

## **Plataforma de servicios para calcular y analizar distancia de acceso servicios públicos. El caso de la Comunidad de Madrid.**

### **Introducción**

Hoy en día, las regiones se enfrentan a grandes retos medioambientales, sociales y económicos. La congestión del tráfico, la inadecuación de los servicios sociales y las infraestructuras físicas, y la insuficiencia de la movilidad y la accesibilidad son algunos de los más importantes. Para hacer frente a estos retos, las regiones aplican políticas sostenibles de cohesión territorial, sobre todo para mantener la productividad económica, mejorar la calidad de vida y abordar otros problemas medioambientales y sociales. La distribución espacial de las actividades, el uso eficiente de los recursos y la accesibilidad a los diferentes servicios e instalaciones son cruciales para promover regiones más sostenibles [1].

Varias políticas son comunes en las regiones de Europa, entre ellas 1) mejorar la accesibilidad en lugar de en lugar de aumentar la movilidad (es decir, el tráfico); 2) integrar el transporte y la planificación del uso del suelo; 3) crear un desarrollo de uso mixto cerca transporte público; y 4) fomentar los desplazamientos a pie y en bicicleta [2].

Paralelamente a los ODS de la ONU, la Unión Europea, en el marco de la Agenda Urbana para la UE [23], trabaja con las ciudades y regiones para desarrollar una política de movilidad sostenible, no solo a nivel urbano, si no a nivel regional y comarcal que incluya sistemas de transporte público eficientes y promueva soluciones de movilidad activa, como los desplazamientos a pie y en bicicleta, y garantice una buena accesibilidad para los residentes y las personas que se desplazan al trabajo y a los servicios públicos necesarios para la vida diaria.

La accesibilidad puede definirse en términos generales como el grado en que se puede llegar a los destinos pertinentes con los medios de transporte disponibles. Se considera cada vez más un objetivo político clave en la planificación del uso del territorio y se ha promovido como el criterio más relevante en las evaluaciones políticas. La mejora de la accesibilidad a los servicios es una parte importante de los planes y políticas espaciales en toda Europa [3].

Una mejor accesibilidad a los servicios puede reducir las disparidades sociales y territoriales y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Desgraciadamente, en Europa no se dispone de datos completos sobre la ubicación de los servicios y que se actualicen con una periodicidad requerida, lo que dificulta la evaluación de los efectos directos o indirectos de las políticas sobre la distribución de los servicios y la accesibilidad a los mismos [3].

Para la evaluación de políticas de cohesión territorial, es necesario armonizar e integrar fuentes de diversos proveedores. Asimismo, para evaluar periódicamente la efectividad de las políticas puestas en marcha, es necesario que estas fuentes se actualicen con una periodicidad anual (mayor que las proporcionadas por

algunas fuentes contempladas en algunos trabajos de investigación, i.e. PROFECY). La ausencia de estos mecanismos dificulta la labor de los responsables de formular y evaluar las políticas de cohesión territorial.

Este estudio propone un enfoque novedoso para proporcionar un esquema interoperable y cartográfico que permita.

En primer lugar, se catalogan los servicios públicos incluidos en la norma UNE 178601 en función de la frecuencia de uso requerida por los ciudadanos: frecuentes (locales), ocasionales (subregionales) y puntuales (regionales).

Asimismo, se contemplan los esquemas de zonificación subregional, municipal y de núcleos urbanos para la caracterización de la accesibilidad a los servicios públicos. Este tipo de organización es el que se utiliza para la toma de decisiones a nivel regional. Además, muchas de las fuentes de información geográficas que son necesarias integrar para la evaluación de las políticas proporcionan la información organizada de este tipo. Por último, la utilización de estos esquemas de clasificación de los territorios que se estandarizan a nivel Europeo permiten la comparación de los resultados entre los diversos territorios y, así, facilitar el trabajo de definición y evaluación de políticas.

En este estudio se aplica una metodología para la determinación de la accesibilidad de los servicios públicos basado en la caracterización de las necesidades de los habitantes de cada núcleo urbano y pretende dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se estructura en los municipios de la Comunidad de Madrid a los distintos tipos de servicios públicos considerados?
- ¿Cómo difiere la accesibilidad a los servicios entre núcleos urbanos y municipios y en qué medida pueden explicarse estas diferencias por los distintos patrones de distribución de la población?

Para responder a estas preguntas, se ha desarrollado un indicador de accesibilidad que, en principio, presenta las siguientes características operativas: 1) fácil de calcular, actualizar y entender por parte de los responsables de definir y evaluar políticas de cohesión territorial, 2) que considere distintos tipos de servicios públicos ya sean locales, subregionales o regionales y tengan titularidad pública o privada, 3) sensible a los cambios en la distribución de la población y necesidades de acceso a servicios público, por último, 4) capaz de contemplar los cambios en el contexto de población y de infraestructuras de transporte en los municipios considerados.

Los objetivos específicos para abordar los retos que se han presentado son:

- Cuantificar y analizar de manera precisa las distancias, tanto en kilómetros como en tiempo, que separan a los núcleos de población de los servicios públicos ya sean locales, subregionales o regionales y tengan titularidad pública

o privada considerando limitaciones asociadas con el tráfico y la disponibilidad de transportes públicos o privados.

- Evaluar las distintas tecnologías que nos permiten calcular las distancias a los servicios públicos:
  - Malla del IGN
  - GeoAnalytics
  - Google Maps
  - ArcGIS
  - Via Michelin
  - Open Streetmaps
- Determinar la importancia de acceso requerida a distintos tipos de servicios públicos (considerando frecuencia y necesidad de uso) de los distintos núcleos urbanos que forman parte de una agrupación administrativa objetivos (i.e.: núcleos urbanos de municipios de una Comunidad Autónoma, región o comarca).

La caracterización de los distintos núcleos urbanos se realizará mediante:

- Tipología de la Población: Diferentes grupos demográficos pueden tener distintas necesidades y patrones de uso. Las familias jóvenes podrían necesitar más acceso a escuelas y parques, mientras que una población envejecida podría requerir mayor acceso a servicios de salud.
- Nivel de Renta: Las comunidades con diferentes niveles de ingresos pueden tener distintas prioridades y accesibilidad a ciertos servicios. Por ejemplo, las áreas con mayores ingresos podrían tener acceso más fácil a servicios privados, afectando la frecuencia y necesidad de ciertos servicios públicos.

Los factores de importancia de acceso se deberán evaluar en función de la tipología de la población y de los servicios que son requeridos por cada segmento de población.

- Definir un indicador que determine el grado de accesibilidad de los servicios a los distintos centros urbanos considerados en el área de análisis.
- Establecer el nivel de acceso a los servicios públicos más necesarios de un núcleo urbano a partir de las capacidades proporcionadas por la plataforma tecnológica (i.e. contar cuántos servicios públicos de un tipo determinado están accesibles en una cantidad de tiempo determinada).
- Definir un esquema de evaluación de los mecanismos necesarios para la implementación del dataset de accesibilidad de servicios públicos así como determinar la utilidad de la información proporcionada por parte de todos los stakeholders implicados (responsables de la generación de datos, de la publicación de los datasets y de los responsables de su uso para la evaluación y definición de políticas de cohesión territorial).

