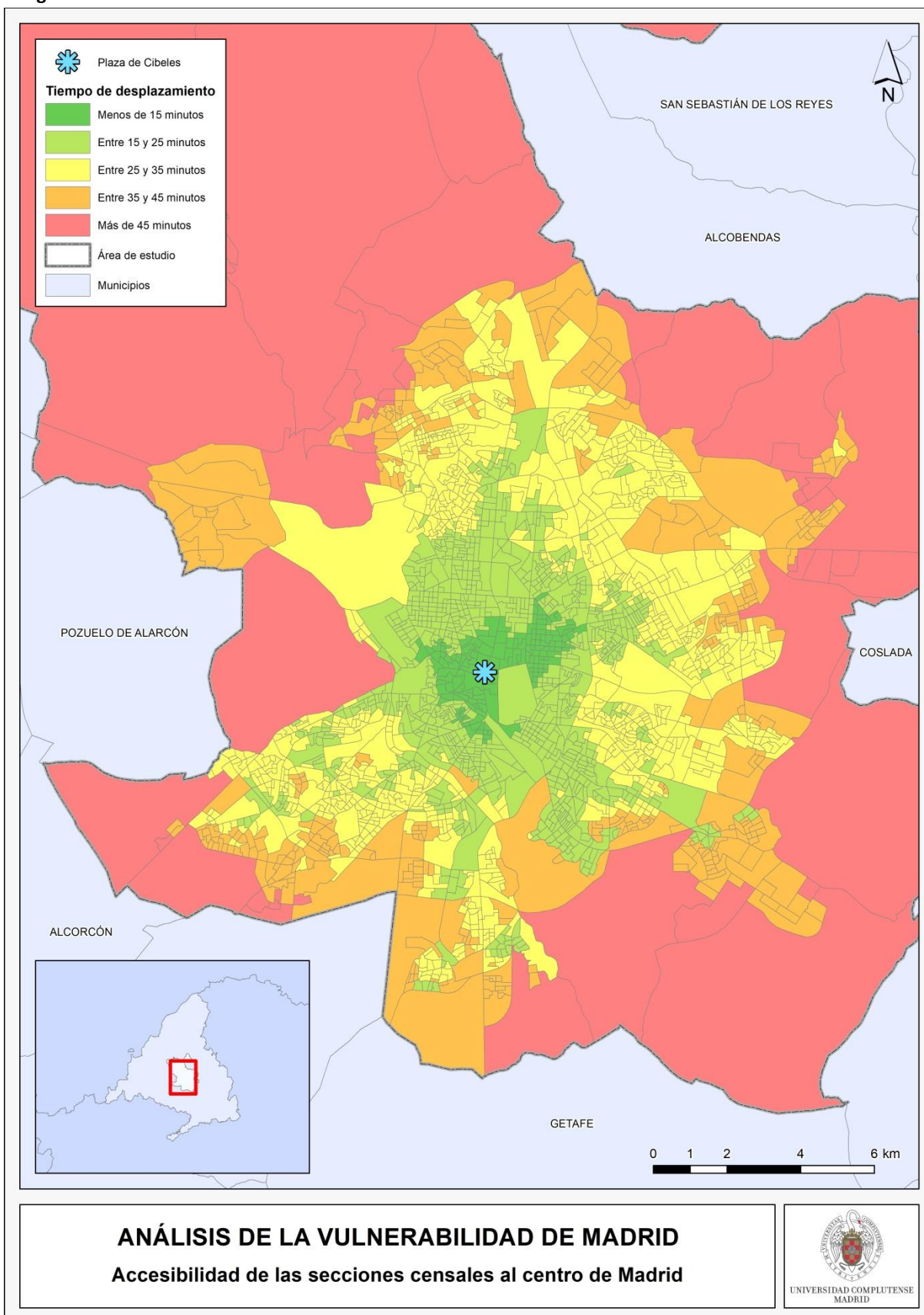
La primera etapa del análisis de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales del municipio de Madrid va a estar definida por el análisis de la accesibilidad al centro de la ciudad de Madrid, identificado en la plaza de Cibeles. La calificación de la accesibilidad obtenida en esta etapa supondrá el 20% de la calificación final de la vulnerabilidad extrínseca de cada sección censal. El umbral de vulnerabilidad, por otra parte, se ha establecido en 30 minutos de desplazamiento.

Como resulta evidente, cuanto más periférica sea una unidad territorial, a priori más tiempo tardará en desplazarse hasta el centro de la ciudad, aunque en los sectores más externos de la ciudad de Madrid se ven claras diferencias en la accesibilidad existente en secciones censales contiguas. Estas diferencias, apreciables sobre todo en los barrios del Sur de Madrid, se deben a la existencia de la red de transporte público, menos densa y más polarizada cuanto más lejos del centro de la ciudad. Las secciones censales que cuentan con un nodo de la red de transporte público presentan tiempos de acceso a la plaza de Cibeles sensiblemente inferiores a los mostrados por las secciones censales periféricas que carecen de dicho nodo de la red. Los resultados de este análisis se muestran de forma gráfica en la imagen número 3.

En términos generales hasta 1.035 secciones censales madrileñas presentan tiempos de desplazamiento hasta el centro de la ciudad que superan los 30 minutos, valor fijado como umbral de vulnerabilidad, lo que supone cerca del 40% del total de secciones de Madrid. Esto implica que casi un millón y medio de personas se encuentre por debajo del umbral de vulnerabilidad en lo que a la accesibilidad al centro de la ciudad se refiere. De acuerdo con la simbología del mapa, el grupo de secciones censales más desfavorecidas (más de 45 minutos de desplazamiento) aglutina prácticamente a 100.000 personas, procedentes principalmente de barrios como Buenavista, Casco Histórico de Vallecas o Rejas, entre otros.

Atendiendo a la calificación hallada para cada sección censal en lo que a términos de accesibilidad al centro de Madrid respecta, existen 10 secciones censales con resultados de mala accesibilidad (calificación inferior a 3,0), con un total de 20.000 personas afectadas por esta situación de ineficiencia en cuanto al servicio de transporte público.

Imagen 3: Accesibilidad de las secciones censales al centro de la ciudad de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



Atendiendo a los indicadores estadísticos resultantes de este primer análisis (tabla número 6 y gráfico número 1, ubicados en el anexo documental) se puede observar que el tiempo medio de desplazamiento desde las secciones censales al centro de Madrid es de 27,5 minutos, ligeramente inferior al umbral de vulnerabilidad. La mediana, por su parte, se encuentra próxima a los 28 minutos, lo que significa que la mayor parte de las secciones censales de Madrid muestran tiempos de desplazamiento al centro de la ciudad que no alcanzan el umbral de vulnerabilidad. Tomando los datos de desviación típica y el coeficiente de variación, así como el gráfico de distribución de los tiempos de desplazamiento se puede apreciar con claridad que la inmensa mayoría de las secciones censales presentan tiempos de desplazamiento inferiores a 40 minutos, y que se localizan muy próximos a la media.

5.2.2 SEGUNDA ETAPA: ACCESIBILIDAD DE LAS SECCIONES CENSALES AL CONJUNTO DE LA CIUDAD

El umbral de vulnerabilidad en este caso se ha establecido en 45 minutos de trayecto, mayor que en el caso anterior debido a que las distancias máximas de desplazamiento posibles para cada sección censal son mayores que en el caso de accesibilidad al centro de la ciudad.

Las unidades territoriales con peor accesibilidad al conjunto de la ciudad y, por lo tanto, más vulnerables en este aspecto, son las que se sitúan en la periferia de la ciudad de Madrid, aunque existen diferencias sustanciales entre ellas. Estas diferencias se deben, principalmente, a la escasa densidad de la red de transporte público existente en estos sectores urbanos, en comparación con el centro de la ciudad, sobre todo en lo que al transporte público ferroviario se refiere.

La nota de vulnerabilidad extrínseca obtenida por cada sección censal en este análisis ponderará un 25% en el cálculo de la vulnerabilidad extrínseca total para cada unidad espacial. Esta ponderación es ligeramente superior en este caso respecto al análisis de accesibilidad de las secciones censales al centro de la ciudad debido a que resulta de más utilidad presentar una mejor accesibilidad hacia todo el conjunto de la ciudad que sólo hacia el centro de la misma, aunque ésta se exprese mediante la media aritmética de la accesibilidad al resto de secciones censales de la ciudad. Se ha concebido el segundo análisis como más representativo de la realidad en cuanto a movilidad, transporte y accesibilidad que presenta cada unidad territorial madrileña en la cotidianidad del día a día de sus habitantes. El resultado de este análisis se muestra a través de la imagen número 4.

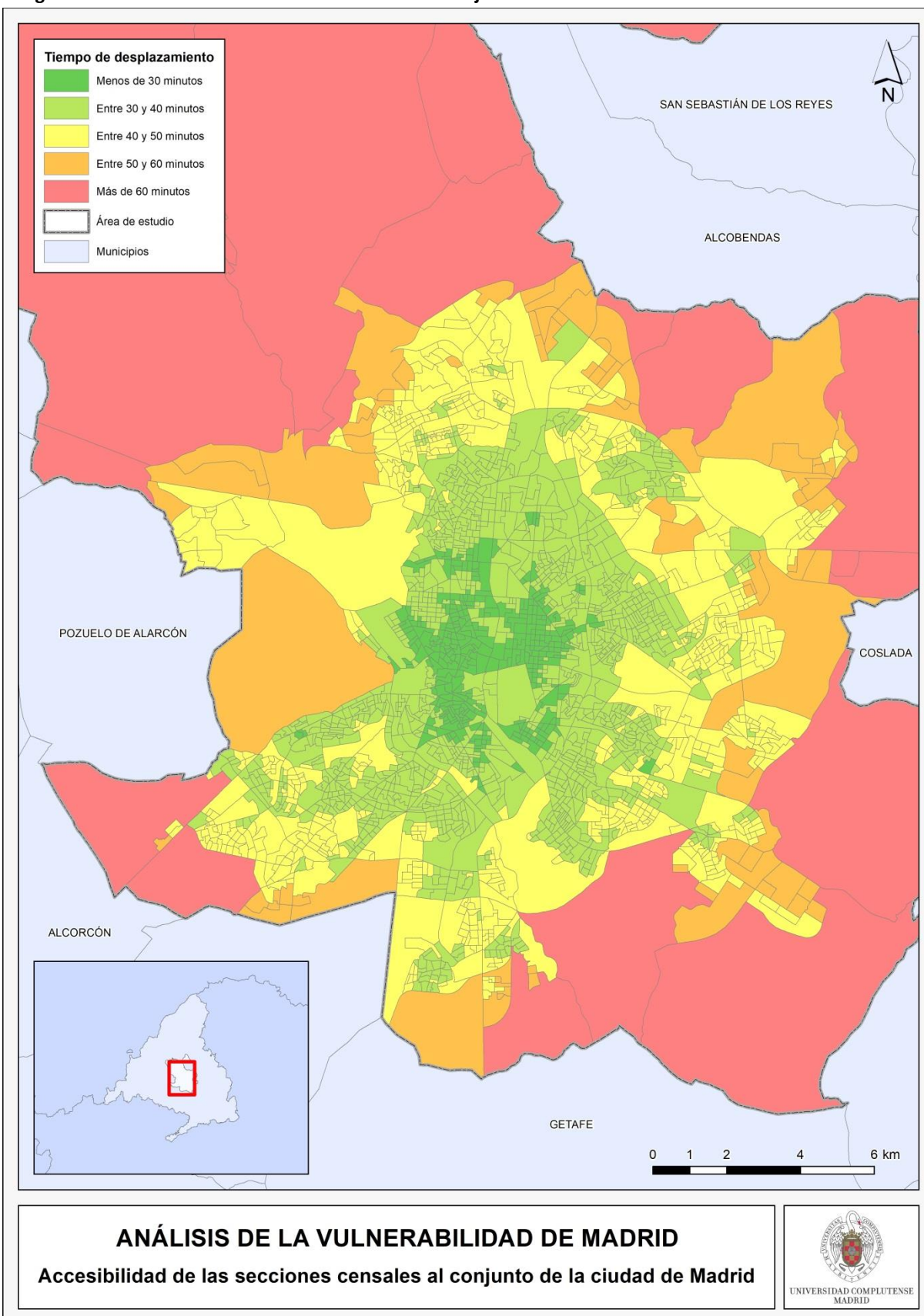
En cuanto a la población afectada por las deficiencias de accesibilidad al conjunto de la ciudad de Madrid, más de 250 secciones censales presentan tiempos medios de desplazamiento que se encuentran por encima del umbral de vulnerabilidad, lo que afecta a cerca de medio millón de habitantes (alrededor del 15% de la población total de la capital española). Atendiendo a la simbología del mapa, un total de 19 secciones censales aparecen en color rojo por presentar más de 60 minutos de desplazamiento respecto al conjunto de la ciudad. Este grupo de secciones censales representa a las unidades territoriales más desfavorecidas en lo que a este aspecto se refiere, y engloba a un total de 50.000 personas provenientes de diferentes espacios urbanos. Entre los barrios con más población afectada se encuentran Aeropuerto, Casco Histórico de Vallecas, Rejas y Valdefuentes.



Por otra parte, si se atiende a la valoración numérica calculada en la evaluación de la accesibilidad de cada unidad territorial al conjunto de la ciudad de Madrid, hasta ocho secciones censales presentan unas condiciones de accesibilidad temporal muy deficientes al obtener una calificación muy baja (inferior a 3,0), lo que significa que un total de 13.000 personas se encuentran prácticamente desatendidas por el transporte público y en una situación de completa vulnerabilidad espacial. Además, esta vulnerabilidad condiciona negativamente y eleva el riesgo de marginación social de las personas que residen en las secciones censales más afectadas.

La media de los tiempos de desplazamiento obtenidos en este análisis se encuentra prácticamente en 38 minutos, como puede observarse en la tabla número 7, alojada en el anexo documental. Sin embargo, la mediana es ligeramente inferior a la media, sobre los 37 minutos de desplazamiento, lo que significa que la mayor parte de los desplazamientos son más cortos que el desplazamiento tipo. Atendiendo al coeficiente de variación, así como a la desviación típica, la mayor parte de los desplazamientos van a presentar tiempos cercanos a la media, ya que ambos valores son pequeños. Esta distribución se aprecia con mayor claridad en el gráfico número 2, situado junto a la citada tabla. En el gráfico se observa que, a pesar de existir una “cola” bastante larga, con tiempos máximos de más de dos horas, la inmensa mayoría de los desplazamientos se encuentra por debajo de los 45 minutos, límite fijado como umbral de vulnerabilidad para este análisis.

Imagen 4: Accesibilidad de las secciones censales al conjunto de la ciudad de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



5.2.3 TERCERA ETAPA: ACCESIBILIDAD DE LAS SECCIONES CENSALES A LOS CENTROS DE ATRACCIÓN

Para analizar la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid resulta indispensable evaluar la accesibilidad existente desde cada unidad espacial de la ciudad hacia los principales centros de atracción de los entornos urbanos. Con la calificación de la accesibilidad de todos ellos para cada unidad espacial, se puede calcular la media ponderada que determinará si las secciones de Madrid presentan vulnerabilidad extrínseca en lo referido a los centros de atracción poblacional de la ciudad de Madrid.

Además, para cada elemento de cada categoría de los diferentes centros de atracción se establece su área de servicio, es decir, el volumen de población a la que abastece en su labor de ejercer un determinado servicio y que, en términos de tiempo de desplazamiento, parece más lógico que vaya a desplazarse hasta cada uno de ellos.

5.2.3.1 CENTRALES DE SEGURIDAD CIUDADANA

La seguridad y la protección ante los diferentes riesgos existentes en los entornos urbanos son aspectos clave para el desarrollo de una sociedad con una calidad de vida elevada. Para que la seguridad y la protección de los diferentes espacios del tejido urbano sean eficaces y eficientes, la accesibilidad ha de ser óptima desde todos los puntos de las áreas urbanizadas hacia las centrales de seguridad, permitiendo que los ciudadanos puedan desplazarse hasta las comisarías de Policía empleando el menor tiempo posible.

La capa de centrales de los cuerpos de seguridad públicos de Madrid está compuesta por las comisarías de Policía existentes en la ciudad, ya sean cuerpos de ámbito municipal o nacional. No se incluyeron dependencias militares o de la Guardia Civil debido a que, en un ámbito urbano como la ciudad de Madrid, éstas no presentan tanta relevancia. Tampoco se ha tenido en cuenta el cuerpo de bomberos puesto que, si bien la función que realizan se engloba dentro de los servicios de seguridad, no realiza las mismas funciones que la Policía, por lo que sus áreas de influencia no podrían nunca ser diferentes, sino complementarias, estando espacialmente superpuestas. Además, elegir ciertos cuerpos de seguridad hace que el criterio sea selectivo en cuanto a las unidades territoriales afectadas.

Para evaluar la accesibilidad desde las secciones censales hacia las centrales de seguridad ciudadana de Madrid se ha fijado un umbral de vulnerabilidad extrínseca de 15 minutos de desplazamiento. Por su parte, la calificación de la accesibilidad de cada unidad territorial de Madrid en cuestiones de seguridad supondrá un 15% del total de la calificación de la accesibilidad de las secciones censales a los centros de atracción. El mapa en el que se recoge el resultado de dicho análisis aparece como la imagen número 5.

Más de 600 unidades territoriales presentan tiempos de desplazamiento que superan el umbral de vulnerabilidad establecido, lo que indica que casi un millón de personas residen en secciones censales que se encuentran en situación de accesibilidad deficiente en lo que a los cuerpos de seguridad se refiere. Esta población representa en torno al 30% del total de Madrid.



