



Sobre algunas fuentes de datos de telefonía móvil para el estudio geográfico de la movilidad en España

S. Escolano-Utrilla¹, S. Esteban-Rodríguez¹

¹ Departamento de Geografía y Ordenación del territorio, Universidad de Zaragoza.

severino@unizar.es, sesteban@unizar.es

RESUMEN: La movilidad es una práctica socioespacial transversal a otras múltiples prácticas sociales y, por ello, una dimensión clave para comprender las transformaciones sociales, económicas, culturales o territoriales de las sociedades contemporáneas. Las nuevas tecnologías de la información han puesto a disposición de los investigadores nuevas masas de datos digitales con información espacial (*spatial Big Data*), útiles para el estudio geográfico de la movilidad, obtenidos a partir del seguimiento de la localización de terminales de telefonía móvil y del registro de la localización de diversas operaciones realizadas con medios electrónicos. Los nuevos métodos y datos presentan ventajas respecto de los modos tradicionales de obtención y análisis de datos de movilidad, pero también plantean nuevos desafíos para su creación y uso en tareas de investigación. Aquí se exponen las características más importantes de dos fuentes de datos de telefonía móvil –una publicada por Instituto Nacional de Estadística y otra por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana– muy valiosos para el estudio geográfico de la movilidad en España y se desarrolla un ejemplo de recuperación de los datos necesarios para un estudio territorial de la movilidad en Aragón, mediante el programa *Orange* diseñado para procesar archivos de datos muy grandes (*Data mining*).

Palabras-clave: movilidad, big-data, telefonía móvil, España, Orange.

1. INTRODUCCIÓN

La *movilidad* es una práctica socioespacial que atraviesa múltiples dimensiones del desarrollo social. Este carácter transversal convierte a la movilidad en objeto y enfoque de estudio importante para comprender la evolución e interacciones entre procesos sociales, económicos, territoriales y culturales, entre otros. El estudio de la movilidad humana ha conformado, en las últimas tres décadas, un ámbito científico relevante en el que convergen diversas disciplinas con el enfoque común del «paradigma de la movilidad» (Sheller & Urry, 2006; Urry, 2012). El «giro hacia la movilidad» (*mobility turn*), especialmente de las ciencias sociales, es coherente con la importancia política, socioeconómica, ambiental y estratégica que el movimiento de personas, información, capital, bienes y servicios ha adquirido en las sociedades contemporáneas.

Los estudios de movilidad utilizan datos que expresan determinadas características de los movimientos individuales de las personas, como origen y destino, frecuencia, motivos de los viajes, etc., agregados en unidades espaciales administrativas (distritos, municipios, provincias, comunidades autónomas) o delimitadas *ad hoc*. El método habitual de recogida de información consiste en aplicar una encuesta, generalmente bastante extensa, a una muestra de la población objeto de estudio. Este procedimiento es costoso en tiempo y recursos y no facilita la actualización de los datos con la frecuencia adecuada a los cambios rápidos de la movilidad, especialmente en los espacios urbanos. Los últimos datos publicados de la «Encuesta de Movilidad de las Personas Residentes en viviendas familiares, sus características y sus determinantes en España» (Movilia) proporcionan información obtenida por encuesta sobre las pautas de movilidad cotidiana (2006) y a larga distancia (2007) (M. y A. U. Ministerio de Transportes, n.d.).

Las nuevas tecnologías de la información aplicadas al conocimiento y gestión de los movimientos de objetos y de personas han permitido renovar los métodos y medios de obtención y análisis de los datos de movilidad. A partir del seguimiento de la localización de terminales de telefonía móvil y de los lugares de operación con otros medios electrónicos (tarjetas bancarias y de transporte, uso de redes sociales, etc.) y de otros datos complementarios, se han formado grandes bases de datos de flujos de movilidad que contienen información espacial (*Spatial Big Data*) (Osorio-Arjona & García-Palomares, 2017; Vannoni et al., 2020). El

uso de datos así obtenidos se ha multiplicado en investigaciones con diferentes objetivos (Bisanzio et al., 2020; Liu et al., 2016; Moya-Gómez et al., 2021) y para estudiar la relación de la movilidad con las variaciones de la incidencia y propagación de la COVID-19, así como los efectos de las restricciones para el control de la pandemia en la intensidad y modos de la movilidad (Pászto et al., 2021; Romanillos et al., 2021; Sadowski et al., 2021; Wang & Yamamoto, 2020; Xiong et al., 2020).