- Aplicar la plataforma al caso de uso de los municipios de la Comunidad de Madrid para evaluar la viabilidad y la utilidad de la plataforma considerada.

### **Estado de la cuestión**

Hay muchos métodos para medir la accesibilidad [3, 24, 25]. Estas medidas dependen principalmente de la distribución espacial de los destinos estudiados, su atractivo y el rendimiento del sistema de transporte disponible. En este sentido, las medidas de accesibilidad difieren sustancialmente de las evaluaciones típicas de las infraestructuras de transporte y son especialmente útiles para evaluar la interacción entre las actividades espaciales y las redes de transporte. El estudio de la accesibilidad de los servicios públicos, además de evaluar las redes de transporte, sirve para determinar si las políticas de cohesión territorial permiten el desarrollo equilibrado del territorio de una región mediante la correcta ubicación de los servicios públicos [28, 11, 14, 3].

Los últimos años han traído nuevos retos para el territorio europeo, que plantean interrogantes sobre los aspectos de justicia y equidad de las políticas de la UE: por ejemplo, ¿en qué medida pueden acceder los residentes a los servicios básicos y cómo podrían contribuir las políticas actuales a mejorar la disponibilidad y accesibilidad de esos servicios? Esto es especialmente importante en algunas regiones de Europa, donde la gran dispersión de la población, el envejecimiento y el declive demográfico contribuyen a crear condiciones de mercado desfavorables para la prestación rentable de servicios. La prestación de una accesibilidad justa y equilibrada a los servicios puede considerarse un aspecto clave para reducir las disparidades territoriales en toda Europa [26, 27]. Esto tiene una gran importancia en la Comunidad de Madrid donde se pretende evitar la masificación de la capital mediante la redistribución equilibrada de la población en la región.

Para medir la accesibilidad a los servicios locales y regionales, muchos investigadores han desarrollado medidas basadas en el tiempo de desplazamiento o la distancia. El acceso a la asistencia sanitaria y el tiempo de desplazamiento a los hospitales se estudian en repetidas ocasiones, al igual que los tratamientos de urgencia eficaces, que a menudo suscitan inquietudes relacionadas con los desplazamientos en el contexto del cierre de hospitales rurales o la escasez de oferta hospitalaria. La distancia de desplazamiento a las escuelas es otro aspecto estudiado con frecuencia, importante por su relación con la elección de modos de transporte activos y, en consecuencia, con la salud de los niños. La distancia a comercios e instalaciones culturales también se ha considerado un factor importante en los estudios sobre el atractivo de las ciudades [15, 16, 17, 18, 19, 20].

La accesibilidad de los servicios exige un planteamiento muy distinto de los métodos utilitaristas habituales en la práctica de evaluación de la UE, ya que requiere una perspectiva mucho más local de lo habitual. Algunos trabajos de investigación proporcionan varios indicadores para explorar la disponibilidad, la adecuación y la prestación de servicios que van desde el gas y la electricidad hasta la infraestructura de telecomunicaciones, o desde los servicios del mercado

laboral o los hospitales hasta los médicos y las camas de hospital, examinaron las disparidades regionales de la prestación de ESPON SeGI (Indicators and perspectives for services of general interests in territorial cohesion and development) [21, 22] con el análisis de la infraestructura de transporte y comunicación, la educación y los servicios sanitarios. Del mismo modo, otros trabajos de investigación analizaron la provisión de SeGI en zonas rurales y exploraron la centralidad de los servicios en contextos rurales y urbanos.

Sin embargo, la distribución y las características de la población hace que los servicios públicos necesarios en cada núcleo urbano sean distintos. El análisis de esta problemática es algo que no se ha analizado en detalle en los trabajos de investigación relacionados con la accesibilidad de los servicios públicos.

**Comentado [JG1]:** Verificar con cuidado esta afirmación

#### *Tipos de servicios públicos que se consideran*

The 50 service types were classified together with the stakeholders as either basic, regional or metropolitan, based on the frequency at which they are needed and the area served:

- Basic services needed for daily living and participation in society, such as primary school, childcare, general practitioner, pharmacy, ...
- Regional services having a larger area of influence, serving different centres in a region, e.g. high school, general hospital, assisted-living complex, shopping centre, cultural centre, government services. A well-served region has access to a complete set of regional services.
- Metropolitan services with a large reach and the potential to present themselves internationally. Examples are universities, large cultural centres or tourist attractions that are accessible for students, entrepreneurs, visitors and inhabitants of Flanders and beyond.

**Comentado [JG2]:** Verachtert, E. (2023)

#### *Fuentes de datos para el análisis de la accesibilidad de los servicios públicos*

Las fuentes de datos que se utilizan para el cálculo se basan en datos procedentes de Los datos se obtuvieron principalmente de ArcGIS Information Services (ArcGIS Open Street Maps [7], Amap API [8], empresas de transporte público establecido en la región [11]. En este punto, es necesario destacar que, en la actualidad, han surgido diversos proveedores de datos que permiten una mayor riqueza en las previsiones de tiempo y distancia considerando situaciones cotidianas de tráfico, así como la utilización de medios de transporte públicos. Uno de los principales retos de investigación en el área está relacionados con el incremento de la calidad y reducción del coste para la obtención de cálculos de distancias a distintos tipos de servicios públicos.

Cuando se está tratando de las medidas de distancia, es necesario contemplar la accesibilidad mediante múltiples de medios de comunicación. En diversos

trabajos, se calcula la distancia que hay entre los distintos nodos de transporte (paradas de metro, autobús, tren, etc.) [3, 9, 11, 14], sin embargo, otros trabajos como consideran el transporte privado como una alternativa para el cálculo de la accesibilidad [7, 8]. La mayor parte de los trabajos previos consideran la distancia como medida fuente para el cálculo de la accesibilidad, sin embargo, una medida más precisa del mismo consiste en el tiempo necesario para recorrer esa distancia, independientemente del medio de transporte que se utilice. Para ello, es indispensable la dimensión del tráfico, que es un factor de relevancia en el análisis de la accesibilidad [8].

Asimismo, es necesario tener información de la ubicación de los servicios públicos a considerar, que debe ser coherente con la información de los datos de acceso al transporte y datos de coste de trayectos, es decir, debe tener el mismo ámbito temporal. Además, los datos de accesibilidad para que sean debidamente significativos deben de considerar datos de población, empleo etc. para analizarlos en su contexto [7, 8, 11].

Es por ello, que los datos publicados en los trabajos de investigación hagan referencia a realidades que se corresponden con varios años de antelación a la realización del trabajo desarrollado, lo que puede indicar que las circunstancias contextuales de los mismos hayan variado sensiblemente en el momento en el que se realizan los trabajos [3, 7, 11, 12, 13, 14]

Ante la disponibilidad de los servicios, es necesaria la utilización de mecanismos de accesos estandarizados de los mismos que permita la adaptación del cálculo de accesibilidad a las fuentes que tengan una mejor relación coste/beneficio para cada una de las regiones consideradas. Asimismo, es necesario determinar mecanismos para la evaluación de la calidad de los datos proporcionados por los proveedores que se consideren en cada caso específico.

Por último, en cuanto a los datos utilizados, sería de gran utilidad considerar el uso de series temporales con la frecuencia deseada (i.e. anual) que permita determinar la evolución y diversas externalidades que influyen en la evolución de la accesibilidad de los distintos servicios públicos [[Buscar referencias](#)].