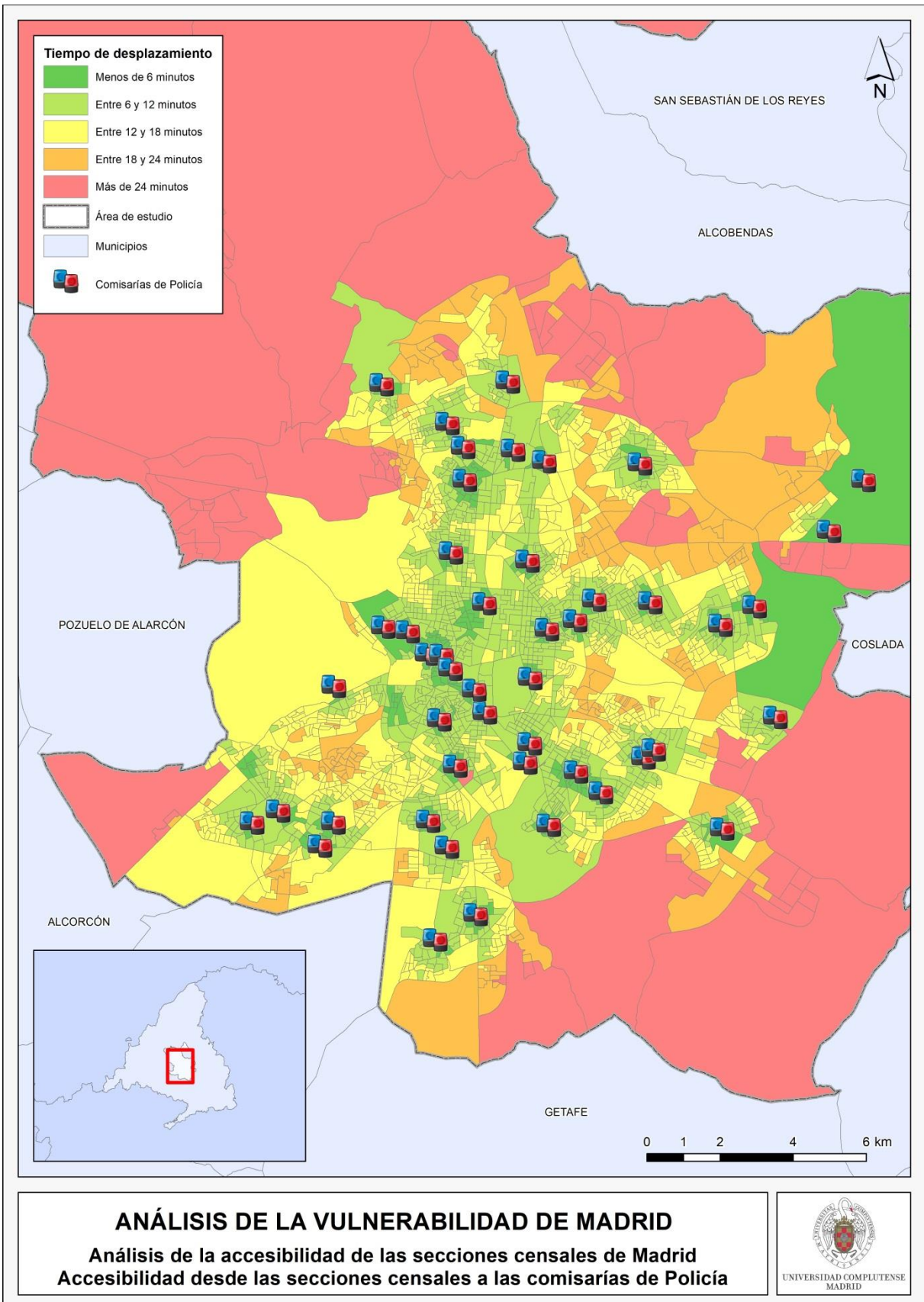
Poniendo el punto de atención en el mapa adjunto, y más concretamente en la simbología aplicada, en total dentro de la categoría de secciones censales con accesibilidad más deficiente desde las centrales de seguridad madrileñas (tiempo de desplazamiento superior a 24 minutos) se encuentran únicamente 84 de estas unidades territoriales, un número bastante reducido frente a las más de 600 secciones censales que presentaban tiempos de acceso superiores a los 15 minutos. Aun así, teniendo en cuenta únicamente las unidades espaciales que aparecen coloreadas en rojo en el mapa, la población afectada por esta disfuncionalidad espacial sumaría casi 200.000 personas, procedentes principalmente de secciones censales ubicadas en los barrios de Aravaca, casco Histórico de Vallecas, Valdefuentes y Valverde.

Por último, atendiendo a la valoración numérica realizada sobre el ámbito de la seguridad cabe indicar que únicamente 12 de estas unidades espaciales presentan una nota inferior a 3,0. Estas secciones presentan tiempos de acceso de los cuerpos de seguridad superiores a los 40 minutos, lo que supone la existencia real de un riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca. En total casi 22.000 personas se encuentran afectadas por esta situación.

A partir de los resultados de este análisis se ha generado la tabla número 8 y el gráfico número 3, como reflejo de los indicadores estadísticos más relevantes. El tiempo medio de desplazamiento entre las secciones censales y las comisarías de Policía de Madrid es de poco más de 12 minutos, inferior al umbral de vulnerabilidad en casi un 20%. La mediana se sitúa incluso por debajo de ésta, con 11,3 minutos de desplazamiento, por lo que más de la mitad de las secciones censales de Madrid presentan una muy buena accesibilidad respecto a este centro de atracción.

Atendiendo al gráfico de distribución de los tiempos de desplazamiento, así como al valor de desviación típica, se puede afirmar que la gran mayoría de los desplazamientos presentan valores de tiempo que se encuentran muy próximos a la media, estando la inmensa mayoría por debajo de los 20 minutos.

Imagen 5: Accesibilidad de las secciones censales a las comisarías de Policía de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



El área de servicio de las diferentes comisarías de Policía de la ciudad de Madrid presenta valores muy desiguales entre sí en lo que se refiere tanto a la superficie abarcada como a la población atendida por cada una de ellas. Estas discrepancias encuentran su explicación en las impedancias asignadas a la red de transporte de Madrid a través de la cual se realizan los análisis espaciales, y es que únicamente se tienen en cuenta la movilidad peatonal y la movilidad en transporte público, por lo que, entre elementos distanciados entre sí, ganará mayor superficie y población a la que dar servicio aquel elemento que se encuentre más cerca de una parada de algún modo de transporte público, especialmente el de tipo ferroviario, ya que la velocidad media es superior. El resultado de este análisis se recoge en la imagen número 6, que se encuentra alojada en el anexo documental de este proyecto, ubicado al final del documento.

Además, para poder explicar completamente las diferencias más grandes encontradas en los valores de población abastecida por las diferentes comisarías de Policía hay que aludir también al diseño del entramado urbano y a la localización de cada una de las centrales de seguridad ciudadana. Cuando una comisaría se encuentra muy cerca del límite del tejido urbano madrileño, es posible, si las condiciones del transporte público son favorables, que abarque mucho área de servicio hacia fuera de la ciudad, pero la población abastecida en ese área va a ser escasa, ya que la densidad poblacional existente en la periferia de la ciudad es muy baja en comparación con los barrios más céntricos.

Por último, otro factor condicionante e influyente en cuanto a la población abastecida es el referido a la tipología edificatoria de los diferentes espacios urbanos de Madrid. Si un barrio presenta una tipología edificatoria dominada por grandes bloques de viviendas, adosados unos a otros, la densidad poblacional será mayor que si el tipo de edificio predominante es la vivienda unifamiliar, independiente espacialmente de la vivienda contigua; con lo que una comisaría de Policía que dé servicio a un área residencial de un tipo u otro, verá sensiblemente modificado el volumen de población abastecida.

Debido a todo esto, existen en Madrid comisarías de Policía que abastecen potencialmente a casi 250.000 personas, como es el caso de la comisaría de Policía Nacional situada en las estación de Chamartín; mientras que otras apenas abastecen a 20.000 habitantes, como las comisarías de Policía Municipal de Usera, Centro-Norte y Moncloa-Aravaca⁸.

La mayor parte de las comisarías de Policía de Madrid dan servicio a menos de 100.000 personas, mientras que casi el 25% del total de comisarías atiende a un volumen de población mayor, con lo que no son una excepción. Aun así, el volumen de población medio abastecido por cada comisaría de Policía de Madrid supera levemente los 75.000 habitantes.

5.2.3.2 CENTROS CULTURALES

La cultura es un elemento relevante en cualquier sociedad ya que favorece el desarrollo adecuado de las personas y permite adoptar un sentimiento de identidad común diferenciador respecto al resto

⁸ Cabe destacar que los resultados obtenidos relativos tanto a la superficie dotada como a la población abastecida por cada central de seguridad están referidos únicamente al análisis espacial mediante la red de transporte de Madrid y pueden presentar discrepancias con la aplicación y dotación real de los servicios de seguridad ciudadana.



de sociedades de la cada vez más aceptada y extendida “aldea global”. Es por este motivo por el que se ha considerado a los centros culturales un elemento necesario en el análisis de la vulnerabilidad de los diferentes espacios urbanos del término municipal de Madrid.

La capa de centros culturales está compuesta por los museos y los cines existentes en Madrid. Se restringieron los edificios que forman la capa y se descartaron los teatros, bibliotecas así como otros edificios de ámbito cultural para que el criterio fuera selectivo.

El umbral de vulnerabilidad establecido para este análisis es de 25 minutos de desplazamiento. Las calificaciones obtenidas de la evaluación numérica de la accesibilidad de las unidades espaciales madrileñas a los centros culturales supondrán un 10% respecto al cálculo de la vulnerabilidad extrínseca total de las secciones censales respecto a los centros de atracción del medio urbano. El resultado del análisis se corresponde con la imagen número 7.

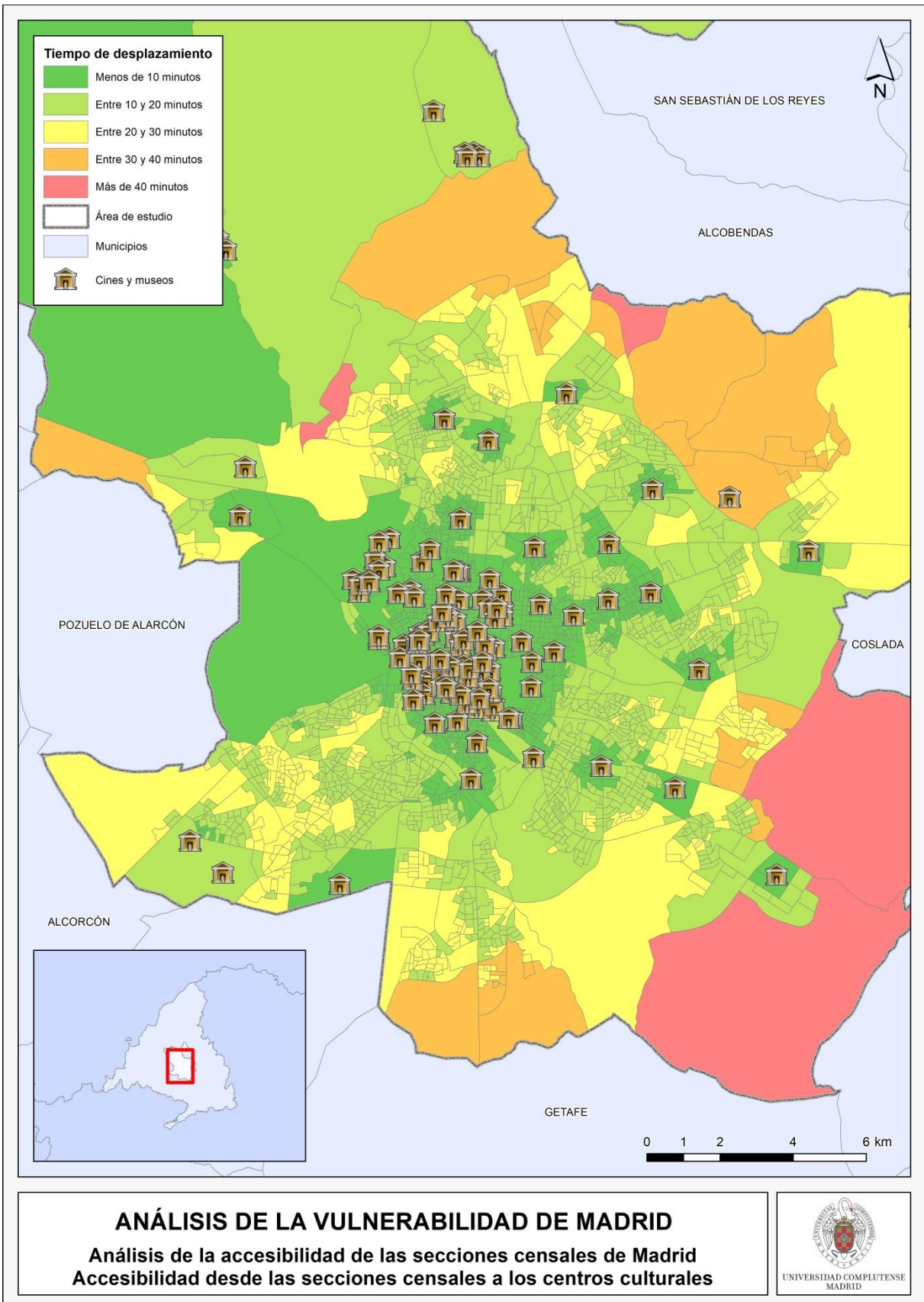
Respecto a los análisis anteriores, la accesibilidad de las secciones censales madrileñas a los centros culturales ha experimentado en términos generales una mejoría en cuanto a su eficiencia y su funcionalidad,. Apenas poco más de 100 unidades territoriales presentan tiempos de desplazamiento hasta el centro cultural más cercano superiores al umbral de vulnerabilidad, un valor muy inferior en comparación con las más de 600 secciones censales que presentan tiempos de desplazamiento por encima del umbral establecido en el análisis anterior. En total, poco más de 200.000 madrileños cuentan con accesos deficientes en cuanto al tiempo de desplazamiento desde sus unidades territoriales de residencia hasta el centro cultural más próximo.

Si en vez de tomar el umbral de vulnerabilidad, se toma el intervalo de tiempo de desplazamiento utilizado para definir la clase menos favorecida en la simbología del mapa adjunto, el resultado es que únicamente cuatro secciones pertenecen a esta categoría, aglutinando a poco más de 10.000 madrileños, que dispondrían de trayectos superiores a 40 minutos para acceder al centro cultural más cercano. A pesar de tratarse de un valor temporal bastante elevado, el volumen de población afectado es muy pequeño en comparación con los resultados experimentados anteriormente.

Por último, atendiendo a la valoración numérica realizada en la accesibilidad temporal de las secciones censales de Madrid a los centros culturales, tan sólo tres unidades territoriales presentan una calificación muy baja (inferior a 3,0). Teniendo en cuenta que Madrid cuenta con más de 2.400 secciones censales, se puede afirmar que prácticamente la totalidad de la población madrileña dispone de unas condiciones aceptables en el acceso a los centros culturales.

El gráfico de distribución de tiempos de desplazamiento de este análisis (gráfico número 4, ubicado en el anexo documental junto a la tabla de indicadores estadísticos número 9) indica que el grueso principal de los desplazamientos presenta menos de 20 o 22 minutos, tiempos inferiores al umbral de vulnerabilidad. La media, por su parte, al igual que la mediana, se encuentra en torno a los 13,5 minutos de desplazamiento, valores muy alejados del umbral de vulnerabilidad, lo que denota buena accesibilidad desde el conjunto de las secciones censales de Madrid.

Imagen 7: Accesibilidad de las secciones censales a los centros culturales de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



Por otra parte, en el caso de los centros culturales de Madrid no se pueden dibujar las áreas de servicio, ya que, pese a que todas las instalaciones pertenecen al sector de la cultura y cubren las necesidades de ocio y consumo cultural de la sociedad, no en todos ellos se puede acceder a las mismas características de consumo cultural. Las expresiones artísticas son heterogéneas y engloban un gran abanico de manifestaciones, con lo que las áreas de servicio de los diferentes tipos de centros culturales tratados han de encontrarse superpuestas, y no actuar como factores limitantes entre sí.

5.2.3.3 CENTROS DEPORTIVOS

La práctica de deporte es un elemento básico en la percepción de la salud, cuyas variables determinan la vulnerabilidad social de un determinado espacio. Resulta evidente que una buena dotación deportiva va a permitir y fomentar la práctica de deporte por parte de toda la sociedad en conjunto y, por lo tanto, va a condicionar un estado físico más saludable. De cara a este aspecto, la accesibilidad a los centros deportivos municipales parece un elemento a tener en cuenta en el análisis de la vulnerabilidad de los espacios urbanos de Madrid.

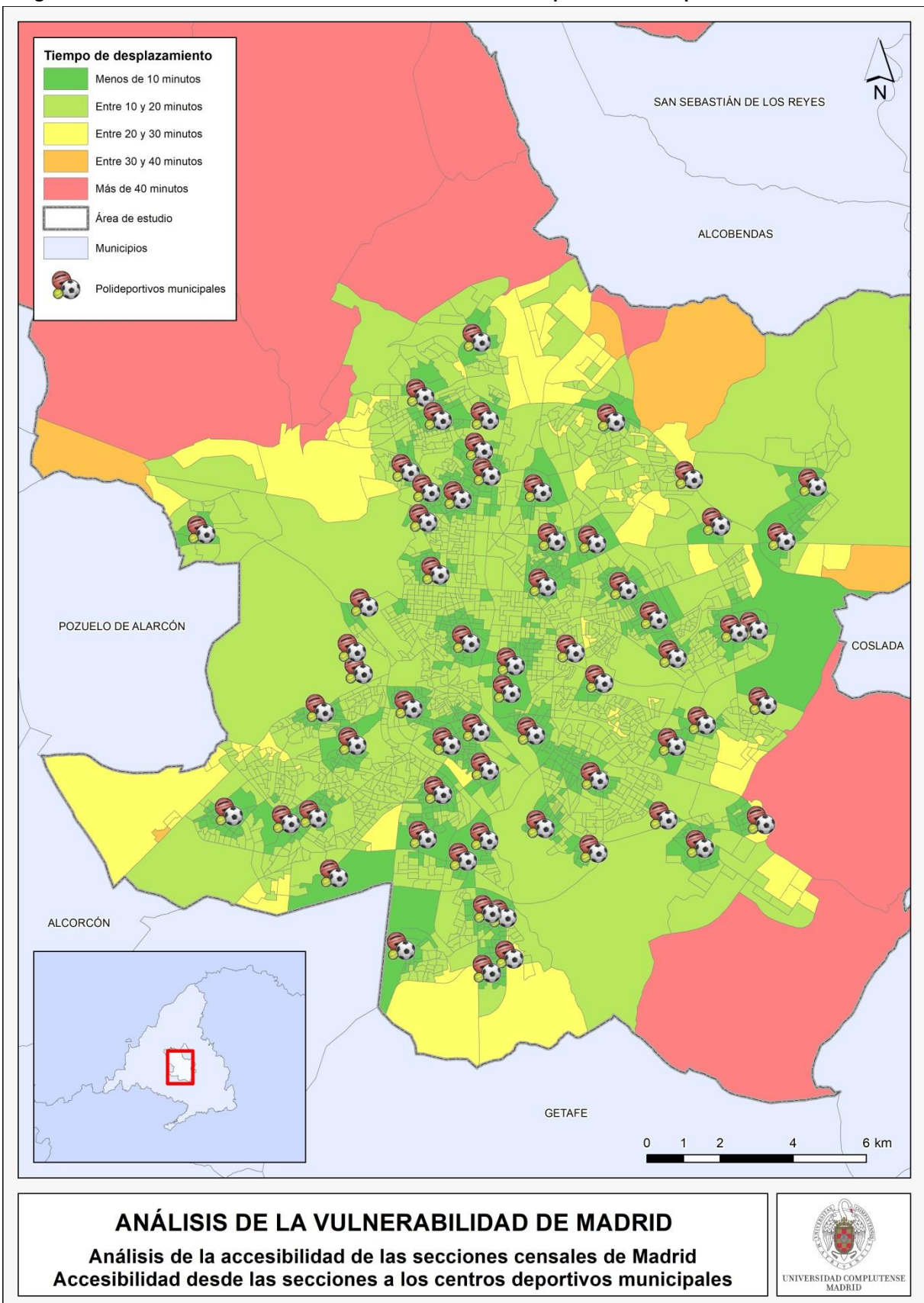
Esta capa de centros deportivos está conformada únicamente por los polideportivos municipales presentes en Madrid, que serán los “incidentes” en la matriz de instalación más cercana necesaria para evaluar la accesibilidad existente entre las secciones censales madrileñas y los centros deportivos municipales.