El uso eficiente y útil de los datos generados por estos métodos para estudiar la movilidad presenta ventajas y dificultades. Por una parte, se mejora la frecuencia de actualización de los datos, que además se distribuyen y analizan con medios digitales, se amplían, potencialmente, los ámbitos de investigación y se reducen los costes en relación con los métodos tradicionales de encuesta. Por otra, se plantean nuevos desafíos para estructurar datos fragmentados en unidades significativas de información y para organizar, recuperar, analizar y visualizar información de grandes bases de datos (*data mining*) (Osorio-Arjona & García-Palomares, 2017).

En España se dispone de archivos públicos de datos de movilidad formados a partir del seguimiento de la localización de terminales de telefonía móvil, publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) (Instituto Nacional de Estadística, n.d.) y por el *Observatorio de la Movilidad* del Ministerio de Transporte Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) (M. y A. U. (MITMA) Ministerio de Transportes, n.d.). Esta comunicación tiene por objetivos resumir las características de estos datos y proponer un flujo de trabajo con el programa *Orange* (Demsar et al., 2013) para seleccionar, transformar y visualizar datos de los archivos disponibles en el repositorio del MITMA, que puedan utilizarse para el estudio geográfico de la movilidad en Aragón.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS DATOS DE MOVILIDAD «INE» Y «MITMA»

La información sobre la movilidad de los «Estudios de movilidad a partir de la telefonía móvil» (INE) se ha derivado del registro de los cambios de localización de una muestra del 78,7% de los teléfonos móviles de España. La unidad espacial de información mínima es el «área de movilidad INE»; los datos se refieren a varios días consecutivos seleccionados por su representatividad en la movilidad cotidiana o estacional, así como durante el período de confinamiento general decretado para controlar la expansión de la COVID-19 (15 marzo 20 de junio de 2020).

Cada área de movilidad debe superar los 5.000 habitantes empadronados. Cada municipio entre 5.000 y 50.000 habitantes constituye un área de movilidad. Cuando los municipios no alcanzan este valor, se agrupan los de la misma provincia en celdas de entre 5.000 y 50.000 habitantes, mientras que las ciudades mayores de 50.000 habitantes se desagregan en barrios o distritos mayores de 5.000 habitantes. En total, se han delimitado 3.214 áreas de movilidad en 2019. Cada terminal se ha adscrito a una única celda de residencia que es aquella en la que se encuentra durante más tiempo entre las 10:00 y 06:00 horas de los cuatro días observados; esta información se ha contrastado con datos históricos de 60 días. El área de destino de la movilidad es aquella en la que se encuentre la terminal, al menos, durante cuatro horas en la franja de 10:00 a 18:00 horas en dos de los cuatro días observados. Entre las áreas de destino se incluye también la de residencia. El método no permite identificar en todos los casos el área de destino. Los flujos publicados son los de 25 personas o más (Instituto Nacional de Estadística, 2020, 2021) (tabla 1).

Los antecedentes del «Estudio de la movilidad con Big Data» (EM-1 a EM-4) se encuentran en un proyecto que el Ministerio de Fomento llevó a cabo en 2017. Este consistió en un estudio piloto de la movilidad interprovincial a partir de registros de telefonía (Ministerio de Fomento, 2019) y constituye el punto de partida metodológico del trabajo de 2020. El objetivo del proyecto piloto era caracterizar la movilidad en días promedio y en días en los que esta muestra un comportamiento diferenciado a lo largo de los meses de julio, agosto y octubre de 2017. En el estudio se utilizó información de conexiones a antenas de telefonía de más de 14 millones de líneas móviles. Esta información, al igual que en el estudio de 2020, se complementó con información de usos del suelo, relevante para identificar las actividades que se asocian a cada desplazamiento; con datos de aforos, para desplazamientos por carretera, y de rutas y demanda para el transporte público. Para el con-junto de España, se incluyeron los viajes con itinerarios de más de 50 km; además, en las provincias de Madrid, Barcelona, Alicante y Vizcaya, los viajes entre 10 y 50 km.