#### *Aproximaciones para el cálculo de la accesibilidad de los servicios públicos*

Los elementos tiempo, costes y esfuerzo pueden describir la influencia del componente transporte en la accesibilidad. Es la medida en que el sistema de transporte de uso del suelo permite a (grupos de) individuos o mercancías llegar a actividades o destinos mediante una (combinación de) modos de transporte [29].

El enfoque en los diferentes componentes de la accesibilidad ha dado lugar a diversos indicadores y metodologías para su medición, que incluyen medidas basadas en la infraestructura, medidas basadas en la localización e indicadores basados en el individuo como los enfoques dominantes, con desarrollos más

recientes que utilizan enfoques mixtos para estudiar las interrelaciones entre los diferentes componentes [30].

Existen diversos enfoques metodológicos de las medidas de accesibilidad. [24] clasifica las medidas de accesibilidad en siete categorías:

- Medidas de separación espacial. Mide el impedimento o la resistencia al viaje entre el origen y el destino, o entre nodos. Las medidas de impedimento de viaje pueden incluir: Distancia física (euclidiana); Distancia de red (por modo); Tiempo de viaje (por modo); Coste del viaje (coste variable para el usuario o coste social total); o Calidad del servicio (por ejemplo, frecuencia del transporte público). Por lo general, los datos son fáciles de obtener a partir de material cartográfico digital y otras fuentes públicas. No se tienen en cuenta los patrones de uso del suelo ni la distribución espacial de las oportunidades.
- Medidas de contorno. Define las zonas de captación trazando uno o varios contornos de tiempo de viaje alrededor de un nodo y mide el número de oportunidades dentro de cada contorno (puestos de trabajo, empleados, clientes, etc.). Incorpora el uso del suelo y atiende a las limitaciones de infraestructura utilizando el tiempo de viaje como indicador de impedimento. La definición de los contornos de tiempo de viaje puede ser arbitraria y no distingue entre actividades y propósitos de viaje. La metodología no puede captar la variación en la accesibilidad entre actividades dentro del mismo contorno.
- Medidas de gravedad. Define las zonas de captación midiendo la resistencia al desplazamiento en una escala continua. Representación más precisa de la resistencia a los desplazamientos que en la medida de contorno, pero tiende a ser menos legible. No distingue entre las finalidades de los desplazamientos y los factores individuales que los impulsan.

The transportation aspect of accessibility is modeled through an impedance function between origin and different possible destinations. This function explains the correlation between the numbers of trips made by people and related generalized cost. An appropriate impedance function generates trip distribution lengths which are mostly close to observed trip distribution lengths. The negative exponential and the inverse power functions are the two common forms of the impedance function which are of concern in many studies. The form and the parameters of this function depend on the travel mode and the trip purpose. Different transportation modes have specific impedance function; therefore, to measure accessibility with walking, cycling, public transport, and private car, it is needed to define a specific function for each of them.

The distance decay function determines how the score of the composite indicator of a specific transit node evolves over a certain distance, expressed as the travel time to the transit nodes.

**Comentado [JG3]:** Verachtert, E. (2023)

The stakeholders defined the 'close' and 'far' travel times for each group of services. For basic services, the range between the 'close' and 'far' travel distance is 7–17 min. When assuming a biking speed of 15 km/h, this corresponds to a distance of 1.75–4.25 km. This distance is in line to the 'ideal' (2.5 km) and 'maximum' (5 km) distance that have been used for 'local facilities' in a recent study in which the accessibility to generic services in the whole of Europe was studied (Kompil et al., 2019).

Assuming a biking speed of 15 km/h the travel times for regional services correspond to 2.5–5 km (10–20 min) and for metropolitan services to 3.5–6.25 km (14–25 min), while Kompil et al. (2019) use an ideal distance of 10 and 50 km for their selection of subregional and regional facilities. This choice has however been made according to the expectations of the stakeholders, who's wish is to promote active modes of transportation towards these types of services and thus urban development at a close enough distance to these types of services. Moreover, although public transport can be used as well to reach services, especially the regional and metropolitan services, it was decided to focus on just walking and biking in the 'place' dimension. The implementation of the 'node' dimension already shows the accessibility to public transport. The separate approach makes it possible to differentiate between these locations where public transport is needed for reaching the services (low 'place' dimension, high 'node' dimension), and locations where the services are available at walking or biking distance.

In addition to the distance decay function, a marginal utility function was applied to aggregate the various accessible services of the same type. Marginal utility functions are often used in economic and behavioural research to measure the added value of an increase in the supply of goods But can also be used to indicate that, for example, having access to more than 1 bakery will increase one's accessibility services, but an umpteenth bakery no longer gives significant advantage. The marginal utility function that was used was defined by the stakeholders involved in the process. In this function, the added value of a second service of the same type was set at 0.5 (thus half as important as the first one), a third one added 0.3, a fourth one 0.2, which corresponds to a correction factor of 1.5, 1.8 and 2 respectively. The function assumes that the accessibility score increase is limited from 4 onwards so that a 5th bakery or school no longer gives any benefit. The marginal utility function was used as a correction factor for the calculated distance decay value and was the same for each of the 50 service types.

- Medidas de competencia. Incorpora las limitaciones de capacidad de las actividades y los usuarios a la medida de accesibilidad. Proporciona una perspectiva regional de la accesibilidad.

(Yutong Xia et al 2022) shows that the potential-based approaches measure the opportunity of an individual in a population to obtain the service. The greater the opportunity is, the better the accessibility will be. Approaches based on this idea



mainly include a population-to-provider ratio (PPR). The PPR is popular among health researchers and policy-makers because of its simplicity. It is easy to implement for health researchers with a basic knowledge of geographical information systems. For practitioners, the interpretability of this indicator makes it readily communicable. However, the PPR is sensitive to the scale and shape of the analysis unit. The GraBAM and the 2SFCA overcame this problem by taking travel costs into account.

These methods became the most popular accessibility measurement in public service planning practice. The GraBAM measures the ratio of supply to demand which is weighted by travel cost to a negative power, and it has been widely adopted to measure the accessibility to public services.

The 2SFCA approach incorporates the interaction in supply, demand and travel cost by repeating the process of the floating catchment on both the supply and demand sides. Although the GraBAM is conceptually sound, it is less appropriate than 2SFCA in assessing accessibility to public services because it inflates accessibility in poor-access areas, which should be the most interesting places to policy-makers.

The WATT is a commonly used travel cost-based accessibility indicator, customarily used to compare accessibility values across the place, time, or travel mode.

The market (population) potential of a grid cell ( $MP_i$ ) ideal can be computed using the sum of the populations ( $P_i$ ) weighted by the distances ( $D_{ij}$ ) as shown below. The cells out of the ideal distance are not taken into consideration during this step of the calculations.