Para calificar la accesibilidad a los polideportivos municipales desde las diferentes unidades espaciales de Madrid se aplicará un umbral de vulnerabilidad fijado para estos desplazamientos en 25 minutos. La calificación resultante de este cálculo tendrá un peso del 10% en el análisis de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid respecto a los centros de atracción. El mapa correspondiente a este análisis se identifica con la imagen número 8.

La accesibilidad del conjunto de Madrid hacia los centros deportivos municipales puede calificarse, en términos generales, como buena, pues apenas 30 secciones censales presentan tiempos de desplazamiento superiores al umbral de vulnerabilidad. Esto se traduce en que menos de 65.000 personas presentan deficiencias en la accesibilidad a los centros deportivos municipales de la ciudad, lo que supone alrededor del 2% de la población total de Madrid.

Atendiendo a la simbología del mapa de accesibilidad de las unidades espaciales madrileñas a los centros deportivos municipales, únicamente diez secciones censales presentan valores temporales deficientes y aparecen coloreadas en tono rojizo, En total casi 15.000 personas tienen que desplazarse durante más de 40 minutos para acceder a los polideportivos municipales, lo que supone un volumen de población reducido. De estas diez unidades territoriales, nueve presentan valores numéricos inferiores a 3,0 en cuanto a la accesibilidad a este tipo de centros.

Imagen 8: Accesibilidad de las secciones censales a los centros deportivos municipales de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



A partir de los resultados del análisis de la accesibilidad a los centros deportivos municipales se crearon las estadísticas, reflejadas en la tabla número 10 y el gráfico número 5, situados en el anexo documental del proyecto. El valor medio de los desplazamientos es de 12 minutos, un valor considerablemente más bajo que el umbral de vulnerabilidad establecido. La mediana es aún inferior, encontrándose en 11,8 minutos, hecho que refleja que la mayoría de las secciones censales de Madrid presentan datos de accesibilidad excelentes en este apartado. Por su parte, la desviación típica tampoco es demasiado elevada, lo que indica que la mayor parte de los resultados se encuentran en torno a la media. Esta afirmación se ratifica al poner la atención en el gráfico de distribución de frecuencia, en el que se aprecia que un porcentaje abrumador de secciones censales presentan tiempos de desplazamiento inferiores a los 20 minutos.

Las áreas de servicio de los polideportivos municipales son, en comparación con las áreas de servicio de las comisarías de Policía, ya tratadas, más homogéneas en cuanto a la superficie y a la población atendida, especialmente las que se encuentran en el tejido urbano consolidado más céntrico de la ciudad de Madrid. Por su parte, los polideportivos situados hacia la periferia de la ciudad presentan áreas de servicio mayores, pero menos población atendida, como resulta lógico debido al diseño urbano y a la densidad de población de estos espacios. El resultado de este análisis aparece expresado a través de la imagen número 9, recogida en el anexo documental.

La población media atendida por cada centro deportivo municipal se encuentra en torno a los 60.000 habitantes, aunque existen grandes disparidades entre los valores máximo y mínimo de población abastecida: el valor máximo se encuentra en 105.000 habitantes (Centro Deportivo Integrado Arganzuela), mientras que el mínimo se encuentra en torno a los 2.000 habitantes (Centro Deportivo casa de Campo). En este caso, únicamente dos centros deportivos presentan valores de población abastecida superiores a las 100.000 personas. Por el contrario, hasta un total de 9 centros deportivos municipales dan servicio potencial a menos de 20.000 habitantes de la ciudad de Madrid.

Cabe destacar que los centros deportivos que, a la luz de los resultados del análisis, dan servicio a un menor número de personas, se encuentran en grandes parques como Fuente del Berro o Casa de Campo, amplios espacios urbanos que no presentan dotación residencial, lo que supone un condicionante para establecer el grado de realismo del análisis, que se basa en la ubicación espacial tanto de los residentes como de las propias instalaciones deportivas.

5.2.3.4 CENTROS EDUCATIVOS

La educación es uno de los elementos más importantes y necesarios para el adecuado desarrollo de las sociedades, por lo que un correcto sistema educativo y una apropiada accesibilidad a los diferentes centros educativos son aspectos básicos en el entramado de las diferentes unidades espaciales de las áreas urbanizadas.

Los centros educativos que se han tenido en cuenta para el análisis de la accesibilidad a la educación desde cada unidad espacial son los institutos públicos (IES) existentes en el municipio de la capital española, ya que, en su mayoría, se corresponden con centros donde se imparten cursos pertenecientes a los ciclos de enseñanza secundaria obligatoria estipulada en el sistema educativo español, además de algunos ciclos de formación profesional.



La calificación de la accesibilidad educativa de cada unidad territorial se obtiene teniendo en cuenta el umbral de vulnerabilidad estipulado para estos desplazamientos, que se ha definido en 15 minutos. Las calificaciones obtenidas de dicho cálculo representarán el 20% del valor de accesibilidad a los centros de atracción para cada sección censal de Madrid, valor que va a resultar determinante para esclarecer la situación de posible vulnerabilidad extrínseca de cada una de ellas. La imagen 10 se corresponde con el resultado de este análisis.

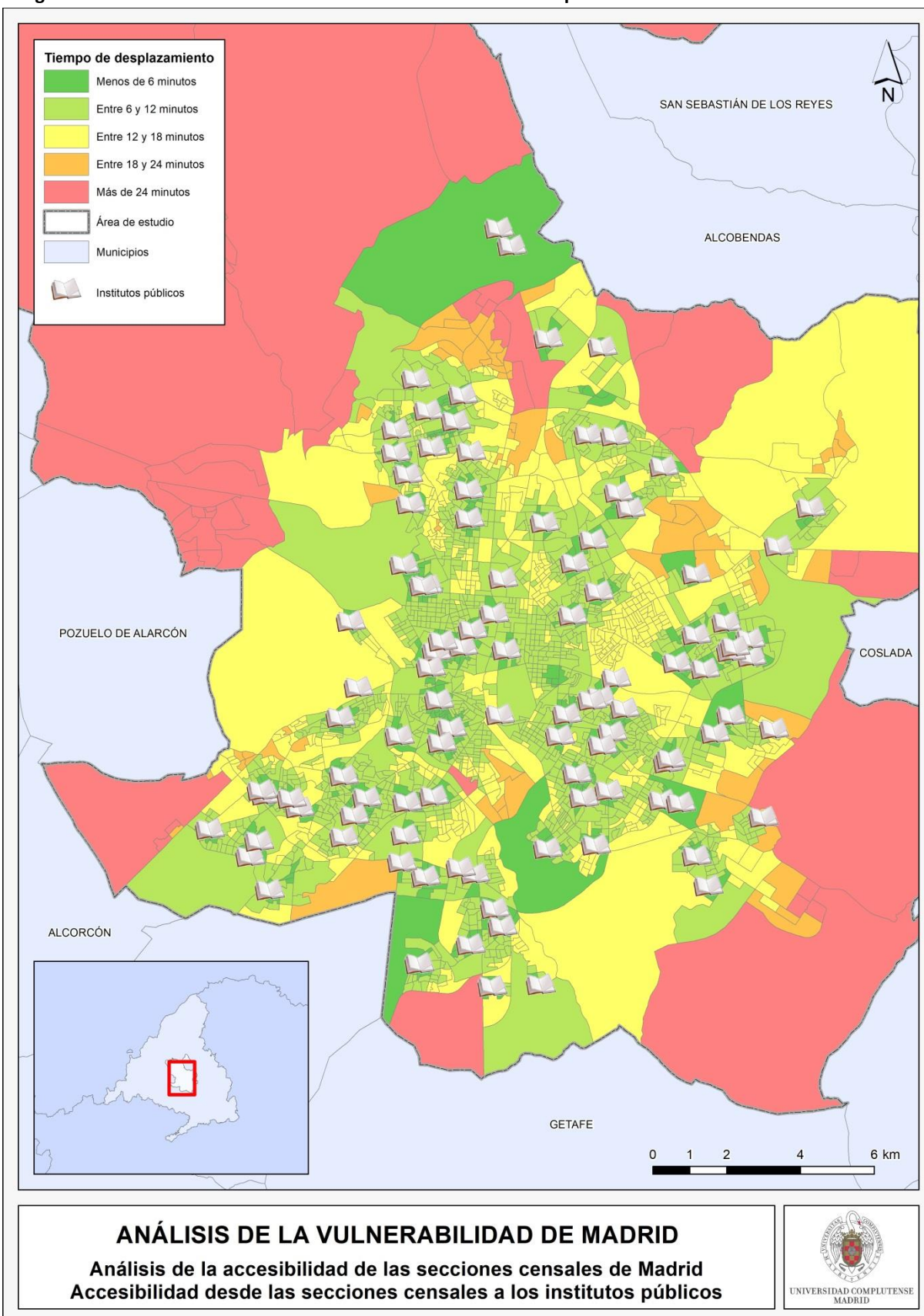
Con el umbral de vulnerabilidad establecido en 15 minutos de desplazamiento casi 250 secciones censales madrileñas se encuentran en situación de vulnerabilidad extrínseca potencial, lo que equivale a decir que 400.000 habitantes de Madrid viven en secciones censales con escasa dotación educativa o con deficiencias en el viario o en la red de transporte público de tal importancia que su accesibilidad a los institutos públicos de la capital española carece de funcionalidad y eficiencia. Este volumen de población representa a más del 10% de la población total de Madrid.

Por otra parte, las unidades territoriales que aparecen representadas en tono rojizo en el mapa, englobadas en la categoría de accesibilidad más deficiente, engloba únicamente a 100.000 personas y representa las secciones censales cuyos habitantes han de desplazarse más de 24 minutos para acceder a los centros educativos representados. De este análisis se desprende que 300.000 personas realizan a diario trayectos comprendidos entre los 15 y los 24 minutos de duración.

Profundizando aún más en las personas más desfavorecidas en cuanto a la accesibilidad al sistema educativo público en Madrid se observa que únicamente 11 secciones censales de la capital madrileña obtuvieron una valoración numérica de la accesibilidad educativa inferior a 3,0, que indica accesibilidad muy deficiente y, por lo tanto, una marcada vulnerabilidad extrínseca en lo relativo a este factor educativo. Estas secciones censales más afectadas apenas englobaban a 22.000 personas, provenientes en su mayor parte de barrios como Casco Histórico de Vallecas, El Pardo, Valdefuentes o Valdemarín, entre otros.

Los datos estadísticos surgidos del análisis se encuentran reflejados en la tabla número 11 y en el gráfico número 6 del anexo documental del proyecto. En ellos se puede apreciar que la media presenta el valor de desplazamiento más bajo de todos los indicadores, cifrado en 9,7 minutos. De igual manera, la mediana es también el valor más bajo de todos los análisis realizados, superando ligeramente los 9 minutos. Estos valores de tiempo de desplazamiento indican una accesibilidad muy buena en la mayor parte de las secciones censales de Madrid. Esta conclusión se encuentra reforzada por el gráfico de distribución, donde se aprecia que la inmensa mayoría de las secciones censales de la ciudad muestran tiempos de desplazamiento a los institutos públicos inferiores a 15 minutos, tiempo fijado como umbral de vulnerabilidad.

Imagen 10: Accesibilidad de las secciones censales a los institutos públicos de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



El análisis de las áreas de servicio de los institutos públicos municipales de Madrid, en tanto que está realizado contando únicamente con el criterio espacial, arroja unos resultados que, si bien en términos generales pueden tomarse como válidos, existen casos particulares en los que provocan que la realidad se desvirtúe drásticamente. La imagen 11, situada en el anexo documental, se corresponde con los resultados del análisis de estas áreas de servicio.

Parece evidente que en el área de influencia de cada centro educativo exista un determinado volumen de población, más grande o más pequeño en función del tamaño del área de influencia, de la tipología edificatoria del barrio en cuestión y de la densidad de población en último término, pero en ningún caso estas áreas van a carecer de población; sin embargo es lo que sucede en algunos casos concretos de este análisis.

Mientras algunos institutos presentan volúmenes de población atendida que superan las 130.000 personas, otros no presentan población abastecida, como es el caso de los institutos públicos Felipe II y Francisco de Goya. Estos resultados no reflejan la realidad madrileña de los espacios en los que se ubican, encontrando explicación en varios factores simultáneos. En primer lugar la presencia, casi inmediata, de un centro educativo de las mismas características pero más cercano a la red de transporte público, con lo que presenta mayores ventajas espaciales a la hora de extender su área de influencia. En segundo lugar, los centros afectados se encuentran colindando con espacios urbanos no dedicados a uso del suelo de tipo residencial, como son el cementerio de la Almudena, las cocheras de la EMT o terreno residencial sin desarrollar. De esta forma, el área de servicio de los institutos aledaños absorbe por completo el área de influencia de estos centros afectados, al menos en lo que al volumen de población abastecida se refiere y siempre en términos puramente espaciales.

Por otra parte, la población media abastecida por cada centro asciende a poco más de 36.000 personas, aunque 13 del total de 104 centros analizados superan los 60.000 habitantes incluidos en sus respectivas áreas de estudio. Por el contrario, otros 13 institutos presentan volúmenes de población abastecida inferiores a las 10.000 personas.

Hasta el momento se trata del tipo de centros de atracción que más homogeneizadas presenta sus áreas de influencia en términos de población abastecida, aunque se aprecian diferencias sustanciales.

5.2.3.5 CENTROS SANITARIOS

Los centros sanitarios públicos representan un elemento fundamental en cualquier sociedad desarrollada, por lo que son ineludiblemente necesarios en este análisis. La capa de centros sanitarios utilizada para valorar la accesibilidad de las secciones censales a estos centros madrileños cuenta únicamente con los hospitales públicos o adscritos a la red sanitaria pública de la Comunidad de Madrid existentes en la capital española. Los centros de salud no se han incluido en la capa porque, al haber un número tan abundante de ellos y encontrarse bien repartidos por el tejido urbano de la ciudad, no supondrían un factor excluyente de vulnerabilidad extrínseca, mientras que los hospitales, al existir un número más reducido de ellos, pueden ser excluyentes y representar al sector sanitario en el análisis.



Para obtener la calificación de esta parte del análisis, que supondrá un 15% del valor total de accesibilidad de las secciones censales de Madrid a los principales centros de atracción de los entornos urbanos, se partirá de la base del umbral de vulnerabilidad, que para este análisis se encuentra en 20 minutos de desplazamiento. El resultado de este análisis se expresa de forma gráfica en la imagen número 12.

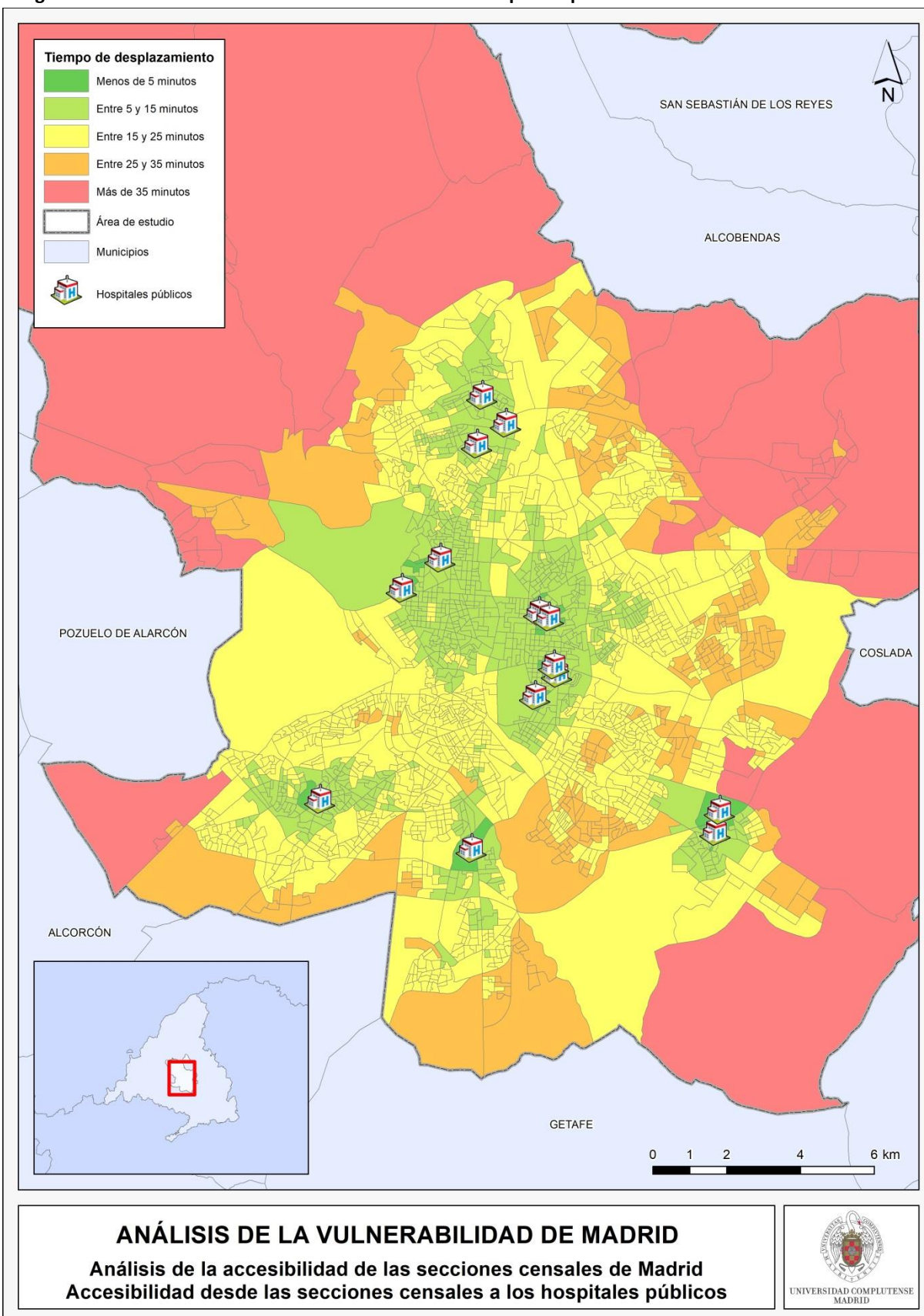
Tras realizar el análisis de la accesibilidad de las secciones censales a los hospitales de Madrid se observa que casi 850 de estas unidades territoriales presentan vulnerabilidad extrínseca. Este dato significa que algo más del 35% de los habitantes de Madrid residen en secciones censales cuyas características espaciales en términos de accesibilidad hospitalaria pública son potencialmente vulnerables, ya que la accesibilidad a estos centros es deficiente en términos de extensión temporal. El total de población con este problema asciende a casi 1.200.000 personas.