El tratamiento de la información para generar los flujos de movilidad es complejo y consta de diversas fases que van desde el proceso de toma de datos a la publicación de los resultados. En cumplimiento de la normativa sobre protección de datos, el tratamiento incluye procesos de *anonimización* y agregación de la información para evitar que un usuario individual pueda ser identificado. Los resultados de desplazamientos del estudio piloto se encuentran segmentados por modo de transporte -carretera, ferrocarril, marítimo y

aéreo-, diferenciando, en los desplazamientos por carretera inter autonómicos, entre vehículo público y privado. En el estudio piloto se trabajó únicamente con 59 zonas -provincias, ciudades autónomas e islas- para la generación de las matrices de viajes y etapas. Estas cuentan con información segmentada por variables tales como residencia, franja horaria y actividad.

Tras la experiencia del estudio piloto, el MITMA ha elaborado el «Estudio de la movilidad con Big Data», planteado como un medio para analizar los cambios en la movilidad producidos por la crisis de la COVID-19. La metodología es similar a la del proyecto piloto, aunque cuenta con algunas mejoras como el periodo de generación de resultados, que se ha reducido. Para la obtención de los datos de este estudio se ha utilizado una muestra de más de 13 millones de líneas móviles y otra información complementaria (usos del suelo, población, redes de transporte y otra información sociodemográfica y de demanda de transporte) para analizar todos los viajes de más de 500 m con origen y destino en el territorio nacional. Los datos están agregados en unidades espaciales de dos niveles denominadas «zonas MITMA», nivel «municipios» (2.205) y «distritos» (2.805). Los datos diarios se han recogido durante varios meses (M. y A. U. Ministerio de Transportes, 2021) (Tabla 1). Para agregar en «zonas MITMA» los municipios más pequeños se sigue el procedimiento utilizado en el estudio del INE citado arriba.

La información de ambas fuentes difiere en los contenidos temáticos y en la resolución espacial y temporal de los datos, por lo que los objetivos de cada investigación condicionarán, en cada caso, el uso adecuado de los mismos. Los «Estudios de movilidad a partir de la telefonía móvil (INE)» poseen una resolución espacial mayor que la del «Estudio de la movilidad con Big Data (MITMA)»: en el primer caso, 3.214 «áreas INE» con unos valores medios de 15.000 personas y 270 km² (valores extremos: 201 y 460 km²); en el segundo, 2.205 «municipios» con un promedio de 21.400 personas y 229 km² (0,75 km² de superficie mínima y 2.623 km² de superficie máxima) y 2.805 distritos cuya superficie media es de 177 km² (valores extremos: 0,13 y 2.623 km²). Los datos del primer estudio son útiles para delimitar Áreas Urbana Funcionales a partir de los flujos de movilidad cotidiana internos y externos en estas áreas (Instituto Nacional de Estadística, 2020, p. 5). El estudio del MITMA contiene datos sobre la distribución horaria de los viajes y en segmentos de distancia para cada una de las unidades espaciales, lo que hace posible el análisis de patrones espaciales de tiempo y distancia de la movilidad.

3. FLUJO DE TRABAJO PARA ORGANIZAR INFORMACIÓN ORIGEN-ORIGEN DESTINO DE LA MOVILIDAD DESDE LOS ARCHIVOS DEL «ESTUDIO DE LA MOVILIDAD CON BIG DATA» (MITMA) CON EL PROGRAMA ORANGE

La información producida por los estudios citados (y por otros similares) se publica en grandes archivos independientes con datos de algún período de tiempo o bien organizada en bases de datos. En cualquier caso, la mayoría de los proyectos de investigación solo utiliza una parte de esta información por lo que, habitualmente, es necesario un trabajo de selección, estructuración y, si conviene, de visualización de los datos requeridos para desarrollar el proyecto.

Para estudiar la relación entre la estructura de la movilidad con determinadas características territoriales y sociodemográficas en Aragón, se ha utilizado la información de movilidad del estudio del MITMA correspondiente a la semana de referencia, extraída de los archivos origen-destino por zonas MITMA-municipio de cuatro días consecutivos (lunes a jueves, 17 a 20 de febrero de 2020) (maestra1) y de los archivos con el número de viajes de las personas en los mismos días (maestra2).