- Medidas espacio-temporales. Mide las oportunidades de desplazamiento dentro de unas limitaciones temporales predefinidas. Adecuado para examinar el encadenamiento de viajes y la agrupación espacial de actividades. Suele requerir encuestas de usuarios específicas para cada proyecto, lo que limita el alcance geográfico y la compatibilidad de los datos.
- Medidas de utilidad. Mide los beneficios individuales o sociales de la accesibilidad. El vínculo empírico entre la provisión de infraestructuras y los resultados económicos es tenue y controvertido. El indicador puede analizar las motivaciones existentes de los desplazamientos, pero no puede prever los efectos de retroalimentación entre el uso del suelo y las pautas de desplazamiento, ni las futuras pautas de comportamiento de los usuarios.

Social equality is regarded as one of the prominent issues related to the sustainability of society (Tahmasbi et al., 2019). Since improving accessibility to public services plays a significant role in minimizing spatial and social equality (Kompil et al., 2019), most scholars and planners conduct the equality evaluation of public facilities service allocation based on accessibility measurement and put forward corresponding planning suggestions (Gong et al., 2021; Gu, 2010; Lara-Hernandez & Melis, 2018). Equal access to public

healthcare services means that everyone has the same opportunities and rights to use public resources (Arranz-López et al., 2019; Dadashpoor et al., 2016).

There are three ways to measure the equality of access to public facilities. One way is to evaluate and measure the distribution of public resources in a holistic way based on relative indicators, including concentration index methods (Ruiz Gómez et al., 2013; Vijayaraghavan et al., 2007), Gini coefficient and Lorentz curve (Rong et al., 2020). The second way is to construct the evaluation index system, such as the evaluation index system based on accessibility (Tsou et al., 2005). The third way is to evaluate the equalisation of public services. For example, it can be evaluated from the perspective of supply modes, demand for public services, rights and efforts (Boyne et al., 2001; Denhardt & Jennings, 1989).

**Comentado [JG4]:** Obtenido de Yutong Xia et al. 2022

- **Medidas de red.** Mide la centralidad en redes de movimiento completas. Las redes pueden representarse mediante: el enfoque primario (las redes se entienden como intersecciones conectadas por segmentos de ruta) el enfoque dual (las redes se entienden como segmentos de ruta conectados por intersecciones). Es más intuitivo y permite incorporar una medida de impedimento de viaje en el análisis de la red. Capta claramente la forma topológica de una red y puede utilizarse para evaluar su legibilidad espacial.

En el caso de las medidas de red, nos podemos encontrar con distintos indicadores para determinar la eficiencia de la red de transporte como son: Valor de impedimento para medir la facilidad de movimiento entre centros adyacentes de la red; Centralidad de proximidad: como la distancia media, o impedimento, entre el nodo en cuestión y todos los demás nodos de la red; Cambio de eficiencia global al comparar una red antes y después de una intervención, o una serie de intervenciones; Centralidad de interdistancia, que es la proporción de caminos preferidos entre dos nodos cualesquiera de la red que atraviesan el segmento en cuestión, sobre el número total de caminos de la red; Comparación de velocidad, que mide la competitividad del transporte público con el transporte por carretera en condiciones de flujo libre o de congestión; etc.

#### *Publicación de la información de accesibilidad de los servicios públicos*

Un proyecto denominado PROFECY [5, 6] utilizó mediciones de accesibilidad para identificar territorios nacionales que se enfrentan a retos de acceso a servicios básicos de interés general. En este proyecto, se identificaron regiones europeas con escasa accesibilidad a los centros regionales (económicos y demográficos) y a diversos servicios de interés general, como la atención sanitaria y la educación, los bancos, los cines y las estaciones de tren.

The most straightforward method to infer settlement roles in service provision would be through observed spatial interactions or service provision levels. Such an approach has been applied using commuting data (ESPON, 2014; Sýkora &

Mulíček, 2009), but taking into account only spatial interactions for employment may bias results, as commuting is not uniform among labour market sizes and educational attainment (Groot et al., 2012), and in any case is subject to gender and age-specific labour market participation rates. Ideally, settlement functionality is established by employing comprehensive, harmonized and spatially sufficiently detailed data on the acquirement of goods and services across the European territory. Unfortunately, currently such data remains evasive for academic inquiries. Even currently available data on the provision of services e.g., (e.g., ESPON, 2017b) would be of limited use, as publicly available data that describes European service providers has a limited scope, and, because many such service location data are crowdsourced with considerable spatial variation in degrees of participation, likely suffer from classification, commission and omission biases (Johnson et al., 2016; Yeow et al., 2021).

**Comentado [JG5]:** Recogido de Jacobs-Crisioni et al

#### INCLUIR LOS EJEMPLOS DE LOS SERVICIOS

<https://database.espon.eu/doc/database-and-web-services.html>

<https://archive.espon.eu/tools-maps/espon-tia-tool>

ESPON. (2017a). PROFECY: Processes, features and cycles of inner peripheries in Europe. Espon.

ESPON. (2017b). PROFEC: Processes, features and cycles of inner peripheries in Europe: Annex 2 datasets and database. Espon.

EU. (2018). European pillar of social rights. Publications Office of the European Union.

European Commission. (2020). A recommendation on the method to delineate cities, urban and rural areas for international statistical comparisons. Discussion item. United Nations, Statistical Commission

#### *Facilidad de uso de la información de accesibilidad de los servicios públicos*

La investigación sobre los sistemas de sistemas de planificación territorial ha crecido significativamente en las últimas décadas, desde el desarrollo y las pruebas de herramientas individuales, pasando por revisiones e incluso inventarios de dichas herramientas, hasta la investigación centrada en el desarrollo de un cuerpo de conocimientos generalizable sobre los sistemas para la planificación territorial.

Sin embargo, los profesionales de la planificación -usuarios potenciales de los sistemas de apoyo a la planificación- suelen desconocerlos y carecer de experiencia en su uso (como, por ejemplo, las medidas de accesibilidad), no reconociendo su valor y potencial, lo que se traduce en una escasa intención de utilizarlos. Por otro lado, los creadores de medidas de accesibilidad son poco conscientes de los requisitos de la demanda y del complejo contexto de planificación en el que deben aplicarse las medidas.

Parece que se busca el rigor científico para contener una complejidad cada vez mayor. El «efecto caja negra» resultante parece estar agrandando la brecha entre la

oferta y la demanda. La preocupación por la búsqueda de rigor en los sistemas para la planificación territorial y la mayor concienciación sobre sus deficiencias de aplicación han llevado a no contemplar con suficiente detalle los aspectos de usabilidad de los sistemas de planificación territorial en la práctica. Investigación previa en esta área ha revelado una serie de variables comúnmente utilizadas en la investigación de sistemas para la planificación territorial, resumidas por Pelzer (2015) en la siguiente lista de 10 características: transparencia, facilidad de uso, interactividad, flexibilidad, tiempo de cálculo, calidad de los datos, nivel de detalle, integralidad, fiabilidad, valor comunicativo.

Asimismo, (Pelzer, 2015; Te Brömmelstroet, 2017) han sugerido que esta rama de la investigación centrada en la usabilidad, aunque relevante para la mejora de los sistemas de apoyo a la planificación, puede tener poco efecto en la reducción de la brecha de implementación. Pelzer (2015) sostiene que la capacidad de los sistemas para la planificación territorial para «apoyar» eficazmente la planificación solo ha recibido recientemente una atención empírica más rigurosa, con estudios centrados en la utilidad en lugar de simplemente en la usabilidad.