Atendiendo a la representación gráfica de este análisis, la categoría de unidades territoriales más desfavorecidas la forman aquellas unidades que presentan tiempos de desplazamiento superiores a los 35 minutos hasta el hospital público más cercano. Este grupo engloba un total de 51 secciones censales, un número muy reducido en comparación con las casi 850 secciones censales situadas por debajo del umbral de vulnerabilidad. En este caso se trata de algo más de 100.000 personas afectadas, un porcentaje ligeramente superior al 3% respecto a la población total de Madrid.

De las 51 unidades espaciales descritas anteriormente, 13 presentan una calificación de la accesibilidad hospitalaria muy deficiente o, lo que es lo mismo, inferior a 3,0. Los casi 25.000 habitantes de estas secciones censales padecen una completa disfuncionalidad hospitalaria, aunque si bien es cierto que en este análisis no se han tenido en cuenta los centros de salud, con lo que las necesidades sanitarias básicas de estas secciones censales pueden estar cubiertas a través de dichas instalaciones sanitarias primarias.

La tabla número 12 y el gráfico número 7 representan los indicadores estadísticos obtenidos a partir de los resultados de este análisis y se encuentran expuestos en el anexo documental del proyecto. La media del tiempo de desplazamiento hasta los hospitales públicos es ligeramente superior a los 18 minutos, así como la mediana, prácticamente igual a ella. Dado que el umbral de vulnerabilidad establecido se encuentra en 20 minutos, estos valores reflejan la buena situación de accesibilidad de la mayor parte de las secciones censales respecto a los hospitales de Madrid. Por otro lado, el valor de desviación típica, no muy elevado, indica que un gran porcentaje de secciones censales presentan tiempos de desplazamiento que se encuentran alrededor de la media, hecho que se confirma a la vista del gráfico de distribución de tiempos de desplazamiento. El gráfico refleja una fuerte caída en el cómputo de tiempos de desplazamiento existentes superiores a los 27 minutos, llegando a haber tiempos que superan los 80 minutos.

Imagen 12: Accesibilidad de las secciones censales a los hospitales públicos de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



Las áreas de influencia de los diferentes hospitales de Madrid se expresan gráficamente a través de la imagen número 13 (anexo documental de este proyecto). Estas áreas de servicio presentan grandes disparidades entre sí debido principalmente a la ubicación de los centros sanitarios tanto en el entramado urbano como respecto a la red de transporte público urbano de la capital española. Así, mientras algunos hospitales presentan áreas de servicio con volúmenes de población atendida superiores al medio millón de habitantes, el hospital universitario Infanta Leonor carece de población abastecida en su área de estudio. Al igual que en casos anteriores, esto se debe a la ubicación del hospital en cuestión, aledaño a espacios industriales, de ocio y áreas sin desarrollar, por una parte, y próximo a una gran vía de comunicación que corta el área de influencia mediante la movilidad peatonal y la dificulta en transporte público, por otra. Además, próximo a este centro hay otro hospital de similares características, en pleno entramado urbano residencial y muy próximo a un importante nodo de la red de transporte público urbano de Madrid, con lo que el resultado del análisis, aunque es ficticio en cuanto a la población asignada, refleja de forma fiel los tiempos de desplazamiento superiores desde los entornos habitados de Madrid.

Por otra parte, en términos generales, cada hospital público de Madrid presenta, de media, un área de influencia que abarca a prácticamente 250.000 personas⁹. Esta media refleja un área de servicio más realista, ya que apenas hay dos centros que superan los 500.000 habitantes de volumen de población afectada, y únicamente hay otros dos centros con volúmenes de población asociada inferiores a las 50.000 personas. Es muy significativa la disparidad existente en los resultados obtenidos.

5.2.3.6 NODOS DE TRANSPORTE

Las necesidades de transporte y desplazamiento son básicas en las sociedades de los países desarrollados, cada vez con mayor movilidad debido a diversos motivos, ya sean laborales, académicos, formativos, ocio, etc. En estas sociedades los nodos de transporte interurbano e intermodal adquieren una gran importancia, por lo que la accesibilidad a ellos ha de ser adecuada para el correcto desarrollo social de los residentes de los diferentes espacios urbanos. En este caso se han contabilizado los nodos de la red de transporte público de Madrid que permiten un intercambio modal de transporte urbano e interurbano.

Con los tiempos mínimos de desplazamiento desde cada unidad espacial hasta los nodos de transporte interurbano y el valor del umbral de vulnerabilidad extrínseca fijado para este análisis (25 minutos) se puede definir la calificación de cada sección en cuanto a la accesibilidad al sistema de transporte público interurbano de Madrid. Esta calificación ponderará un 15% sobre el cálculo de la accesibilidad de las secciones censales de la capital española a los centros de atracción de los entornos urbanos. La imagen número 14 se identifica con los resultados obtenidos en este análisis.

⁹ Estos resultados no son de aplicación real, pues en no se ha contado con otros factores externos como la existencia de centros de sanidad privada, así como centros de asistencia sanitaria primaria como ambulatorios o centros de salud, que es donde la población acude en un primer momento, salvo casos de urgencia.



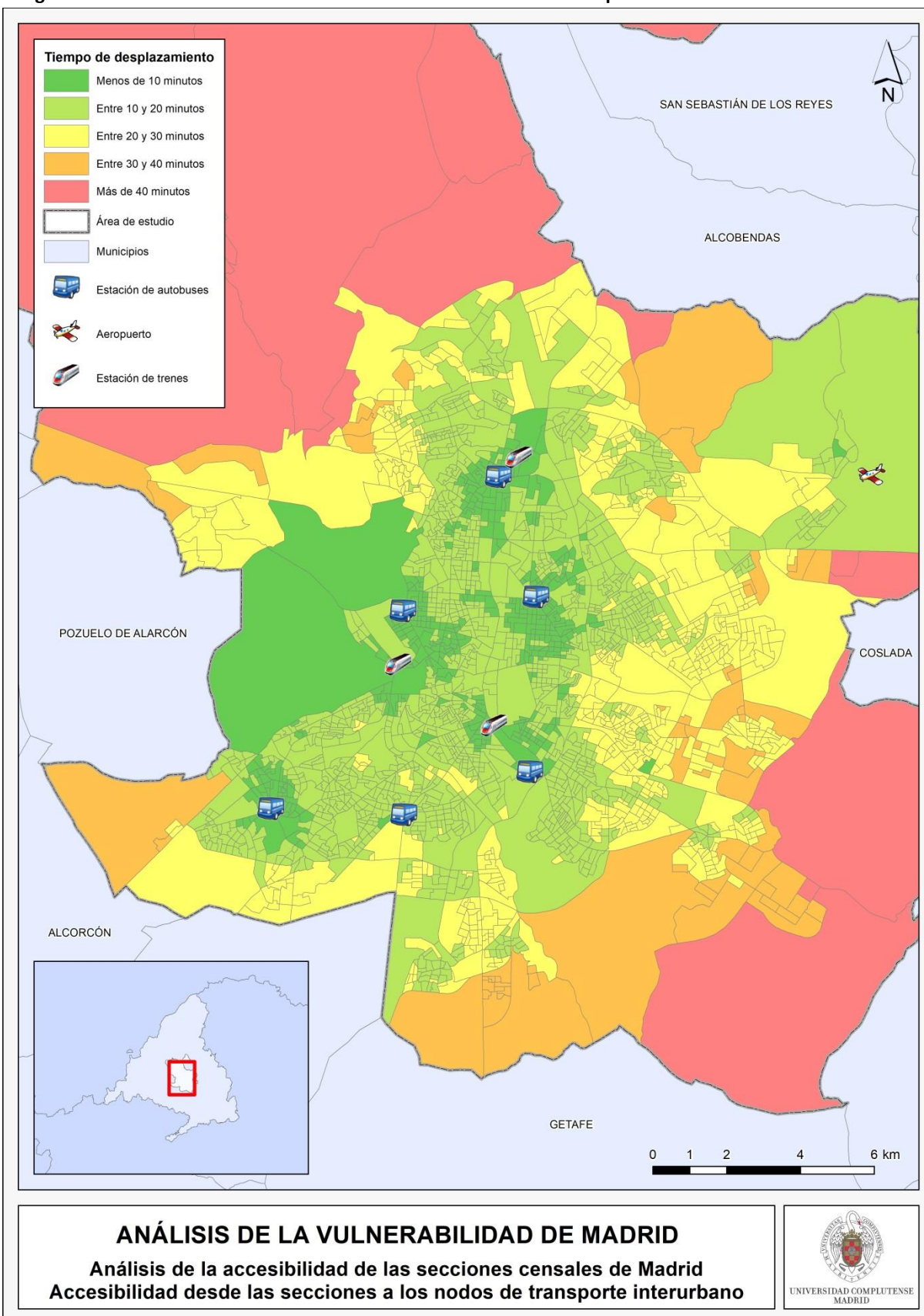
Casi 300 secciones censales se encuentran en estado de vulnerabilidad respecto a la accesibilidad a los nodos de la red de transporte público interurbano existente en la ciudad de Madrid, lo que afecta a casi medio millón de personas. Este volumen de población representa en torno al 15% de la población total de la capital española, población afectada por la mala comunicación existente entre sus lugares de residencia y las principales estaciones o el aeropuerto.

Poniendo el nivel de exigencia más bajo y atendiendo a la categoría representada como la más desfavorable a este respecto, únicamente se encuentran 13 secciones censales, que aglutinan a casi de 1% de la población madrileña. Esto indica que existe un gran volumen de población que reside en secciones censales en las que las condiciones de accesibilidad hacia la red interurbana de transporte son ineficientes o presentan ligeras disfuncionalidades. Estas secciones censales suelen pertenecer a los barrios más periféricos de la ciudad, con flujos de población existentes entre ellos y los municipios aledaños a Madrid, hacia donde tienen transporte público directo, en su mayor parte, sin tener que desplazarse hasta las grandes estaciones o intercambiadores de la ciudad de Madrid.

Por último, alrededor de 20.000 personas habitan secciones censales caracterizadas por presentar una accesibilidad muy deficiente hacia los nodos de transporte interurbano de Madrid. Estas unidades espaciales se encuentran, principalmente, en los barrios de Casco histórico de Vallecas, El Goloso o El Pardo, entre otros.

Las estadísticas obtenidas a partir de este análisis aparecen reflejadas en la tabla número 13 y en el gráfico número 8, alojados en el anexo documental. Estos datos denotan una accesibilidad bastante buena, si se pone en comparación el valor del tiempo de desplazamiento medio (casi 17 minutos) o la mediana (15,5 minutos de desplazamiento) con el umbral de vulnerabilidad fijado (25 minutos). La desviación típica no es demasiado elevada, estando en torno a los 7 minutos, por lo que la mayor parte de las unidades territoriales presentan tiempos de desplazamientos cercanos al valor medio, o sea, tiempos inferiores al umbral de vulnerabilidad. Por otra parte, en el gráfico de distribución se aprecia una cola bastante pronunciada, que englobaría a todos los valores temporales superiores al umbral de vulnerabilidad, es decir, en situación de riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca. Aun así, en términos absolutos, muy pocas secciones censales presentan valores muy altos, con lo que la accesibilidad es generalmente buena.

Imagen 14: Accesibilidad de las secciones censales a los nodos de transporte interurbano de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



En el caso de los nodos de la red de transporte interurbano de Madrid no se pueden dibujar las áreas de servicio, ya que, pese a que todas las instalaciones pertenecen al sector del transporte y cubren las necesidades de movilidad, no desde todos ellos se puede acceder a desplazamientos de las mismas características ni a los mismos destinos, con lo que las áreas de servicio han de encontrarse superpuestas, y no actuar como limitantes entre sí.

5.2.3.7 OFICINAS DE EMPLEO

Las oficinas de empleo ofrecen un servicio vital para la población en situación de vulnerabilidad social, ya que la situación de desempleo es una de las principales causas de exclusión social y uno de los principales factores que genera vulnerabilidad en una sociedad. Por ello, estas oficinas representan un elemento importante con gran frecuencia de acceso para la población en riesgo de vulnerabilidad, lo que es un argumento de peso para ser consideradas en este análisis. Madrid cuenta con 19 oficinas de empleo convencionales además de la oficina de la dirección provincial de empleo, por lo que estos 20 puntos son los objetos de estudio en este apartado.

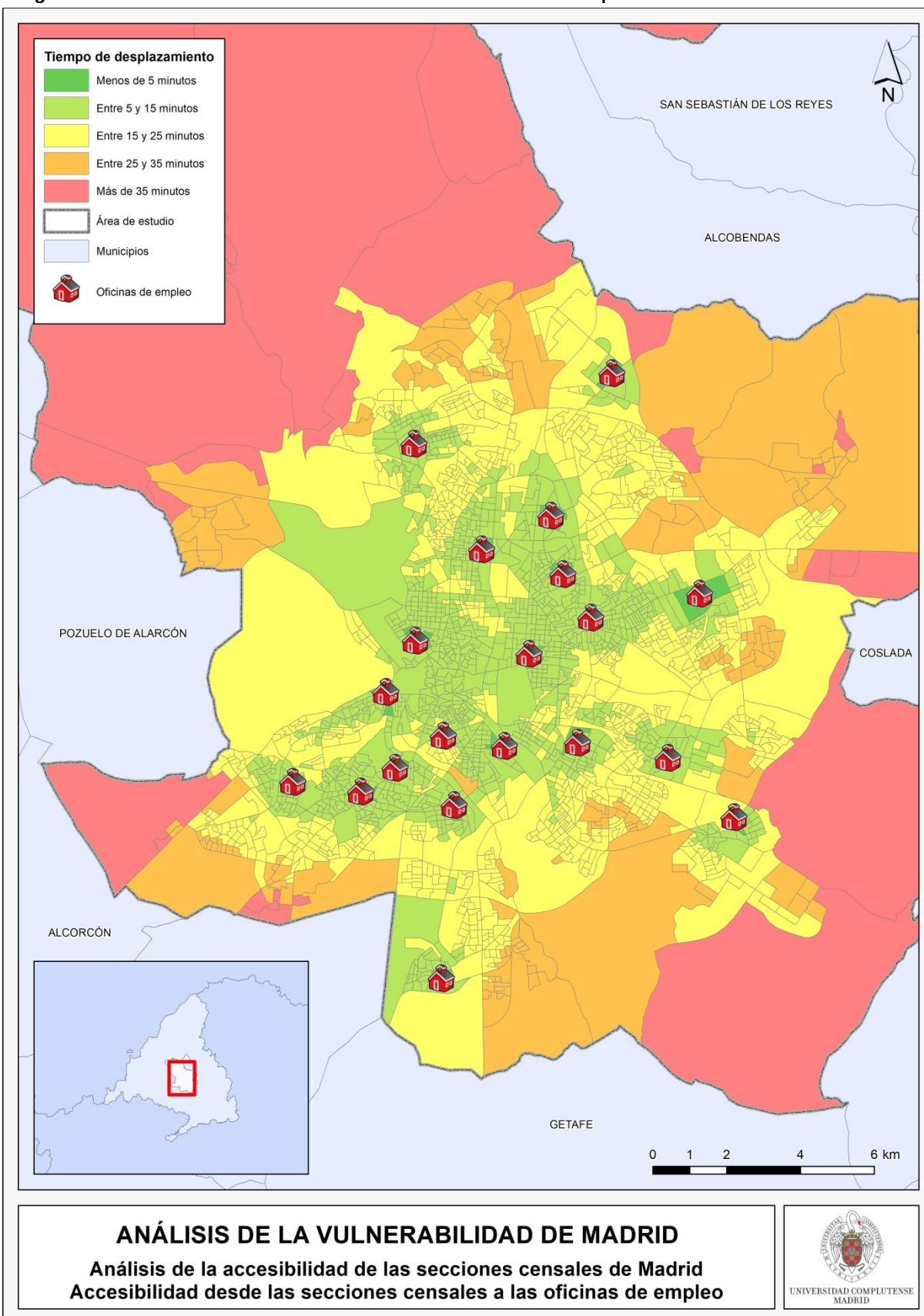
El valor del umbral de vulnerabilidad se ha fijado en este caso en 20 minutos debido a la elevada frecuencia de visita de la población en riesgo de exclusión social a las oficinas de empleo. El resultado de este cálculo supondrá un 10% en el posterior cálculo de la valoración de la accesibilidad de las secciones de Madrid a los centros de atracción de los medios urbanos. Los resultados de este análisis aparecen reflejados en la imagen número 15.

Casi 900.000 personas se encuentran en situación de vulnerabilidad extrínseca al respecto de la accesibilidad desde las secciones censales donde residen hasta las oficinas de empleo existentes en la ciudad de Madrid, ya que presentan tiempos de desplazamiento superiores al umbral de vulnerabilidad fijado. Todo este volumen de población se encuentra repartido exactamente en 600 secciones censales ubicadas, principalmente, en la periferia de la ciudad, en áreas, por ende, más vulnerables en cuanto a las características extrínsecas se refiere.

La última categoría representada en la simbología del mapa adjunto muestra en tono rojizo las unidades territoriales más desfavorecidas espacialmente en cuanto a las oficinas de empleo de Madrid. Se encuentran representadas de esta forma las secciones cuyos habitantes han de desplazarse durante más de 35 minutos para acudir a la oficina de empleo más cercana. En total se trata de 26 secciones censales en las que habitan más de 50.000 personas. Se trata de una reducción enorme frente al dato anterior, pero se prevé que estas personas más desfavorecidas espacialmente formen parte del grupo social que más necesidad presenta de acudir a las oficinas de empleo, con lo que, pese a tratarse de un pequeño porcentaje de población, no puede ser despreciado.

Por último, la mitad de esas 26 secciones censales muestra condiciones de accesibilidad de las oficinas de empleo muy deficientes, ya que su calificación se encuentra por debajo de 3,0. En total, casi 25.000 personas sufren esta situación.

Imagen 15: Accesibilidad de las secciones censales a las oficinas de empleo de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



El tiempo de desplazamiento medio entre las secciones censales y las oficinas de empleo de Madrid es de casi 16 minutos, 4 minutos inferior al umbral de vulnerabilidad establecido. De la misma manera, la mediana de este análisis se sitúa también por debajo del umbral, aunque es inferior también a la media, con 14,9 minutos de desplazamiento. Estos datos, reflejados en la tabla número 14 y en el gráfico número 9, indican que la mayor parte de las secciones censales muestran tiempos de desplazamiento inferiores al umbral de vulnerabilidad fijado. Contando, además, con el gráfico de distribución de tiempos de desplazamiento y con la desviación típica, se puede afirmar que, aunque existe un grupo de secciones censales que no conviene menospreciar con tiempos de desplazamiento superiores al umbral de vulnerabilidad, la inmensa mayoría de ellas se encuentra en una situación mucho más favorable.

Por su parte, las áreas de servicio de las diferentes oficinas de empleo de Madrid se muestran en la imagen 16, colocada en el anexo documental de este proyecto. El escaso número de oficinas de empleo existentes en Madrid condiciona para que presenten un volumen de población abastecida bastante elevado, encontrándose la media en casi 190.000 personas por cada oficina de empleo. Los valores del volumen de población asistida por estas oficinas de empleo son bastante homogéneos, manteniendo una horquilla de variaciones pequeña para tratarse de una ciudad de gran tamaño como Madrid, con únicamente dos oficinas con valores por debajo de 130.000 habitantes abastecidos, aunque presentando volúmenes de población cercanos a las 90.000 personas (oficinas de San Isidro y Prosperidad). Los valores máximos se encuentran en torno a los 275.000 habitantes abastecidos por oficina de empleo, registrados por las oficinas de Estrecho-AZCA y Barrio del Pilar.

* * *

Con la calificación de la accesibilidad de cada sección censal a cada centro de atracción calculada y en función de las ponderaciones ya mencionadas se puede hallar fácilmente la calificación de accesibilidad de cada unidad espacial al conjunto de los centros de atracción. Los resultados del análisis ponderado de la accesibilidad de las secciones censales a los centros de atracción de Madrid se recogen en la imagen número 17.

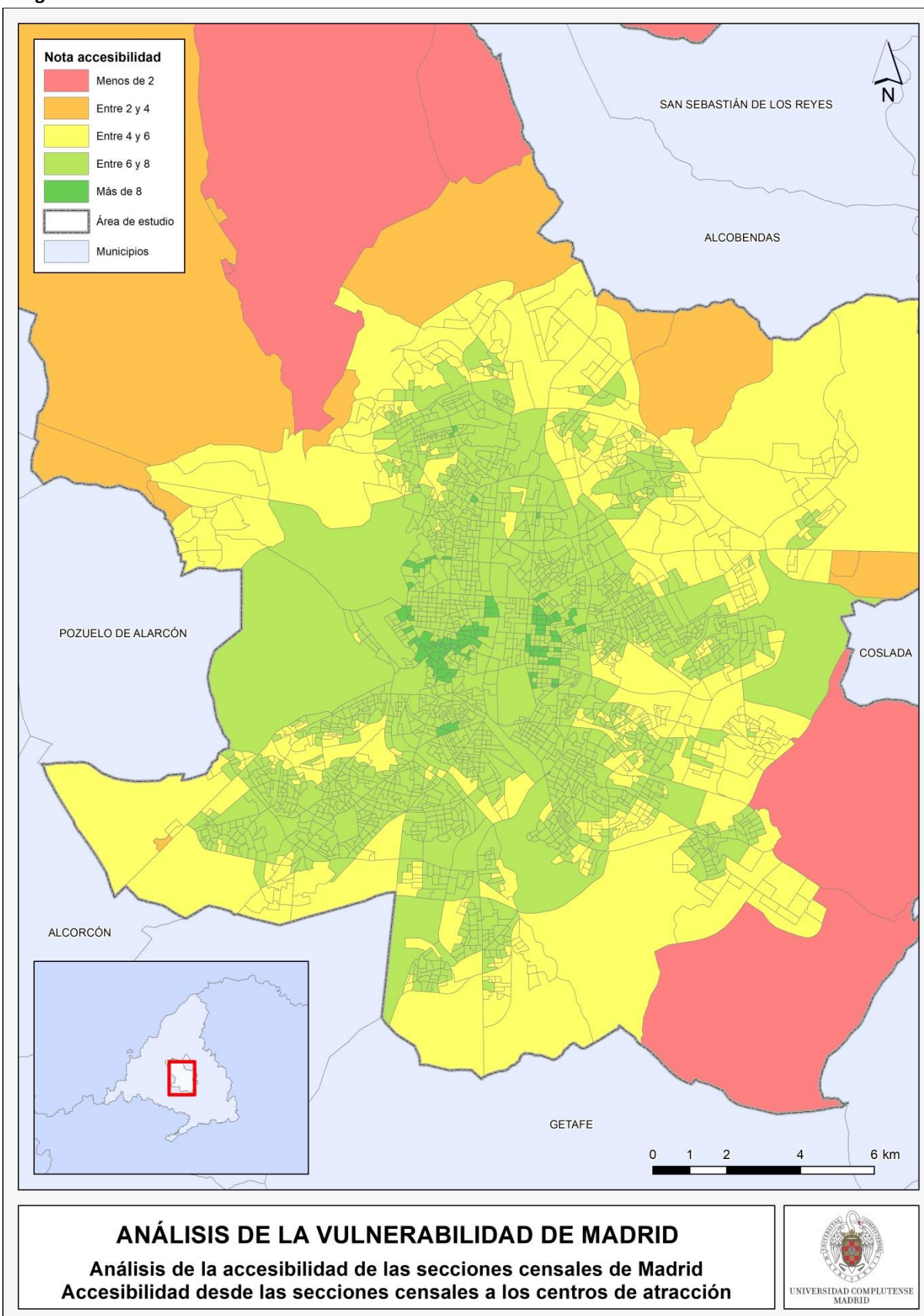
Los cálculos realizados muestran que un total de 92 secciones censales se encuentran en situación de vulnerabilidad extrínseca en cuanto a la accesibilidad a los principales centros de atracción poblacional en el medio urbano, lo que supone que más de 185.000 personas se encuentren en un estado de vulnerabilidad extrínseca potencial en relación con los principales equipamientos del medio urbano madrileño. Se identifica este estado de vulnerabilidad potencial cuando la valoración numérica de la accesibilidad ponderada de las secciones censales no alcanza 5,0. Los barrios con mayor número de secciones censales con riesgo potencial de presentar vulnerabilidad extrínseca en la accesibilidad a los centros de atracción poblacional son Aravaca (12 secciones, 23.500 personas), Casco Histórico de Vallecas (9 secciones, 22.000 personas), Casco Histórico de Vicalvaro (8 secciones, 15.000 personas), Valverde (5 secciones, 12.000 personas), Valdefuentes (4 secciones, 10.500 personas), y Rejas (3 secciones, 9.000 personas). Además, cabe destacar también que algunos barrios presentan riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca en todas sus secciones censales, como El Pardo (4 secciones, 3.000 personas).



De esta población en riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca respecto a los centros de atracción poblacional de los entornos urbanos, casi 8.000 personas residen en secciones censales que no alcanzan una calificación superior a 2,0; representadas en color rojizo en el mapa adjunto, lo que supone una profunda deficiencia en las condiciones de accesibilidad. Estas secciones censales se engloban en los barrios Casco Histórico de Vallecas y El Pardo.

Del análisis de la accesibilidad de las secciones censales de Madrid a los centros de atracción de la ciudad se han extraído los datos estadísticos necesarios para crear la tabla número 15 y el gráfico número 10, situados en el anexo documental del proyecto. En estos datos se puede apreciar que la calificación media de la accesibilidad de las secciones censales es 6,6; donde 0,0 es el mínimo posible y 10,0 el máximo. La mediana es algo superior, situándose en 6,7. El valor de desviación típica se encuentra en torno a 0,9, lo que indica que la gran mayoría de las secciones censales de Madrid presentan una buena accesibilidad a los centros de atracción de la ciudad. Atendiendo al gráfico de distribución se puede observar como el grueso de las secciones censales presentan calificaciones entre el 6,0 y el 8,0, aunque existe una gran cola desde el valor mínimo (0,6) que va contando con mayor número de secciones censales conforme va aumentando su calificación, hasta alcanzar el grueso de las secciones censales al superar la calificación de 6,0.

Imagen 17: Accesibilidad de las secciones censales a los centros de atracción de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



5.2.4 SECCIONES CENSALES CON ELEVADA VULNERABILIDAD EXTRÍNSECA

Con las calificaciones de las tres etapas del análisis de la accesibilidad de las secciones censales halladas se va a calcular la media ponderada para obtener el valor de vulnerabilidad extrínseca de las diferentes unidades territoriales de Madrid. Las ponderaciones a aplicar son las siguientes:

- ❑ Primera etapa (accesibilidad al centro de la ciudad de Madrid): 20%.
- ❑ Segunda etapa (accesibilidad al conjunto de la ciudad de Madrid): 25%.
- ❑ Tercera etapa (accesibilidad a los centros de atracción del medio urbano): 55%.

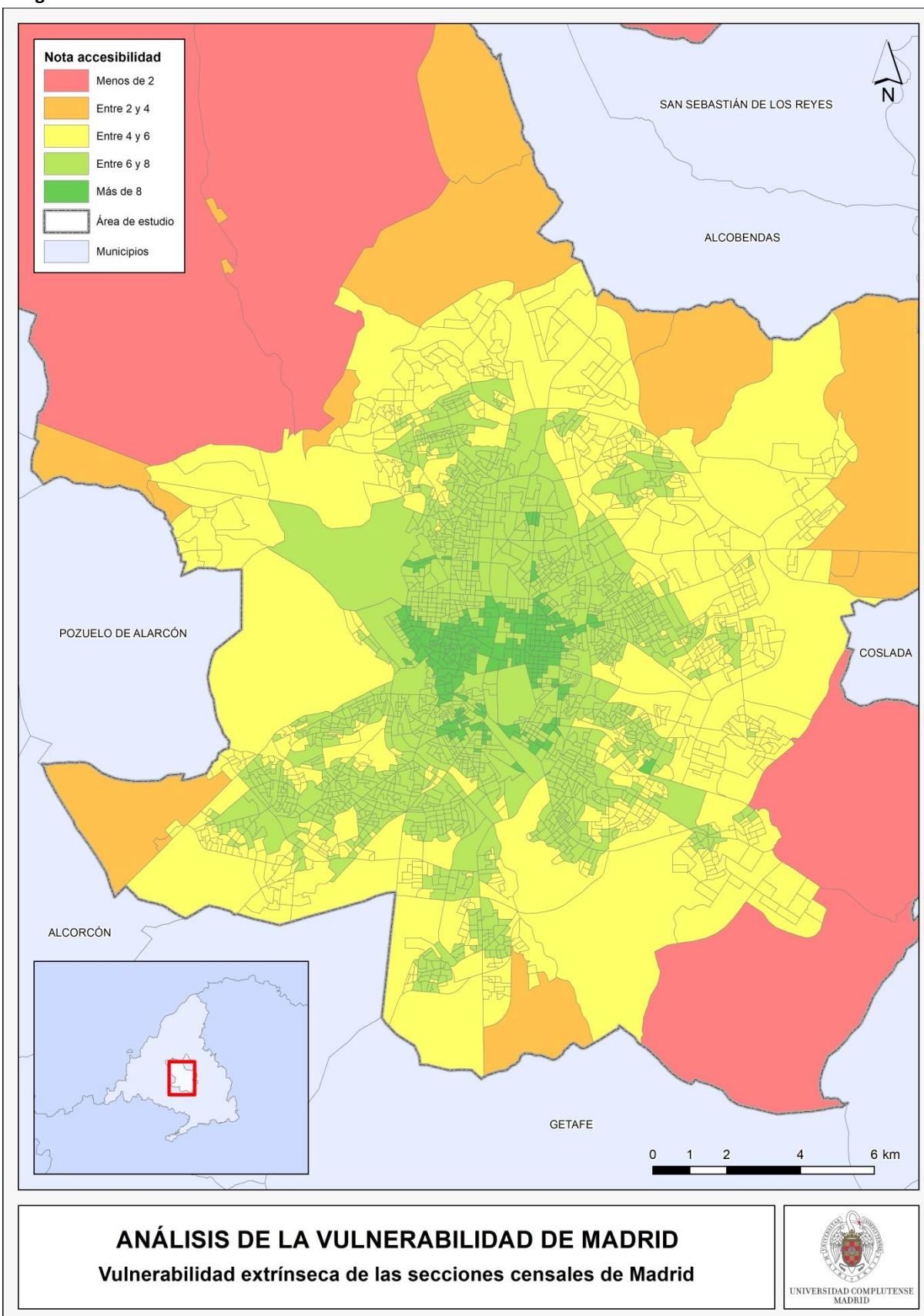
En base a estas ponderaciones y atendiendo a los resultados obtenidos de su aplicación, mostrados en la imagen número 18, se observa que el número secciones censales con vulnerabilidad extrínseca potencial asciende a 143 secciones censales lo que supone que casi 300.000 personas se encuentran en un estado de vulnerabilidad extrínseca potencial. Se identifica este estado cuando la valoración numérica de la accesibilidad ponderada de las secciones censales no supera 5,0. Si bien es cierto que hasta 99 de las unidades territoriales afectadas presentan una calificación superior al 4,5, lo que indica que, dentro de la disfuncionalidad de la accesibilidad, sus condiciones no son profundamente deficientes.

Los barrios con mayor número de secciones censales afectadas por el riesgo potencial de presentar vulnerabilidad extrínseca son Casco Histórico de Vallecas (15 secciones, 32.000 personas), Aravaca (13 secciones, 26.000 personas), Valverde (11 secciones, 30.000 personas), Buenavista (7 secciones, 17.500 personas), Casco Histórico de Vicálvaro (7 secciones, 14.000 personas), Valdefuentes (7 secciones, 16.500 personas), Campamento (5 secciones, 7.000 personas), El Goloso (5 secciones, 10.500 personas), Mirasierra (5 secciones, 8.000 personas), Peñagrande (5 secciones, 7.000 personas), Piovera (5 secciones, 10.500 personas), Rejas (5 secciones, 12.000 personas), San Cristóbal (5 secciones, 7.500 personas) y Timón (5 secciones, 7.500 personas). Además, cabe destacar también que algunos barrios presentan riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca en todas sus secciones censales, como El Pardo (4 secciones, 3.000 personas) o Aeropuerto (3 secciones, 14.000 personas).

Atendiendo a la simbología del mapa adjunto, se observa una categoría de secciones censales más vulnerables en lo que respecta a sus características extrínsecas. Este grupo de secciones censales se identifica con los sectores más periféricos del municipio de Madrid (el monte de El Pardo, la Cañada Real de Merinas o Cantoblanco, entre otros), representadas en tono rojizo, con calificación de accesibilidad inferior a 2,0 y engloba a un total de 7.000 personas.

Las estadísticas obtenidas de este análisis (tabla número 16 y gráfico número 11), ubicados en el anexo documental) muestran que la calificación media de la accesibilidad de las secciones censales de Madrid es 6,5; un valor prácticamente igual que la mediana. Esto indica que la mayor parte de las secciones censales presentan buena accesibilidad, aunque, atendiendo al gráfico de distribución, se puede apreciar cómo las calificaciones de la accesibilidad se encuentran más repartidas a lo largo de la escala numérica que en el resto de gráficos similares analizados. Esto se encuentra relacionado con la desviación típica, cuyo valor supera 1,0.

Imagen 18: Vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid



Fuente: Elaboración propia.



6 CONCLUSIONES

Tras realizar el análisis de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid se ha observado una serie de tendencias existentes en la accesibilidad presentada por cada una de ellas. Estas tendencias derivan del sistema público de movilidad existente en la capital madrileña, así como de la ubicación de los diferentes equipamientos con los que cuenta la ciudad y el área de influencia de cada uno de ellos.

A medida que se obtienen los diferentes indicadores de todo el análisis queda patente la existencia de un pronunciado **gradiente centro-periferia** caracterizado por el excelente grado de accesibilidad de las secciones censales del centro de Madrid y el notable déficit existente en las secciones censales más alejadas, como las pertenecientes al monte de El Pardo o a la Cañada Real de Merinas. Este gradiente viene determinado en mayor medida por la densidad de la red de transporte público así como por su distribución, aunque la ubicación de los destinos de los desplazamientos también es un factor influyente.

En las secciones censales del centro de la ciudad las distancias hasta los destinos de los desplazamientos son menores, así como la densidad de la red de transporte público es mayor. Además, el tamaño de estas secciones censales es muy pequeño, debido a la gran densidad de población de todo el centro de Madrid. La simultaneidad de estos factores evita la existencia de vulnerabilidad extrínseca en estos espacios urbanos.

Por el contrario, en las áreas urbanas más alejadas del centro de la ciudad la densidad poblacional es más baja, con lo que las secciones censales son mucho más grandes y abarcan espacios más heterogéneos en cuanto a su dedicación de suelo, lo que condiciona para que la red de transporte público presente una menor densidad. Esto provoca que las distancias a recorrer entre los puntos de residencia y el sistema de transporte público sean mayores, con el consiguiente empleo de tiempo necesario para estos desplazamientos. Los destinos de los trayectos, por su parte, suelen encontrarse más alejados de estas áreas urbanas, hecho que condiciona los tiempos de desplazamiento, elevando el riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca.

Del mismo modo, se aprecia también un **gradiente Este-Oeste**, si bien la dualidad es ligeramente más difusa, y se encontraría referida únicamente a las secciones censales que componen el tejido urbano de Madrid, no así al término municipal. Las secciones del Oeste de la ciudad presentan índices de accesibilidad óptimos, mientras que en el Este de la ciudad existen unidades territoriales con índices bastante más bajos, como las pertenecientes a barrios como Las Rosas, Canillejas, Piovera, Palomas, Hellín Arcos.

Por lo tanto, la vulnerabilidad extrínseca penetra más en la ciudad de Madrid en su sector oriental que en el occidental. Esto se debe a que la densidad de la red de transporte público es notablemente superior en el Oeste de la ciudad, mientras que las distancias a los destinos de los desplazamientos son mayores desde las secciones censales del Este de Madrid, factores que hacen aumentar el tiempo de desplazamiento, generando de esta manera vulnerabilidad espacial en las áreas urbanas más orientales de la ciudad.

Existe también una **dualidad** espacial definida **entre el Norte y el Sur** de la ciudad, aunque se encuentra menos marcada. Tomando la plaza de Cibeles como el centro de la ciudad se puede



apreciar que las secciones con índices de accesibilidad medios del tejido urbano de Madrid se encuentran más próximas a este punto por el sector meridional, mientras que en el sector septentrional, al existir una red de transporte público más densa y ser un gran centro de atracción (sector Norte del paseo de la Castellana), los desplazamientos son, por lo general, más cortos y existe menor riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca.

Otro factor a tener en cuenta en esta dualidad es el tipo de modo de transporte público que abastece a cada parte de la ciudad. Mientras en el Norte de Madrid existe un nodo muy importante de la red de metro, como es plaza Castilla, en el Sur de la ciudad predomina el autobús, que presenta una velocidad comercial inferior al metro, con lo que los desplazamientos en este modo, especialmente en hora punta, requieren mayores tiempos de desplazamiento.