En general, los estudios empíricos sobre la utilidad de un sistema para la planificación territorial concreto suelen incluir sesiones de taller, en las que participan varios profesionales de la planificación (aunque en algunos casos también se utilizan entornos de estudiantes de planificación y juegos de rol) a los que se pide que interactúen con el sistema para la planificación territorial hasta cierto punto (desde simples presentaciones y debates conceptuales hasta experimentos prácticos en los que los participantes pueden incluso manipular el software ellos mismos) contextualizados por un determinado problema u objetivo de planificación (para una revisión de este tipo de estudios, véase, por ejemplo, Arciniegas et al., 2013 y te Brömmelstroet, 2015). La evaluación de la utilidad suele recurrir a encuestas o cuestionarios en los que se pide a los participantes que valoren una serie de afirmaciones mediante escalas tipo Likert.

Otros estudios más recientes, centran el análisis de la usabilidad en un framework de rendimiento multidimensional que considera las siguientes dimensiones: Reacción (entusiasmo); Percepción (del problema; de los supuestos de los participantes); Compromiso; Comportamiento; Comunicación; Desarrollo de un lenguaje compartido; Consenso (sobre el problema, los objetivos y las posibles soluciones); y Cohesión.

Otros trabajos (Silva et al 2017) exploran las percepciones de utilidad mediante las siguientes dimensiones: utilidad para informar el debate; para generar e identificar problemas; para analizar los problemas; para seleccionar estrategias y opciones; durante la aplicación de soluciones; y para demostrar la relación entre el uso del suelo y el transporte.

Además, (Silva et al 2017) investiga sobre las actitudes hacia el uso de medidas o instrumentos de accesibilidad en el proceso de planificación. Las actitudes se exploraron a través de las siguientes dimensiones: a) Actitudes individuales:

Relevancia para la profesión; Uso recomendado (para el aprendizaje, para la comunicación, para la creación de escenarios); Actitudes de la organización; b) Familiaridad con los instrumentos de accesibilidad; Conformidad con la cultura de la organización; y Cooperación entre organismos.

Los trabajos de investigación anteriores concluyen que los modelos de accesibilidad son relevantes para su práctica de planificación. Los resultados de estos modelos deberían utilizarse como parte del proceso de aprendizaje, como plataforma de comunicación y para la creación de escenarios. Los departamentos de ordenación del territorio tenían más experiencia previa con las medidas de accesibilidad, sin embargo las discusiones durante el taller sugieren lo contrario o al menos que las preocupaciones y conceptos de accesibilidad utilizados en este departamento son probablemente limitados.

La mejora de las cuestiones de accesibilidad se valora muy positivamente en la mayoría de las dimensiones evaluadas de utilidad percibida. En particular, todos los participantes han reconocido la capacidad de apoyar el desarrollo de la comprensión de los supuestos de los participantes. El desarrollo de un lenguaje compartido también mostró el compromiso de seguir compartiendo los resultados del taller y de producir una visión compartida sobre el problema de planificación (consenso sobre el problema), sobre la capacidad de ofrecer una nueva visión del problema de planificación, sobre el sentido de cohesión creado entre el grupo y sobre el conjunto de soluciones encontradas para el problema de planificación. Seguían existiendo problemas relacionados con la producción de consenso sobre los objetivos de la planificación (consenso sobre los objetivos. La mayoría de los participantes también coincidieron en su utilidad para generar e identificar problemas y para seleccionar estrategias/opciones. Su capacidad para apoyar el análisis de problemas fue percibida de forma ligeramente menos positiva.

### *Conclusiones*

Una gestión de datos de accesibilidad debe tener sentido en el contexto de una política de sostenibilidad territorial, es decir, debe ser capaz de ayudar a las ciudades a alejarse de un sistema de transporte y uso del suelo dependiente del automóvil o dominado por éste, poniendo de relieve los puntos fuertes y mostrando vías para superar los puntos débiles de los modos no automovilísticos -en particular, el transporte público- en su contexto de uso del suelo; Debe ser precisa en el sentido de que se base en datos verificables y fáciles de obtener, teniendo en cuenta al mismo tiempo la idea, apoyada por la mayoría de los autores y profesionales analizados en esta sección, de que la accesibilidad requiere una multitud de perspectivas aplicadas simultáneamente para ser representada de una manera que sea fiel a su complejidad inherente; debe ser legible para los responsables políticos y otras partes interesadas, un reto que intentamos asumir desarrollando la herramienta en estrecha colaboración con los usuarios -especialmente los planificadores del uso del suelo y el transporte-, probando continuamente sus resultados para comprobar su relevancia política e integrando los comentarios a lo largo del proceso.

**Comentado [JG6]:** Adaptar a cohesión territorial

Teniendo en cuenta el análisis del estado de la cuestión realizado, esta investigación pretende contribuir a (1) diseñar y evaluar una infraestructura de datos abiertos que contribuya al estudio de la accesibilidad de servicios públicos; (2) Evaluar la calidad de los datos necesarios para el estudio de las distancias a los servicios públicos; (3) Evaluar la dificultad y viabilidad técnica de una plataforma de datos abiertos de este tipo considerando diversas dimensiones: datos de entrada, metodología de procesamiento (algoritmos), costes asociados; (4) Evaluar la viabilidad desde el punto de vista de publicadores de datos, analistas de políticas de cohesión territorial y los ciudadanos interesados en la accesibilidad de servicios públicos para la toma de decisiones; (5) analizar la accesibilidad a los servicios públicos a nivel regional con una resolución espacial fina, lo que facilita las comparaciones a nivel de región para el análisis de políticas (también para las zonas urbanas y rurales); e (6) introducir una herramienta para supervisar los posibles impactos de los cambios en la población y en las infraestructuras de transporte sobre la accesibilidad a los servicios; o para comparar escenarios reales con escenarios idealizados para poner de relieve las zonas con exceso o escasez de servicios de un servicio específico.

Por lo tanto, la investigación se basa en los siguientes criterios: ser aplicable a menor y mayor escala; basarse en datos realistas; utilizar recursos en línea que estén fácilmente disponibles y requieran menos esfuerzo para su procesamiento; ofrecer una información fiable sobre la accesibilidad que pueda utilizarse para evaluar políticas relacionadas con la cohesión territorial.

## Metodología

La metodología considera los recursos en línea de Google Maps para la evaluación del tiempo de viaje desde los núcleos urbanos considerados a los servicios. Google Maps es una fuente de información muy valiosa, ya que los datos espaciales de la red de carreteras se enriquecen con los datos temporales del tiempo de viaje en diferentes tráficos, lo que proporciona una visión importante para la accesibilidad. Google Maps emplea estructuras de datos de grafo para calcular el camino más corto desde el origen (punto A) hasta el destino (punto B) y un algoritmo para encontrar el camino más corto entre un origen y un destino dados. Google Maps determina la hora de llegada aproximada teniendo en cuenta factores como la distancia restante, la velocidad media debida a las condiciones del tráfico en tiempo real, los datos históricos y la velocidad recomendada oficialmente. Este trabajo se basa en datos realistas, y los algoritmos de Google Maps reflejan más factores que un modelo SIG de transporte que solo se base en datos de infraestructuras.

### Los pasos que se consideran en la metodología son los siguientes:

1. Identificación de los puntos de origen a tener en cuenta:
  - Municipios de hasta 50.000 habitantes (clúster 1 y 2 de la agrupación de municipios) elaborada anteriormente.
  - Se utilizarán los núcleos urbanos asociados a cada uno de esos municipios exceptuando los que tengan la consideración de diseminados.
  - Se considerarán los núcleos urbanos asociados a los municipios, pero para poder hacer un estudio de la accesibilidad necesitaríamos saber:
    - o Población por cada núcleo urbano
    - o Densidad de población por cada núcleo urbano
    - o Renta per cápita por cada núcleo urbano
    - o Distancia a la capital por cada núcleo urbano (este se puede calcular)
    - o Conectividad de Internet

Estos datos se obtendrán de las estadísticas del INE.

2. Identificación de servicios públicos a considerar, de acuerdo con Kompil et al 2019 y Verachtert, E. 2023:

	Locales	Comarcales	Comunidad Autónoma
<b>Titularidad Pública</b>	- Educación: EI CEIP IES - Salud:	- Salud: Hospitales	

	Locales	Comarcales	Comunidad Autónoma
	Centros de Salud Centro Público de Bienestar Social		
<b>Titularidad Privada</b>	- Actividades Básicas Vida Diaria: Gasolineras Tiendas de alimentación Farmacia		

### 3. Fórmula de cálculo de distancia en tiempo y kilómetros:

#### A) Servicios de salud y educación.

Se considerarán dos tipos de procesamiento: centros de titularidad pública y centros de titularidad pública y privada. Por tanto, se contemplará una matriz de costes/distancias para cada una de las tipologías.

#### ❖ Datos necesarios:

Centroides de núcleos urbanos (NOMECALLES) y ubicación de (NOMECALLES): Centros de Salud, Centro Público de Bienestar Social, Escuelas infantiles, CEIPs, CEIPSOs, IES, Gasolineras y Farmacias (estos dos últimos son de titularidad privada, pero están disponibles en NOMEALLES).

#### ❖ Para cada centroide de núcleo urbano:

- Para cada uno de los tipos de servicios considerados (Centros de Salud, Centro Público de Bienestar Social, Escuelas infantiles, CEIPs, CEIPSOs, IES, Gasolineras y Farmacias):

#### ◆ Identificar cada una de las infraestructuras que se sitúan en el municipio:

- Identificar el punto de ubicación del servicio público a proporcionar.
- Identificación de distancia en km y tiempo desde el punto de origen al punto de destino (Mañana, tarde y noche).
- Calcular la ponderada del tiempo y distancia para cada uno de los momentos para todos los días laborables, incluyendo desviaciones típicas.

En el caso de hospitales y centros de salud, para optimizar qué consultas se deben realizar, solamente se considerarán los que



pertenezcan a un área sanitaria asociada con el municipio. Esta información está disponible en NOMEALLES.

- ◆ En caso de que el municipio no tenga este tipo de servicios, el procedimiento a aplicar será el siguiente:
  - Buscar (desde el centroide), los servicios públicos que estén en un radio de 5Km (incrementando 2km cada vez que no tenemos ningún resultado).
  - Para cada uno de los elementos encontrados:
    - Identificación de distancia en km y tiempo desde el punto de origen al punto de destino (Mañana, tarde y noche).
    - Calcular la ponderada del tiempo y distancia para cada uno de los momentos para todos los días laborables, incluyendo desviaciones típicas.
- ◆ Calcular media de distancia, tiempo y desviaciones típicas de cada uno de ellos.
- ❖ Como resultado, se obtiene para cada núcleo urbano un data frame que tiene la siguiente estructura:

Centroide Núcleo Urbano		EI		CE		IES		Centro Salud		Centro Social	
		Value	St. Dv	Value	St. Dv	Value	St. Dv	Value	St. Dv	Value	St. Dv
	Media										
	Time 1										
	Time 2										
	Time 3										

#### B) Servicios de Titularidad Privada (tiendas)

- ❖ Para cada centroide de núcleo urbano:
  - Identificar el punto de ubicación del servicio público a proporcionar:
    - ◆ Buscar (desde el centroide), los servicios públicos (farmacias, gasolineras, tiendas) que estén en un radio de 5Km (incrementando 2km cada vez que no tenemos ningún resultado). En este punto es necesario indicar un buen descriptor de búsqueda que nos permita encontrar las tiendas de menos de 400 m<sup>2</sup> y generalistas de alimentación que permitan realizar unos cálculos fiables.
    - ◆ Para cada uno de los puntos de servicio identificados:
      - Identificación de distancia en km y tiempo desde el punto de origen al punto de destino (Mañana, tarde y noche).
      - Calcular la media de acceso desde cada núcleo urbano a cada servicio en cada uno de los momentos considerados (Mañana, tarde y noche).

- ♦ Calcular la ponderada del tiempo y distancia para cada uno de los POIs identificados.
- ❖ Como resultado, se obtiene para cada núcleo urbano un data frame que tiene la siguiente estructura:

Centroides Núcleos Urbano		Farmacias		Tiendas		Gasolineras	
		Value	St. Dv	Value	St. Dv	Value	St. Dv
	Media						
	Time 1						
	Time 2						
	Time 3						

C) **Elaboración de indicadores comparados:**

- Indicador de accesibilidad de municipios a servicios públicos.  
Para cada municipio, se debe proporcionar un valor entre 0 y 100 que nos indique cuánto de accesible es el servicio, a partir de los valores de distancia mínimas y máximas calculado, modificado por la población (o densidad de población del municipio).
- Posteriormente, se abordará un indicador de accesibilidad servicios públicos a municipios. Establecer isócronas de tiempo de llegada a servicios públicos y, posteriormente, contabilizar cuántos servicios públicos están accesibles a un tiempo determinado (10, 20, 30 minutos). Para calcular este indicador, el procedimiento de cálculo de las matrices anteriores variará.

D) **Agregación de los indicadores de accesibilidad por municipios, NUTS4 y áreas de interés estadístico.**

Los valores proporcionados por cada núcleo urbano se agregarán por municipio obteniendo el valor de accesibilidad sumando los valores de cada núcleo urbano multiplicadas por el porcentaje de población de cada núcleo urbano sobre la población total del municipio.

La misma fórmula se aplicará para la agregación por NUTS4 y áreas de interés estadístico.

E) **A nivel general, desde punto de vista del cálculo de distancias, se debe tener en cuenta:**

- ❖ Es importante considerar la dimensión del tráfico, de acuerdo con otros estudios (Yutong Xia et al 2022), es un factor muy relevante a la hora de determinar la accesibilidad de los servicios públicos. Esta es la razón de utilizar servicios de Google Maps y no directamente la malla del IGN.

**Comentado [JG7]:** Incorporar indicadores de cálculo de accesibilidad de Yutong Xia et al 2022 (pag. 3) - Esto también es aplicable al punto 4.

- ❖ La calidad y fiabilidad de los datos que proporcionan distintos proveedores de datos, de tal manera, que se obtengan como punto de partida datos que puedan considerarse fiables. Los diversos servicios de provisión de datos a considerar son:

- Malla del IGN
- GeoAnalytics
- Google Maps
- ArcGIS
- Via Michelin
- Open Streetmaps

En un primer paso, se obtendrán las matrices de coste/distancia a partir del servicio de places, directions y distance matrix de Google Maps. Se utilizará la malla del IGN como ground truth para determinar que los datos de tiempo y distancia proporcionados por Google Maps tienen un nivel de fiabilidad razonable.