El **Suroeste de la capital madrileña**, por su parte, presenta mayor heterogeneidad en cuando a la distribución de áreas urbanas según índice de accesibilidad. Las secciones censales con mejores índices de accesibilidad son las que se encuentran atravesadas por la red de transporte público, especialmente la red de metro de Madrid al ser el modo de transporte público que presenta una mayor velocidad comercial. En las secciones censales donde el desplazamiento hasta la red de metro requiere más tiempo, el índice de accesibilidad es inferior, lo que, a su vez, provoca que el riesgo potencial de vulnerabilidad extrínseca sea mayor. Además, este sector urbano presenta una menor dotación en varios de los elementos analizados, lo que determina que condiciona para que los tiempos de desplazamiento sean mayores, haciendo aumentar la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales que componen este sector de Madrid.

Por último en el término municipal de Madrid se identifican algunas **áreas** claramente **marginales** en lo que a cuestiones de **movilidad y transporte** se refiere, provocando que sus índices de accesibilidad sean significativamente bajos y, por lo tanto, su riesgo potencial de presentar vulnerabilidad extrínseca, elevado. Las principales áreas identificadas son, principalmente, la Cañada Real de Merinas, El Goloso (Cantoblanco) y El Pardo, y en menor medida Aeropuerto, Aravaca, El Plantío, Valdefuentes (La Moraleja), Rejas, Butarque, San Andrés, Casco Histórico de Vallecas y Campamento. Los motivos que explican los bajos índices de accesibilidad existentes en las secciones censales que componen los citados barrios de Madrid son variados y responden a criterios socioeconómicos, demográficos o de infraestructuras:

- La **Cañada Real de Merinas** es un barrio marginal de Madrid con carencias en todos los aspectos, pero quizá la más llamativa es la falta de infraestructuras de transporte. Esta ausencia prácticamente total de infraestructuras viarias impide la existencia de la red de transporte público de Madrid, que apenas llega hasta el comienzo del barrio. Además, debido a la morfología del barrio, con una estructura prácticamente lineal, existen tiempos de desplazamiento muy grandes desde algunas partes del barrio hasta la parada de autobús, que es el único modo de transporte público que da servicio a este área.
- El barrio de **El Goloso** abarca tanto parte de la ciudad de Madrid como otros núcleos de población y lugares representativos pertenecientes a Madrid pero muy distanciados espacialmente de la capital, como Cantoblanco, el campus de la Universidad Autónoma de Madrid o la base militar homónima, entre otros. La baja densidad de población en este barrio de Madrid y la lejanía al centro de la ciudad condicionan para que, a pesar de encontrarse el



campus universitario, la densidad de la red de transporte público no sea lo suficientemente densa como para evitar que los índices de accesibilidad sean notablemente bajos. Lo mismo sucede con las secciones censales existentes en **El Pardo** o **El Plantío**, donde el escaso volumen de población y la gran distancia a la capital condicionan negativamente la accesibilidad del núcleo.

- ❑ En otros barrios como **Aeropuerto**, **Butarque**, **Campamento**, **San Andrés** o **Rejas**, unidos al factor demográfico se encuentra el determinante factor de los usos del suelo. En estas áreas urbanas existen grandes superficies de suelo dedicadas a usos no residenciales, como dotacional de transporte (Aeropuerto, Butarque), industrial (Butarque, San Andrés, Rejas) o militar (Campamento), que pueden ser en algunos casos centros de atracción, como en el caso de Aeropuerto, pero no espacios residenciales. Estos espacios, al no coincidir con los centros de atracción, presentan carencias de transporte que, unidas a la gran distancia existente hasta el centro de la ciudad de Madrid, condicionan que la vulnerabilidad extrínseca potencial sea alta debido a que los índices de accesibilidad son bajos.
- ❑ Por su parte, los barrios de **Aravaca** y **Casco Histórico de Vallecas** son grandes núcleos de población que, aunque pertenecen a Madrid y espacialmente no existen grandes distancias hasta el centro de la ciudad, la realidad es que se encuentran separados de la capital por el efecto barrera de las grandes infraestructuras de transporte como la autopista A-6, la circunvalación de Madrid M-40 o las vías ferroviarias de Cercanías Renfe. Estos factores condicionan para que, a pesar de que la densidad de la red de transporte público en estos barrios no sea demasiado laxa, los tiempos de desplazamiento sean elevados, con lo que los índices de accesibilidad disminuyen y el riesgo de vulnerabilidad extrínseca aumenta. Además, las notables distancias existentes desde las unidades territoriales de estos barrios a los centros de atracción provocan que los tiempos de desplazamiento sean aún mayores.
- ❑ El caso del barrio de **Valdefuentes** es singular, ya que responde, además de a los criterios mencionados para otros barrios, a factores socioeconómicos. El bajo volumen de población y la elevada distancia a la capital madrileña son factores que condicionan enormemente la accesibilidad de las secciones censales que componen el barrio, pero a esto hay que sumar el aspecto socioeconómico: en secciones censales como las correspondientes a la urbanización de lujo La Moraleja reside población perteneciente al estrato social más elevado, con alto nivel de renta y sin problemas de acceso al sistema de transporte privado. Esta simultaneidad de factores desemboca en la existencia de una red de transporte público laxa que, a su vez, no deja de ser un impedimento para que los niveles de accesibilidad sean buenos.

Por último, dada la distribución de las secciones censales en función de su índice de accesibilidad, parece haber una **concordancia** entre los factores que condicionan para la **vulnerabilidad intrínseca** de las secciones censales y los que derivan en la existencia de **vulnerabilidad espacial**. Como continuación a este proyecto podría ser interesante evaluar el grado de relación existente entre la vulnerabilidad intrínseca y la vulnerabilidad extrínseca de las diferentes unidades territoriales de la capital española, pues la ciudad no deja de ser un sistema surgido de la confluencia de factores sociales, demográficos, económicos, culturales y espaciales.



7 BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

7.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.

Alguacil Gómez, J. (2006). Barrios desfavorecidos: Diagnóstico de la situación española. V *Informe FUHEM de políticas sociales: La exclusión social y el estado del bienestar en España*, pp.155-168.

Alguacil Gómez, J. y Camacho Gutiérrez, J. (2014). La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los vulnerables. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, (27), pp.73-94.

Alonso, W. (1964). *Location and Land Use*. Cambridge: Harvard University Press.

Ascher, F. (2005). Ciudades con velocidad y movilidad múltiples: Un desafío para los arquitectos, urbanistas y políticos. *Revista ARQ*, (20), pp.11-19.

Avellaneda García, P. (2007). *Movilidad, pobreza y exclusión social. Un estudio de caso en la ciudad de Lima*. Barcelona: Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Barcelona.

Bruquetas, M., Moreno, F. J. y Walliser, A. (2005). *La regeneración de barrios desfavorecidos (Documento de trabajo 67)*. Madrid: Fundación Alternativas.

Castells, M. (1991). El auge de la Ciudad Dual: Teoría social y tendencias sociales. *Alfoz*, (80).

Dragu, V., Stefanica, C. y Burciu, S. (2011). Accessibility study on regard to Bucharest Underground Network. *University Politechnica of Bucharest Science Bulletin*, (1), pp.221-236.

Egea Jiménez, C., Nieto, J., Domínguez, J. y González, R. (2008). *Vulnerabilidad del tejido social de los barrios desfavorecidos de Andalucía. Análisis y potencialidades*. Sevilla: Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia, Junta de Andalucía.

Estevan, A. y Sanz, A. (1996). *Hacia la reconversión ecológica del transporte en España*. Bilbao: Bakeaz. Centro de documentación y estudios para la paz.

Figueroa, O. (2005). Transporte urbano y globalización. Política y efectos en América latina. *Revista EURE*, (94), pp.41-53.

Hernández, D. (2012). Activos y estructuras de activos de movilidad. Una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad. *Revista EURE*, (115), pp.117-135.

Huber, M. (2009). The use of gasolina: Value, oil and the American way of life. *Antipode*, (41), pp.465-486.

Kaufmann, V., Bergman, M. y Dominique, J. (2004). Motility: Mobility as capital. *International Journal of Urban and Regional Research*, [online] (28), pp.745-756. Disponible en: http://www.pacte.cnrs.fr/IMG/pdf_articleMotilityIJURR.pdf [Consultado el 19 de julio de 2018].

Kenyon, S., Lyons, G. y Rafferty, J. (2002). Transport and social exclusion: Investigating the possibility of promoting inclusion through virtual mobility. *Journal of Transport Geography*, (10), pp.207-219.



Kwan, M., Murray, A., O'Kelly, M. y Tiefelsdorf, M. (2003). Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications. *Journal of Geographical Systems*, [online] (5), pp.129-138. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s101090300107> [Consultado el 21 de julio de 2018].

Litman, T. (2011). *Evaluating accessibility for transportation planning*. Victoria: Victoria Transport Policy Institute.

Lotero Vélez, L. y Hurtado Heredia, R. (2014). Vulnerabilidad de redes complejas y aplicaciones al transporte urbano: Una revisión de la literatura. *Revista EIA*, [online] (11), pp. 67-78. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2014.11.21.67-78> [Consultado el 17 de julio de 2018].

Lucas, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy*, (20), pp.105-113.

Ministerio de Fomento (2012). *Atlas de la Vulnerabilidad Urbana en España*. Madrid: Ministerio de Fomento, Gobierno de España.

Miralles-Guasch, C. y Cebollada Frontera, Á. (2003). *Movilidad y transporte. Opciones políticas para la ciudad*. Madrid: Fundación Alternativas.

Preston, J. y Rajé, F. (2007). Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. *Science Direct*, (15), pp.151-160.

Rodríguez Núñez, E. (2012). Estudio de la vulnerabilidad de las redes de transporte desde una perspectiva geográfica. *Revista de Estudios Andaluces*, (29), pp.59-82.

Rodríguez Vignoli, J. (2008). Movilidad cotidiana, desigualdad social y segregación residencial en cuatro metrópolis de América Latina. *Revista EURE*, (103), pp.49-71.

Sánchez-Toscano Salgado, G., Sanz Fernández, A. y Hernández Aja, A. (2016). Nueva vulnerabilidad de las áreas urbanas ante la crisis ecológica. *CONAMA*.

Temes, R. (2014). Valoración de la vulnerabilidad integral en las áreas residenciales de Madrid. *Revista EURE*, (119), pp.119-149.

7.2 FUENTES DIGITALES.

TED. Ideas worth spreading (2013). *Enrique Peñalosa: Why buses represent democracy in action*. [vídeo] Disponible en: https://www.ted.com/talks/enrique_penalosa_why_buses_represent_democracy_in_action [Consultado en varias ocasiones entre el 3 de junio de 2018 y el 24 de julio de 2018].

7.3 FUENTES DE DATOS CARTOGRÁFICOS.

Barrios de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Callejero. Información adicional asociada. (2017). [*.csv] Área de Vivienda y Urbanismo, Ayuntamiento de Madrid, Portal de datos abiertos. Madrid.



Centros deportivos municipales. (2017). [Shapefile] Área de Gobierno, Cultura y Deportes, Ayuntamiento de Madrid, Portal de datos abiertos. Madrid.

Cines de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Comisarías de Policía Municipal de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Comisarías de Policía Nacional de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Datos del servicio de transporte público de Madrid: Datos de Cercanías Renfe. (2017). [Archivos GTFS] Consorcio Regional de Transportes de Madrid, Portal de Datos Abiertos. Madrid.

Datos del servicio de transporte público de Madrid: Datos de Metro. (2017). [Archivos GTFS] Consorcio Regional de Transportes de Madrid, Portal de Datos Abiertos. Madrid.

Datos del servicio de transporte público de Madrid: Datos de Metro Ligero. (2017). [Archivos GTFS] Consorcio Regional de Transportes de Madrid, Portal de Datos Abiertos. Madrid.

Datos del servicio de transporte público de Madrid: Datos de EMT (Autobuses urbanos de Madrid). (2017). [Archivos GTFS] Consorcio Regional de Transportes de Madrid, Portal de Datos Abiertos. Madrid.

Hospitales públicos de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Institutos públicos de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Municipios de la Comunidad de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Museos de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Oficinas de empleo de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Secciones censales de Madrid. (2017). [Shapefile] Comunidad de Madrid, Nomenclátor y Callejero de la Comunidad de Madrid. Madrid.

Viario de Madrid. (2017). [Shapefile] Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Geografía humana. Madrid.



8 GLOSARIO DE ELEMENTOS GRÁFICOS

8.1 GRÁFICOS

Gráfico 1	Distribución de la accesibilidad al centro de la ciudad en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 78
Gráfico 2	Distribución de la accesibilidad al conjunto de la ciudad en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 79
Gráfico 3	Distribución de la accesibilidad a las comisarías de Policía en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 79
Gráfico 4	Distribución de la accesibilidad a los centros culturales en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 80
Gráfico 5	Distribución de la accesibilidad a los centros deportivos municipales en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 81
Gráfico 6	Distribución de la accesibilidad a los institutos públicos en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 81
Gráfico 7	Distribución de la accesibilidad a los hospitales públicos en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 82
Gráfico 8	Distribución de la accesibilidad a los nodos de transporte interurbano en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 83
Gráfico 9	Distribución de la accesibilidad a las oficinas de empleo en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 83
Gráfico 10	Distribución de la accesibilidad a los centros de atracción en las distintas secciones censales de Madrid.	Página 84
Gráfico 11	Distribución de la vulnerabilidad extrínseca en las distintas secciones censales de Madrid..	Página 85



8.2 IMÁGENES

Imagen 1	Área de estudio.	Página 72
Imagen 2	Conectividad entre las diferentes capas de la red de transporte.	Página 22
Imagen 3	Accesibilidad de las secciones censales al centro de la ciudad de Madrid.	Página 31
Imagen 4	Accesibilidad de las secciones censales al conjunto de la ciudad de Madrid.	Página 34
Imagen 5	Accesibilidad de las secciones censales a las comisarías de Policía de Madrid.	Página 37
Imagen 6	Área de servicio de las comisarías de Policía de Madrid.	Página 73
Imagen 7	Accesibilidad de las secciones censales a los centros culturales de Madrid.	Página 40
Imagen 8	Accesibilidad de las secciones censales a los centros deportivos municipales de Madrid.	Página 42
Imagen 9	Área de servicio de los centros deportivos municipales de Madrid.	Página 74
Imagen 10	Accesibilidad de las secciones censales a los institutos públicos de Madrid.	Página 45
Imagen 11	Área de servicio de los institutos públicos de Madrid.	Página 75
Imagen 12	Accesibilidad de las secciones censales a los hospitales públicos de Madrid.	Página 48
Imagen 13	Área de servicio de los hospitales públicos de Madrid.	Página 76
Imagen 14	Accesibilidad de las secciones censales a los nodos de transporte interurbano de Madrid.	Página 51
Imagen 15	Accesibilidad de las secciones censales a las oficinas de empleo de Madrid.	Página 53
Imagen 16	Área de servicio de las oficinas de empleo de Madrid.	Página 77
Imagen 17	Accesibilidad de las secciones censales a los centros de atracción de Madrid.	Página 56
Imagen 18	Vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid.	Página 58



8.3 TABLAS

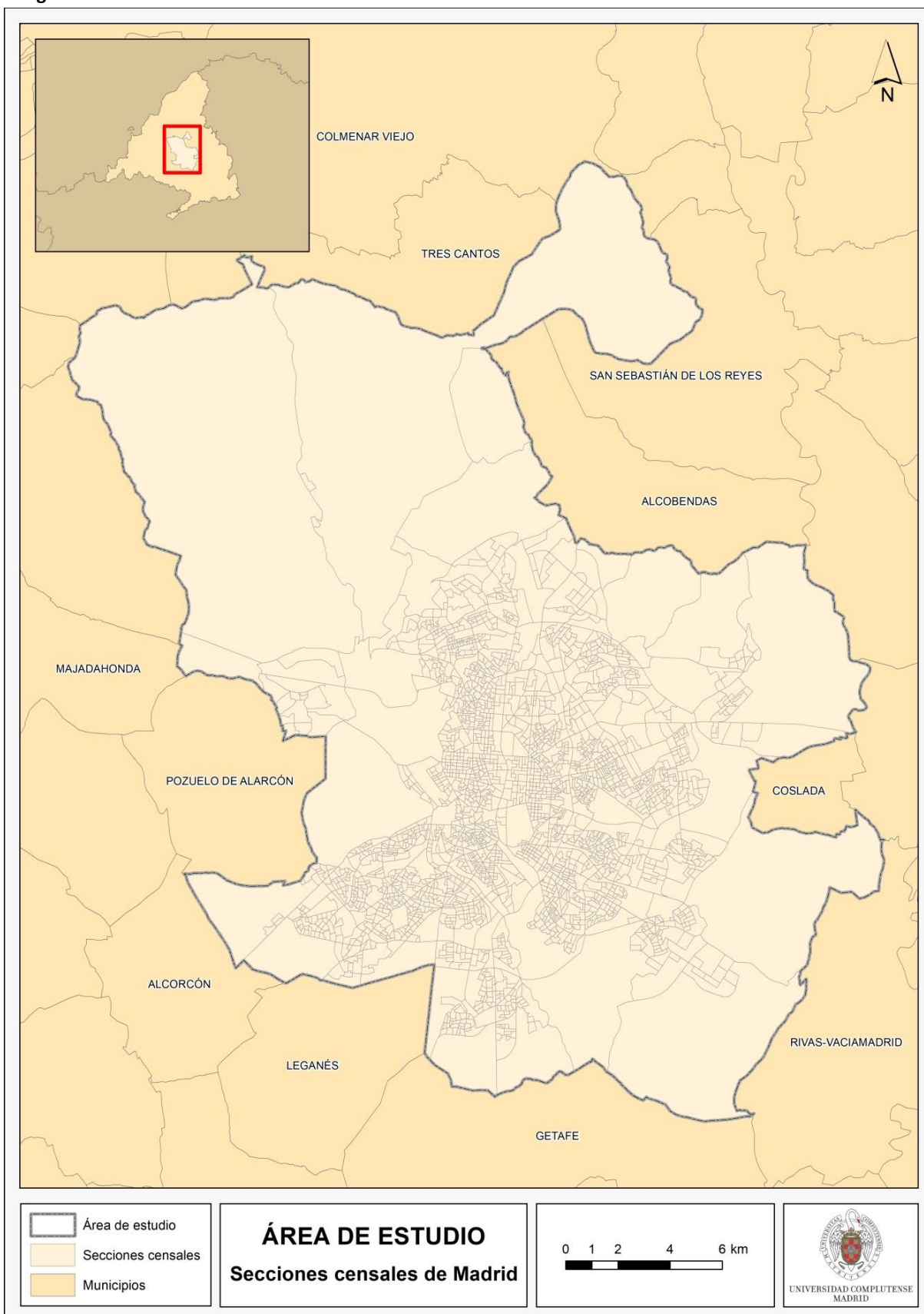
Tabla 1	Fuente de los datos utilizados en el análisis.	Página 21
Tabla 2	Umbral de vulnerabilidad de las diferentes etapas del análisis.	Página 27
Tabla 3	Umbral de vulnerabilidad del análisis de los centros de atracción.	Página 27
Tabla 4	Ponderación de la vulnerabilidad extrínseca total de las secciones censales de Madrid.	Página 28
Tabla 5	Ponderación de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid según centros de atracción.	Página 28
Tabla 6	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales al centro de la ciudad de Madrid.	Página 78
Tabla 7	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales al conjunto de la ciudad de Madrid.	Página 78
Tabla 8	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a las comisarías de Policía de Madrid.	Página 79
Tabla 9	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los centros culturales de Madrid.	Página 80
Tabla 10	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los centros deportivos municipales de Madrid.	Página 80
Tabla 11	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los institutos públicos de Madrid.	Página 81
Tabla 12	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los hospitales públicos de Madrid.	Página 82
Tabla 13	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los nodos de transporte interurbano de Madrid.	Página 82
Tabla 14	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a las oficinas de empleo de Madrid.	Página 83
Tabla 15	Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los centros de atracción de Madrid.	Página 84
Tabla 16	Indicadores estadísticos de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid.	Página 84



9 ANEXO DOCUMENTAL

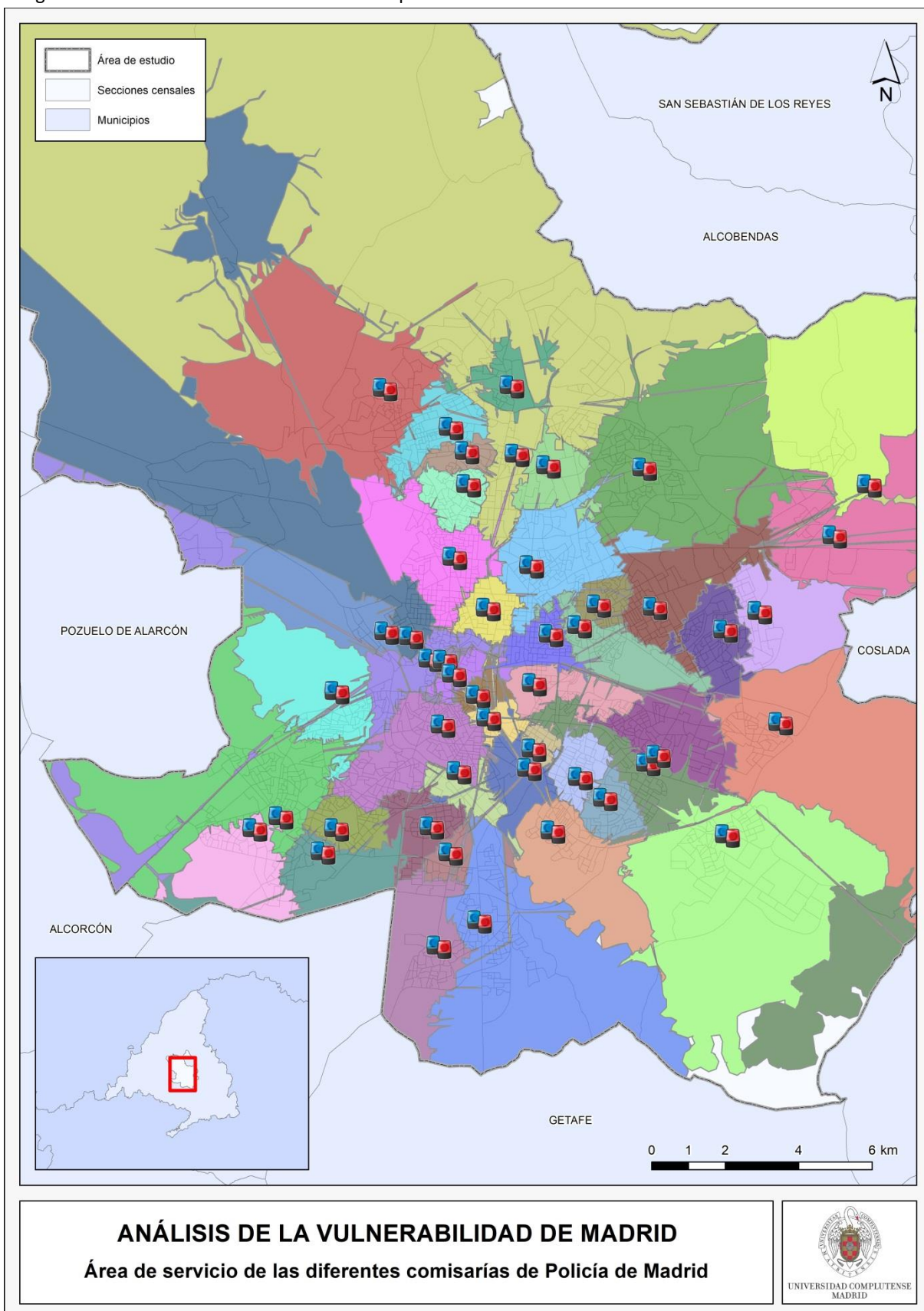
En este anexo documental se recogen todos los elementos gráficos que forman parte de este proyecto pero no se han incluido en el propio cuerpo del trabajo para hacer posible una lectura fluida y dinámica del mismo. Se han dispuesto en primer lugar los mapas relativos a las áreas de servicio de los elementos de las distintas categorías de centros de atracción, para facilitar la comparación entre ellos. Posteriormente, aparecen alternos los gráficos y las tablas referentes a los aspectos estadísticos de los diferentes análisis del proyecto, de tal manera que el gráfico de distribución de valores y la tabla de indicadores estadísticos de cada variable aparecen juntos, permitiendo un análisis de los datos más cómodo. Cabe destacar que los indicadores están expresados en minutos, a excepción del conteo y el coeficiente de variación, así como las tablas y gráficos referidos a la accesibilidad a los centros de atracción (tabla 15 y gráfico 10) y a la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales (tabla 16 y gráfico 11), que aparecen expresados en valor numérico como parte de una escala donde 0 es el valor mínimo y 10 el valor máximo.

Imagen 1: Área de estudio



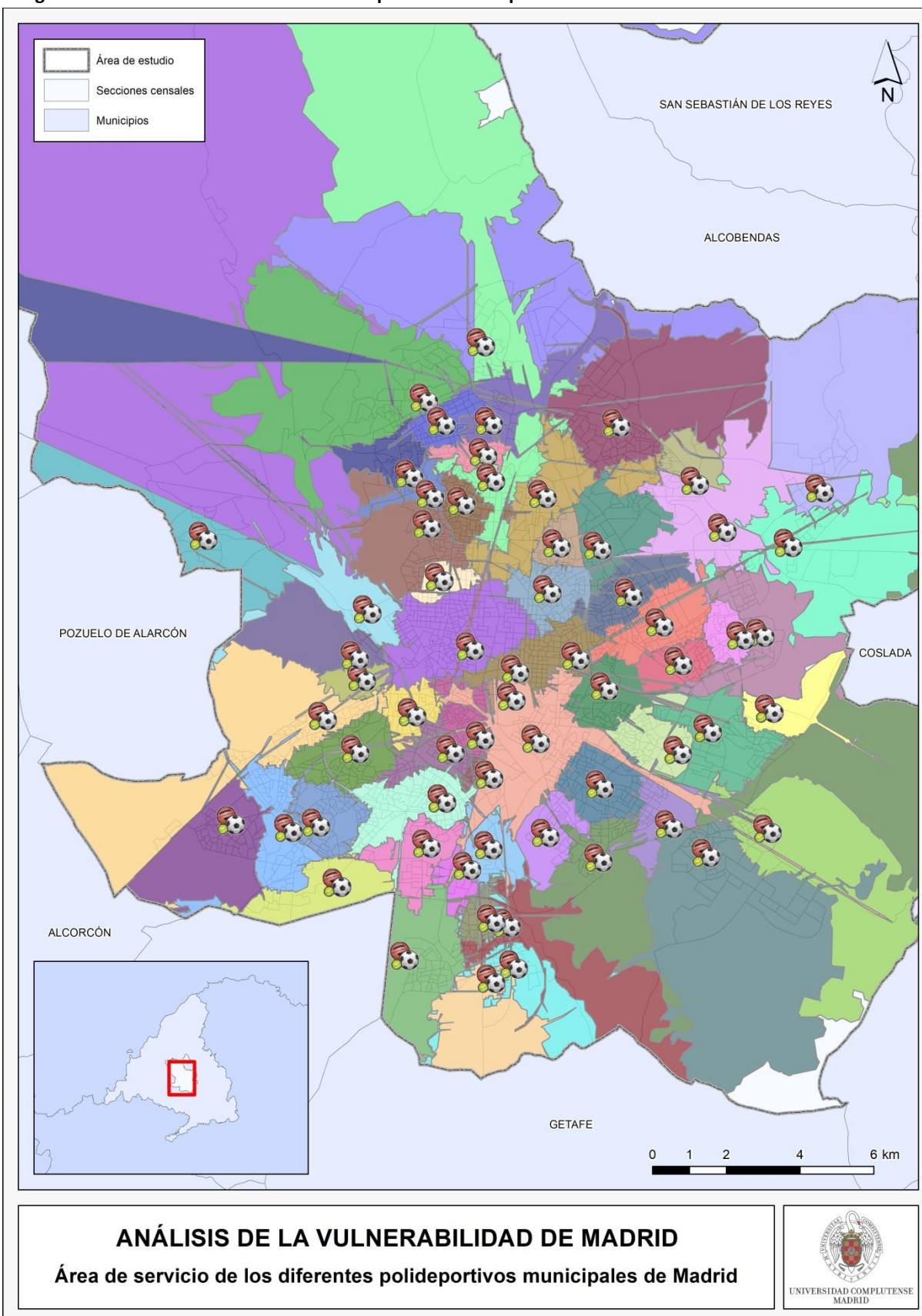
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 6: Área de servicio de las comisarías de policía de Madrid



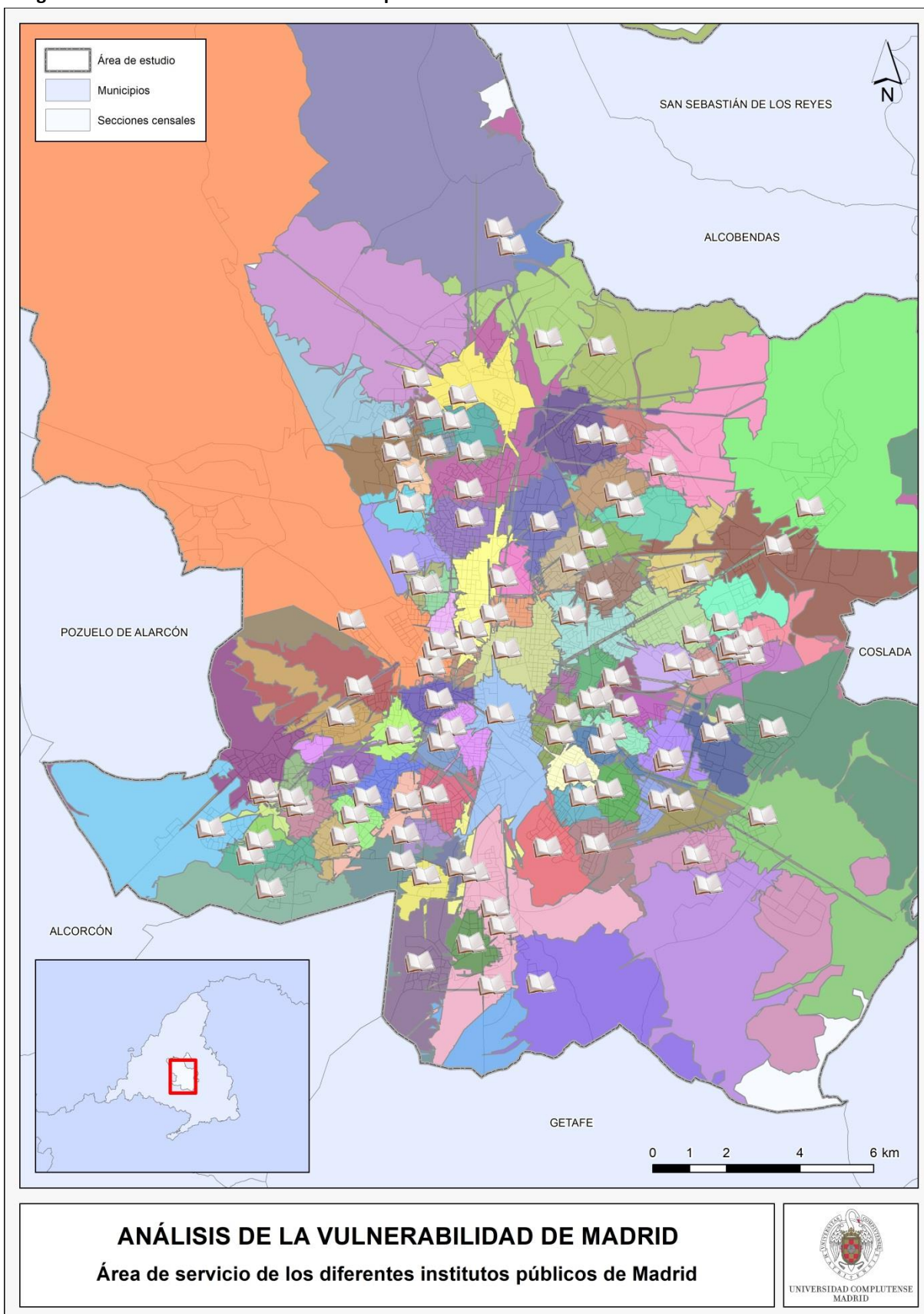
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 9: Área de servicio de los centros deportivos municipales de Madrid



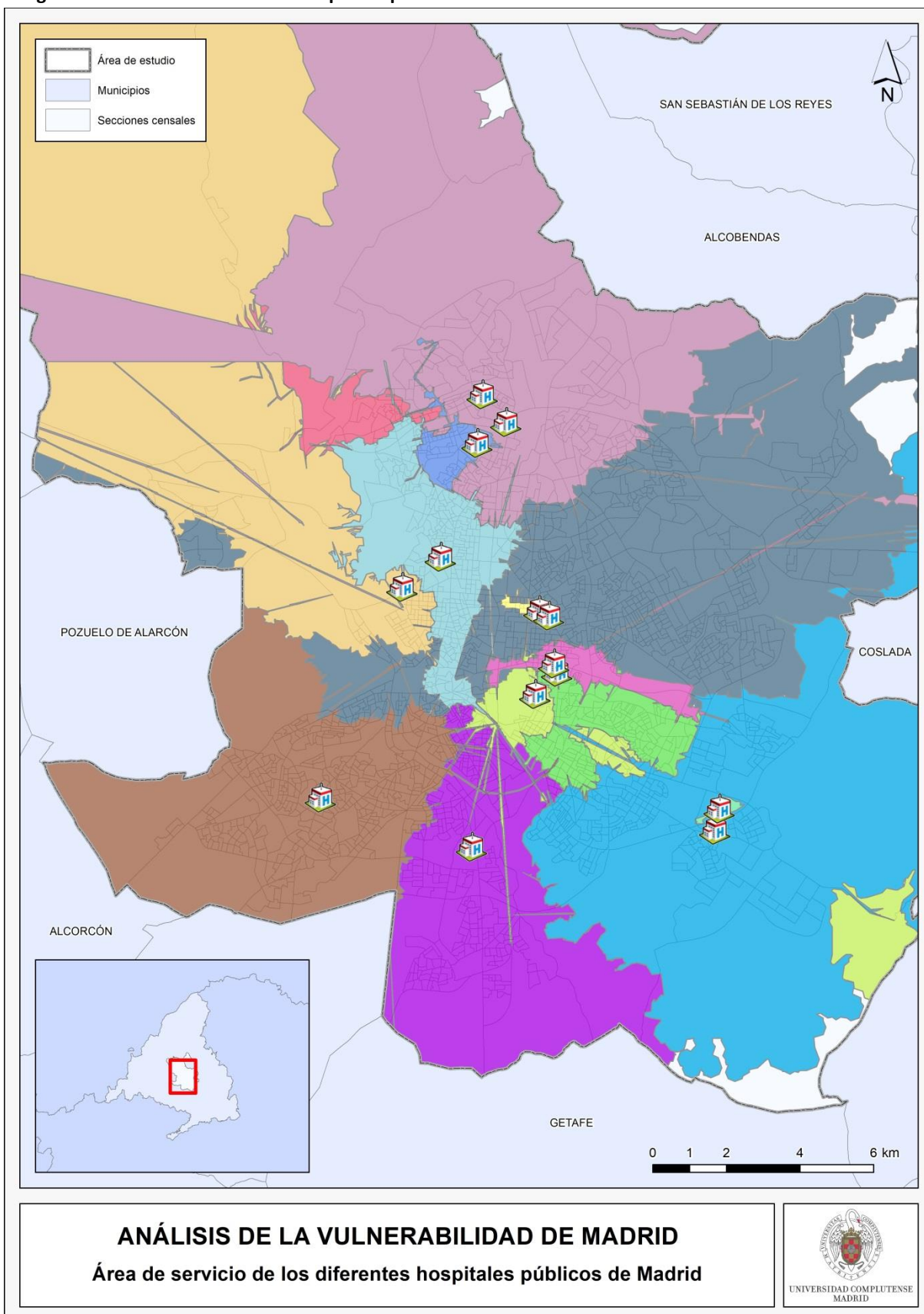
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 11: Área de servicio de los institutos públicos de Madrid



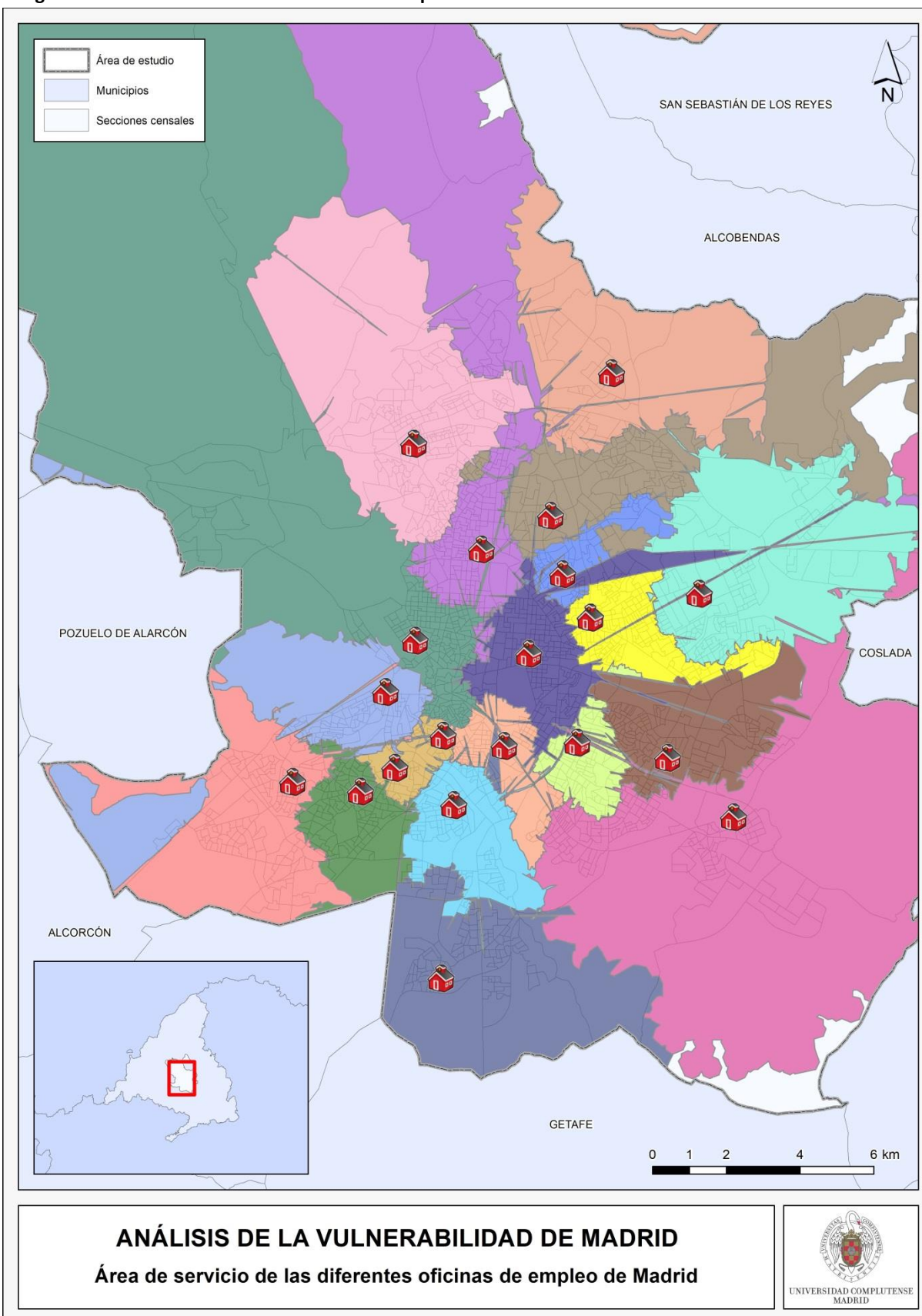
Fuente: Elaboración propia.