Posteriormente, se analizará la posibilidad de calcular las mismas matrices de coste/distancia a partir de ArcGIS y Open Streetmaps, realizando las mismas pruebas de fiabilidad.

Por último, se tomará una decisión acerca del resto de fuentes de información consideradas: GeoAnalytics y Via Michelin.

- ❖ La posibilidad de calcular unas matrices similares pero basadas en el uso del transporte público, sobre todo para los servicios comarcales y regionales.

#### 4. Normalización y adaptación contextual de las distancias calculadas:

Estas tareas se abordarán una vez tengamos calculadas las matrices de coste/distancia.

Se debe proporcionar un valor entre 0 y 100 que nos indique cuánto de accesible es el servicio, a partir de los valores de distancia mínimas y máximas calculado, modificado por la dispersión del núcleo urbano, la capacidad de prestación del servicio y la frecuencia requerida de la prestación del servicio.

- Dispersión del núcleo urbano. No es lo mismo los núcleos urbanos con la distribución de población homogéneas o que tienen núcleos de población muy densamente poblados y muchas zonas despobladas, o que tienen una población elevada sobre otros que tienen muy baja población.

Para contemplar esto, es necesario aplicar una fórmula de normalización y adaptación contextual. Todavía no se ha determinado una solución para resolverlo, podría ser una ratio o media de desplazamiento desde cada núcleo de población al núcleo urbano. Esto supondría determinar los

**Comentado [JG8]:** Incorporar indicadores de cálculo de accesibilidad de Yutong Xia et al 2022 (pag. 4)

núcleos de población de una manera similar a la indicada por Jacobs-Crisioni et al. 2023. Todavía no se ha podido evaluar la complejidad del trabajo a realizar.

De una manera alternativa, se podría determinar por la densidad de población del núcleo urbano.

- Frecuencia de Uso: Se refiere a la regularidad con la que se utiliza un servicio público. Las puntuaciones pueden ser:

- 1 (Baja): Servicios utilizados ocasionalmente o raramente.
- 3 (Media): Servicios utilizados regularmente, pero no a diario.
- 5 (Alta): Servicios utilizados con mucha frecuencia, posiblemente a diario.

En este caso, se debe realizar un análisis de la frecuencia del uso en función de la distribución de la población de cada núcleo urbano. El porcentaje de uso del servicio se ve afectado por la cantidad de población que demanda el servicio y no por el total de la población que tiene un núcleo urbano. La fórmula específica a considerar se definirá una vez se hayan establecido las matrices de coste/distancia.

- Nivel de prestación de servicio. La accesibilidad de los servicios viene dada por la razón entre número de usuarios que se pueden atender diariamente, con el número de habitantes del núcleo urbano perteneciente al público objetivo que es potencial usuario del servicio.

En este caso, se debe realizar una ratio de las plazas disponibles (por cuantificación directa o por estimación del tipo de servicio) en relación con la población total del núcleo urbano. La fórmula específica a considerar se definirá una vez se hayan establecido las matrices de coste/distancia.

- Frecuencia de prestación del servicio. Actualmente, se ha caracterizado los niveles de prestación de servicios de una manera genérica:

- 1 (Baja): Servicios utilizados ocasional o raramente.
- 3 (Media): Servicios utilizados regularmente, pero no a diario.
- 5 (Alta): Servicios utilizados con mucha frecuencia, posiblemente a diario.

Esta caracterización no se basa en un análisis de referencias anteriores o en un estudio del nivel de uso requerido de los servicios (encuestas), estudio de distribución de necesidad por la caracterización de la edad de un núcleo urbano. Es necesario elaborar una propuesta más detallada cuando se hayan establecido las matrices de coste/distancia.

Se debe elaborar una fórmula entre 0 y 5 que nos indique la frecuencia de uso medio del servicio para un núcleo urbano determinado. No debería ser igual para todos.

Se van a analizar algoritmos que permitan relacionar frecuencias de uso con la caracterización de la pirámide de población de un núcleo urbano o estimaciones basadas en estudios previos (Kompil et al 2019), (Jacobs-Crisioni et al. 2023), (Verachtert, E. 2023).

- Atractividad del servicio proporcionado. Sobre todo, aplicable para el concepto de tienda y gasolinera. No es lo mismo, accesibilidad a tiendas que tienen gran variedad de productos.

5. Verticalización de los estudios (Análisis por aspectos socio-económicos) que pueden afectar a la accesibilidad de la accesibilidad de los servicios públicos.

Sería necesario elaborar clústeres (i.e.: tipo de pirámide de población, nivel de renta, índice Gini (de una manera similar a la proporcionada por Tahmasbi et al 2019), distancia a la capital) que permita la comparación del nivel de accesibilidad con otros municipios y núcleos urbanos de características similares.

Otros mecanismos de análisis vertical considerados para el trabajo son:

- Grado de urbanización
- Población
- Densidad de población
- Distancia a la capital
- Áreas estadísticas

#### **Análisis de diferencias con respecto a otras propuestas**

- No estamos haciendo análisis de población con respecto a rejillas:  
Los datos con este nivel de precisión están disponibles en (ESPON 2017a) y (ESPON 2017b), pero para la evaluación de políticas actuales es un dato que no es aplicable.  
Se ha decidido utilizar el concepto de núcleo urbano, porque el concepto de región o comarca no tiene el suficiente grado de detalle para determinar decisiones relativas a la ubicación de distintos tipos de servicios (Jacobs-Crisioni et al. 2023).  
El concepto no es exactamente igual, pero a nivel de la Comunidad de Madrid se ha calculado y se utiliza para la toma de decisiones a nivel de gobierno.
- La selección del tipo de servicios a los que acceder debería ser más representativo, la tabla 1 de la metodología no contempla todos los tipos de servicios de la literatura. Se podría ceñir a los locales o regionales, pero deberíamos ser consistentes en este aspecto.

- El cálculo de la distancia a cada servicio no sigue la metodología de (Kompil et al 2019) porque se está utilizando el concepto de núcleo urbano. En el caso de (Jacobs-Crisioni et al. 2023), se determina si un servicio público está accesible en un tiempo determinado L(5), L(10), etc. pero esa medida nos indica si un servicio está accesible a una distancia determinada, pero en el caso de los servicios públicos, no indica este servicio público tiene la capacidad para atender a la población objetivo.
- La utilización de diversas fuentes de entrada para contrastar la bondad del dataset utilizado para calcular los diversos indicadores.
- Consideración de la incidencia del tráfico en el cálculo de accesibilidad porque es uno de los factores clave de la misma según (Yutong Xia et al 2022).
- Inclusión de distintos factores de ajuste al valor de accesibilidad proporcionada por las matrices de coste, como son: Normalización y adaptación contextual de las distancias calculadas, nivel de prestación del servicio, frecuencia de acceso al servicio o análisis de la accesibilidad en función de diversos factores (i.e. pirámide de población, renta, índice Gini), como se indica en (Tahmasbi et al 2019, Verachtert, E. 2023
- Modelo semántico de los datos que permiten relacionarlos con otros datos existentes relacionados con las políticas y poder alimentar otros datasets manejados por otras administraciones públicas para realizar tareas de benchmarking.