Imagen 13: Área de servicio de los hospitales públicos de Madrid



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 16: Área de servicio de las oficinas de empleo de Madrid



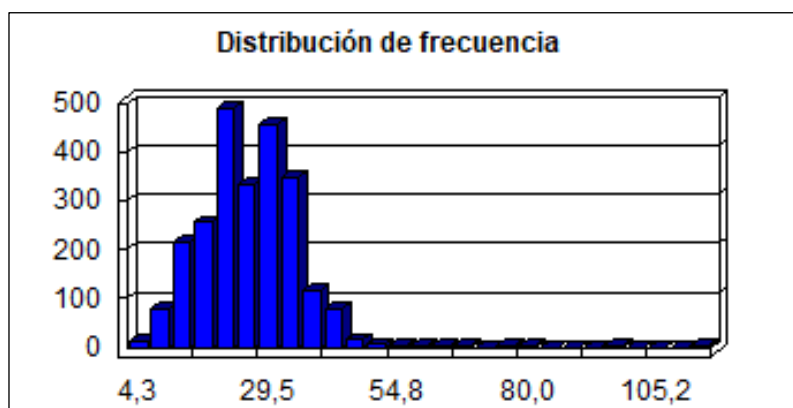
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales al centro de la ciudad

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	4,29
Valor máximo	117,32
Suma	66.531,97
Media	27,55
Mediana	27,82
Desviación típica	9,36
Coefficiente de variación	33,97%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1: Accesibilidad al centro de la ciudad de Madrid



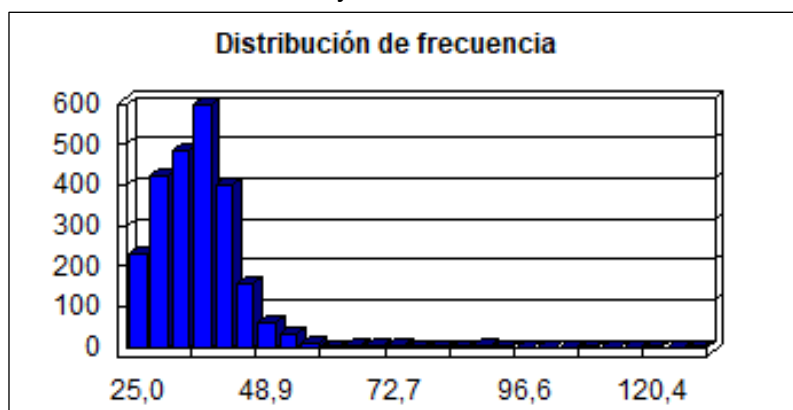
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales al conjunto de la ciudad

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	25,04
Valor máximo	131,82
Suma	91.432,80
Media	37,86
Mediana	37,35
Desviación típica	7,71
Coefficiente de variación	20,36%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2: Accesibilidad al conjunto de la ciudad de Madrid



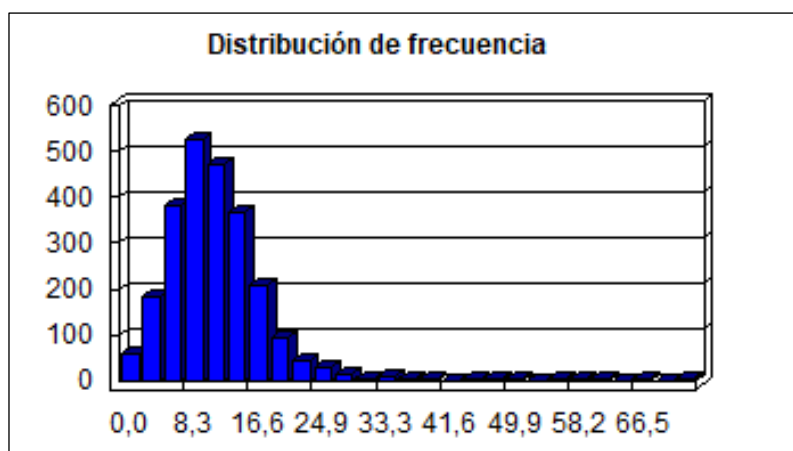
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a las comisarías de Policía

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	0,00
Valor máximo	74,49
Suma	29.281,78
Media	12,12
Mediana	11,37
Desviación típica	6,33
Coefficiente de variación	52,23%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3: Accesibilidad a las comisarías de Policía de Madrid



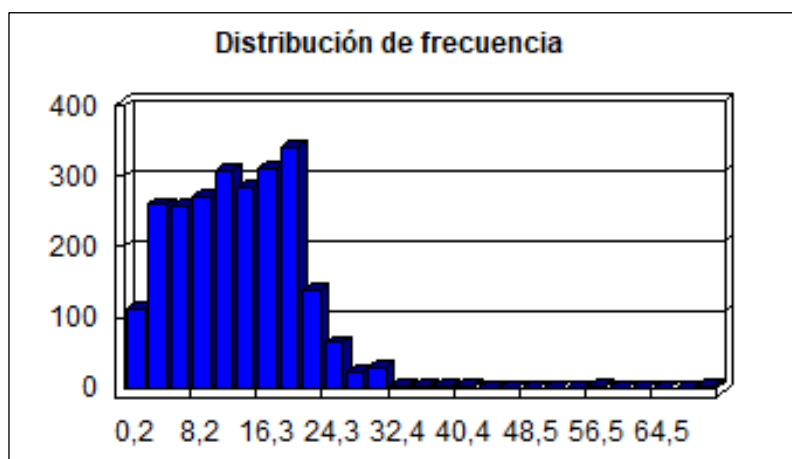
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los centros culturales

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	0,18
Valor máximo	72,26
Suma	32.762,94
Media	13,57
Mediana	13,54
Desviación típica	7,12
Coefficiente de variación	52,47%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4: Accesibilidad a los centros culturales de Madrid



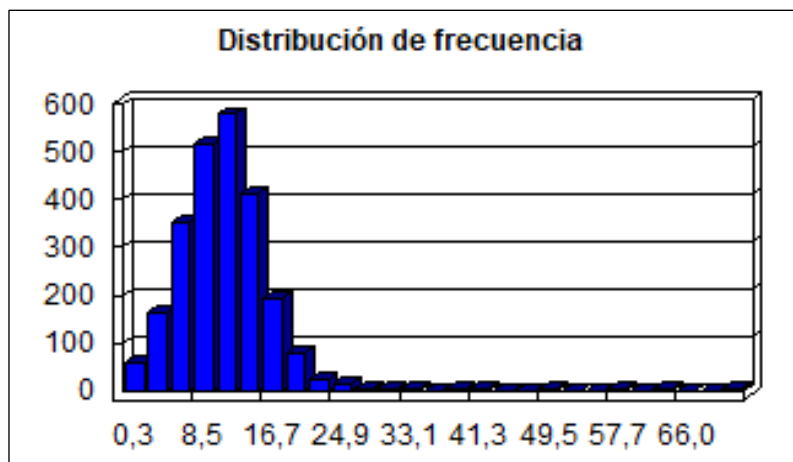
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los centros deportivos

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	0,26
Valor máximo	73,83
Suma	29.011,18
Media	12,01
Mediana	11,86
Desviación típica	5,60
Coefficiente de variación	46,63%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5: Accesibilidad a los centros deportivos municipales de Madrid



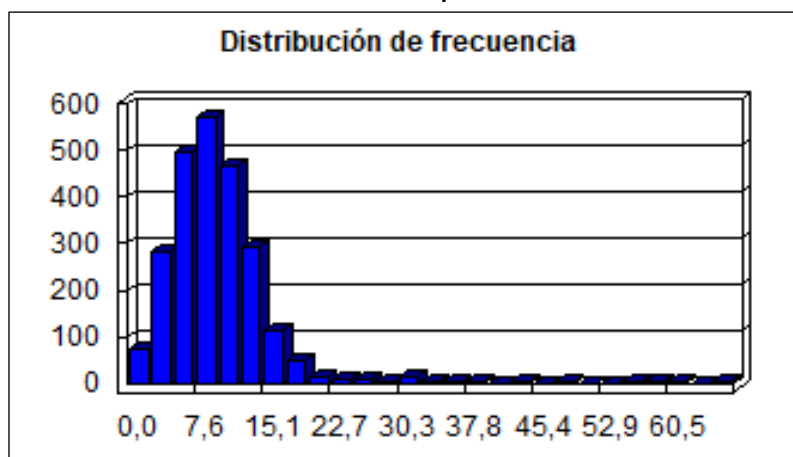
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los institutos públicos

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	0,00
Valor máximo	67,76
Suma	23.547,87
Media	9,75
Mediana	9,20
Desviación típica	5,45
Coefficiente de variación	55,90%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: Accesibilidad a los institutos públicos de Madrid



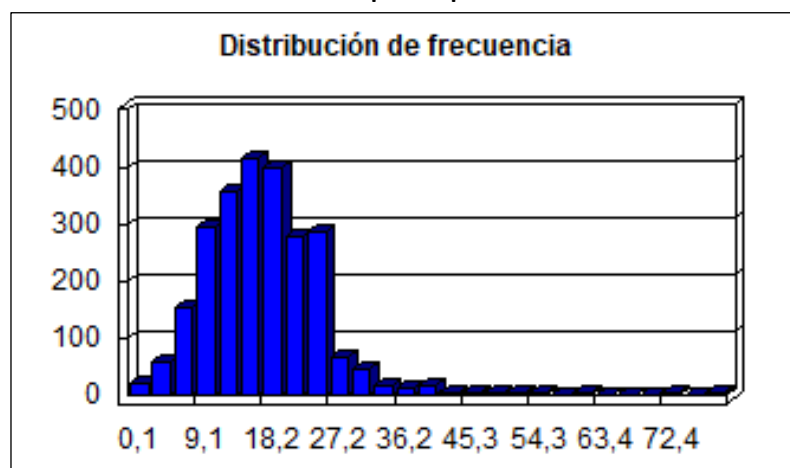
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los hospitales públicos

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	0,08
Valor máximo	81,06
Suma	43.339,37
Media	17,95
Mediana	17,92
Desviación típica	7,39
Coefficiente de variación	41,17%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7: Accesibilidad a los hospitales públicos de Madrid



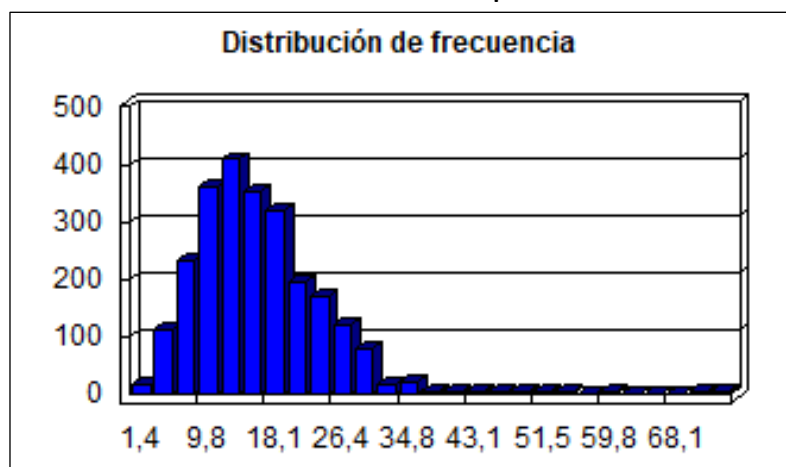
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los nodos de transporte

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	1,41
Valor máximo	76,13
Suma	40.689,96
Media	16,85
Mediana	15,59
Desviación típica	7,29
Coefficiente de variación	43,26%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8: Accesibilidad a los nodos de transporte interurbano de Madrid



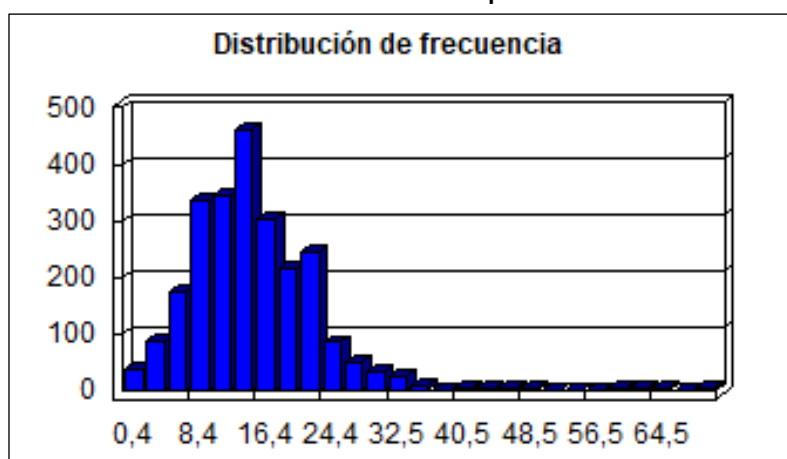
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a las oficinas de empleo

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	0,44
Valor máximo	72,14
Suma	38.228,93
Media	15,83
Mediana	14,93
Desviación típica	7,18
Coefficiente de variación	45,36%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 9: Accesibilidad a las oficinas de empleo de Madrid



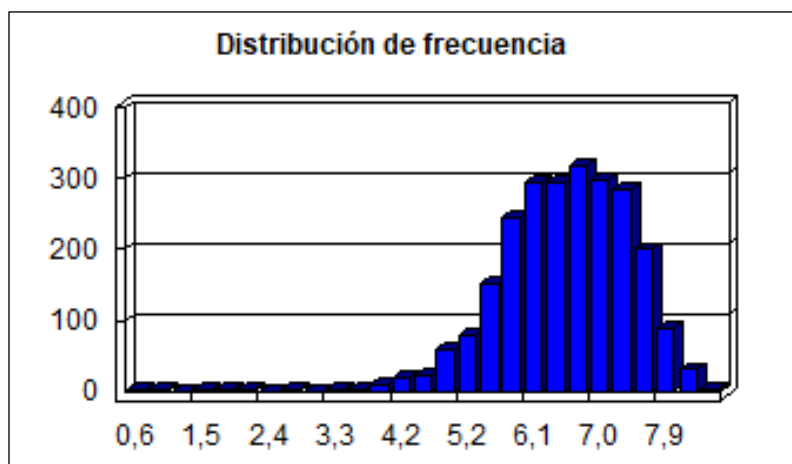
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Indicadores estadísticos de la accesibilidad de las secciones censales a los centros de atracción

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	0,60
Valor máximo	8,76
Suma	15.996,41
Media	6,62
Mediana	6,69
Desviación típica	0,89
Coeficiente de variación	13,44%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 10: Accesibilidad a los centros de atracción de Madrid



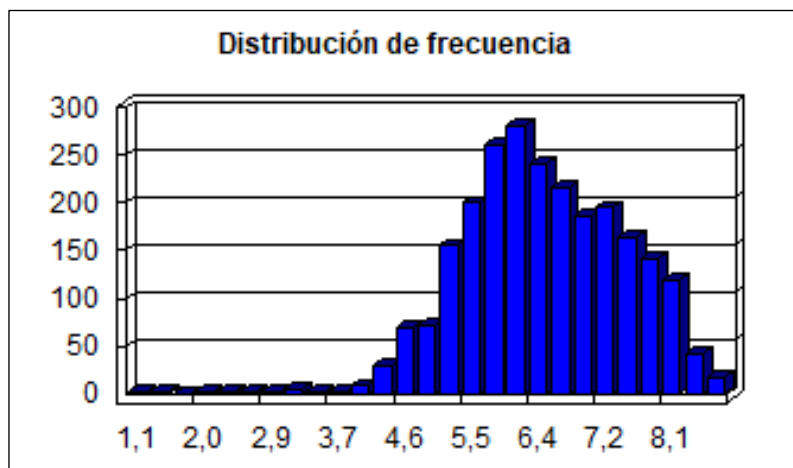
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Indicadores estadísticos de la vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid

INDICADOR	VALOR
Conteo	2.415,00
Valor mínimo	1,11
Valor máximo	8,94
Suma	15.896,52
Media	6,54
Mediana	6,51
Desviación típica	1,04
Coeficiente de variación	15,90%

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 11: Vulnerabilidad extrínseca de las secciones censales de Madrid



Fuente: Elaboración propia.