## Referencias

1. Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.02.016>
2. Ferreira, A., Beukers, E., & Te Bremmelstroet, M. (2012). Accessibility is gold, mobility is not: A proposal for the improvement of dutch transport-related cost-benefit analysis. *Environment and Planning B, Planning & Design*, 39, 683–697. <https://doi.org/10.1068/b38073>.
3. Kompil, M., Jacobs-Crisioni, C., Dijkstra, L., & Lavallo, C. (2019). Mapping accessibility to generic services in Europe: A market-potential based approach. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101372.
4. UNE 178601. Smart territories. Definition, attributes and requirements. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0069862>
5. ESPON. (2017a). PROFECY: Processes, features and cycles of inner peripheries in Europe. Espon.
6. ESPON. (2017b). PROFECY: Processes, features and cycles of inner peripheries in Europe: Annex 2 datasets and database. Espon. EU. (2018). European pillar of social rights. Publications Office of the European Union.
7. Tahmasbi, B., Mansourianfar, M. H., Haghshenas, H., & Kim, I. (2019). Multimodal accessibility-based equity assessment of urban public facilities distribution. *Sustainable Cities and Society*, 49, 101633.
8. Xia, Y., Chen, H., Zuo, C., & Zhang, N. (2022). The impact of traffic on equality of urban healthcare service accessibility: A case study in Wuhan, China. *Sustainable Cities and Society*, 86, 104130.
9. Mohri, S. S., Mortazavi, S., & Nassir, N. (2021). A clustering method for measuring accessibility and equity in public transportation service: Case study of Melbourne. *Sustainable Cities and Society*, 74, 103241
10. Ogryzek, M., Podawca, K., & Cienciała, A. (2022). Geospatial tools in the analyses of land use in the perspective of the accessibility of selected educational services in Poland. *Land Use Policy*, 122, 106373.
11. Verachtert, E., Mayeres, I., Vermeiren, K., Van der Meulen, M., Vanhulsel, M., Vanderstraeten, G., ... & Poelmans, L. (2023). Mapping regional accessibility of public transport and services in support of spatial planning: A case study in Flanders. *Land Use Policy*, 133, 106873.
12. Alloza, M., González-Díez, V., Moral-Benito, E., & Tello-Casas, P. (2021). *Access to services in rural Spain* (No. 2122). Banco de España.
13. Rad, T. G., & Alimohammadi, A. (2021). Modeling relationships between the network distance and travel time dynamics for assessing equity of accessibility to urban parks. *Geo-spatial Information Science*, 24(3), 509-526.
14. Jacobs-Crisioni, C., Kompil, M., & Dijkstra, L. (2023). Big in the neighbourhood: Identifying local and regional centres through their network position. *Papers in Regional Science*, 102(2), 421-458.
15. McGrail, M. R. (2012). Spatial accessibility of primary health care utilising the two step floating catchment area method: An assessment of recent

- improvements. *International Journal of Health Geographics*, 11, 50.  
<https://doi.org/10.1186/1476-072X-11-50>.
16. Nicholl, J., West, J., Goodacre, S., & Turner, J. (2007). The relationship between distance to hospital and patient mortality in emergencies: An observational study. *Emergency Medicine Journal*, 249, 665–668.  
<https://doi.org/10.1136/emj.2007.047654>
  17. Pilkington, H., Prunet, C., Blondel, B., Charreire, H., Combier, E., Le Vaillant, M., Amat-Roze, J. M., & Zeitlin, J. (2017). Travel time to hospital for childbirth: Comparing calculated versus reported travel times in France. *Maternal and Child Health Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10995-017-2359-z>.
  18. McDonald, N. C. (2008). Children's mode choice for the school trip: The role of distance and school location in walking to school. *Transportation*, 35, 23–35.  
<https://doi.org/10.1007/s11116-007-9135-7>.
  19. Ghosh-Dastidar, B., Cohen, D., Hunter, G., Zenk, S. N., Huang, C., Beckman, R., et al. (2014). Distance to store, food prices, and obesity in urban food deserts. *American Journal of Preventive Medicine*, 475, 587–595.  
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.07.005>
  20. Hirai, H., Kondo, N., Sasaki, R., Iwamuro, S., Masuno, K., Ohtsuka, R., Miura, H., & Sakata, K. (2015). Distance to retail stores and risk of being homebound among older adults in a city severely affected by the 2011 Great East Japan Earthquake. *Age and Ageing*, 443, 478–484.  
<https://doi.org/10.1093/ageing/afu146>.
  21. Rauhut, D., & Komornicki, T. (2015). The challenge of SGI provision in rural areas. 55<sup>th</sup> Congress of the European Regional Science Association: 'World Renaissance: Changing Roles for People and Places'.  
<hdl.handle.net/10419/124605>.
  22. Rauhut, D., Smith, C., Humer, A., Ludlow, D., & Borges, L. (2013). Indicators and perspectives for services of general interest in territorial cohesion and development (SeGI). Final report | version 25/05/2013. ESPON & Royal Institute of Technology KTH.
  23. Parra-Domínguez, J., López-Blanco, R., & Pinto-Santos, F. (2022). Approach to the Technical Processes of Incorporating Sustainability Information—The Case of a Smart City and the Monitoring of the Sustainable Development Goals. *Processes*, 10(8), 1651.
  24. Curtis, C., & Scheurer, J. (2010). Planning for sustainable accessibility: Developing tolos to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning*, 74(2), 53–106. <https://doi.org/10.1016/j.progress.2010.05.001>.
  25. Paez, A., Scott, D. M., & Morency, C. (2012). Measuring accessibility: Positive and normative implementations of various accessibility indicators. *Journal of Transport Geography*, 250, 141–153.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.03.016>.
  26. Jacobs-Crisioni, C., Batista e Silva, F., Lavalle, C., Baranzelli, C., Barbosa, A., & Castillo, C.P. (2016). Accessibility and territorial cohesion in a case of transport infrastructure improvements with changing population distributions. *European Transport Research Review*, 89. <https://doi.org/10.1007/s12544-016-0197-5>.
  27. Spiekermann, K., Wegener, M., Kveton, V., Marada, M., Schürmann, C., Biosca, O., Ulled Segui, A., Antikainen, H., Kotavaara, O., Rusanen, J., Bielanska, D.,



- Fiorello, D., Komornicki, T., & Rosik, P. (2015). 'TRACC: Transport accessibility at Regional/Local scale and patterns in Europe', final report | version 06/02/2015, volume 2 – TRACC scientific report, ESPON & spiekermann & wegner, urban and regional research S&W.
28. Stepniak, M., & Rosik, P. (2013). Accessibility improvement, territorial cohesion and spillovers: A multidimensional evaluation of two motorway sections in Poland. *Journal of Transport Geography*, 31, 154–163.  
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.06.017>.
29. Geurs, K. T., & Ritsema van Eck, J. R. (2001). Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transportation scenarios, and related social and economic impact. *RIVM rapport 408505006*.
30. Van Wee, B., Geurs, K., & Chorus, C. (2013). Information, communication, travel behavior and accessibility. *Journal of Transport and Land Use*, 6(3), 1-16.