La selección y organización de los datos para su posterior análisis estadístico y espacial se ha llevado a cabo con el programa *Orange*. Esta aplicación posee una gran capacidad para seleccionar, transformar, modelar, analizar y visualizar información de grandes archivos de datos de forma interactiva. La interfaz es muy intuitiva y requiere muy poco tiempo de aprendizaje: consiste en una colección de unidades funcionales elementales (*widgets*), representadas por iconos y agrupadas por tipos de función, que el usuario conecta entre sí para formar un proceso que desarrolla un trabajo complejo. El diagrama así compuesto se puede anotar y guardar para repetir la tarea con los mismos datos o con otros. Para mejorar la claridad de esta exposición presentamos varios diagramas de flujo, aunque las funciones que se utilizan para buscar y transformar los datos se pueden organizar en un solo flujo de trabajo; en todo caso, utilizar uno o varios diagramas depende de diversos factores, propios de cada proyecto.

Tabla 1. Características generales de los datos de movilidad «INE» y «MITMA»

CARACTERÍSTICAS	Estudios de movilidad a partir de la telefonía móvil (INE)	Estudio de la movilidad con Big Data (MITMA)
Ámbito poblacional	Todos los teléfonos móviles de los residentes en España -> población residente en España	Población residente en España.
Ámbito espacial	Territorio nacional	Territorio nacional
Ámbito temporal	Estudio EM-1: 18-21 de noviembre de 2019. Estudio EM-2: 16 de marzo a 20 de junio de 2020. Estudio EM-3: junio-diciembre de 2020; Estudio EM-4: enero-noviembre de 2021. Movilidad cotidiana: datos los miércoles y domingos desde marzo de 2021; movilidad estacional: cuatro días de 2020 (18 de julio, 15 de agosto, 22 de noviembre y 25 de diciembre)	Movilidad diaria por zonas MITMA, distritos y municipios (de los tres días anteriores a su publicación): semana tipo (14 al 20 de febrero de 2020); desde el febrero de 2020 hasta mayo de 2021
Muestra	Terminales de los tres operadores de telefonía móvil principales (78,7% de los teléfonos móviles)	Más de 13 millones de líneas móviles
Unidades espaciales	Áreas de movilidad INE (3.214)	Zonas MITMA (2.205 municipios; 2.805 distritos)
Contenidos	Matriz de movilidad cotidiana origen-destino: Matriz de población de día y de noche. Matriz de población estacional	Maestra 1: matrices origen-destino de la movilidad por distritos y municipios segmentada según distancia ortodrómica entre origen y destino (6 intervalos de distancia) y en tramos de 1 hora. Maestra 2: distribución de los viajes por persona (1, 2 y más de dos viajes).
Archivos	Datos temáticos: tablas en formato Excel.xlsx; Datos espaciales: áreas de movilidad en archivos shp	Datos temáticos: archivos diarios, o por meses completos, en formato csv (separador de campos:); datos espaciales: zonificación de municipios y distritos en archivos shp
Visualización	Visor de mapas por comunidades y ciudades autónomas, provincias y áreas de movilidad. Gráficos de barras que representan variables por fecha. Visor de mapas con resultados por áreas de movilidad (origen-destino, variaciones, etc.).	Gráficos interactivos de la movilidad diaria por hora y distancia y de la movilidad de las personas a escala nacional, autonómica, provincial y local

Fuente: INE (2020, 2021) y MITMA (2021). Elaboración propia

3.1. Selección de datos origen-destino correspondientes a los «municipios» de Aragón

Cada uno de los archivos originales de los cuatro días utilizados contiene algo más de millón y medio de registros con las variables y estructura que se representa a continuación (primer registro del 17 de febrero de 2020):

```
fecha|origen|destino|periodo|distancia|viajes|viajes_km
20200217|01001_AM|01001_AM|00|002-005|8.936|34.640
```

El trabajo realizado en esta fase ha consistido en seleccionar los registros con los desplazamientos desde cualquier origen a uno de las 82 «zonas MITMA-nivel municipios» de Aragón y de estos a cualquier destino y anexas (*append*) los archivos de los cuatro días en uno solo. El archivo resultante tiene la misma estructura que los originales y 154.316 registros (se han seleccionado unos 37.000 registros de cada uno de

los días). La secuencia de funciones utilizadas para la selección de los desplazamientos origen-destino se representa en la Figura 1.

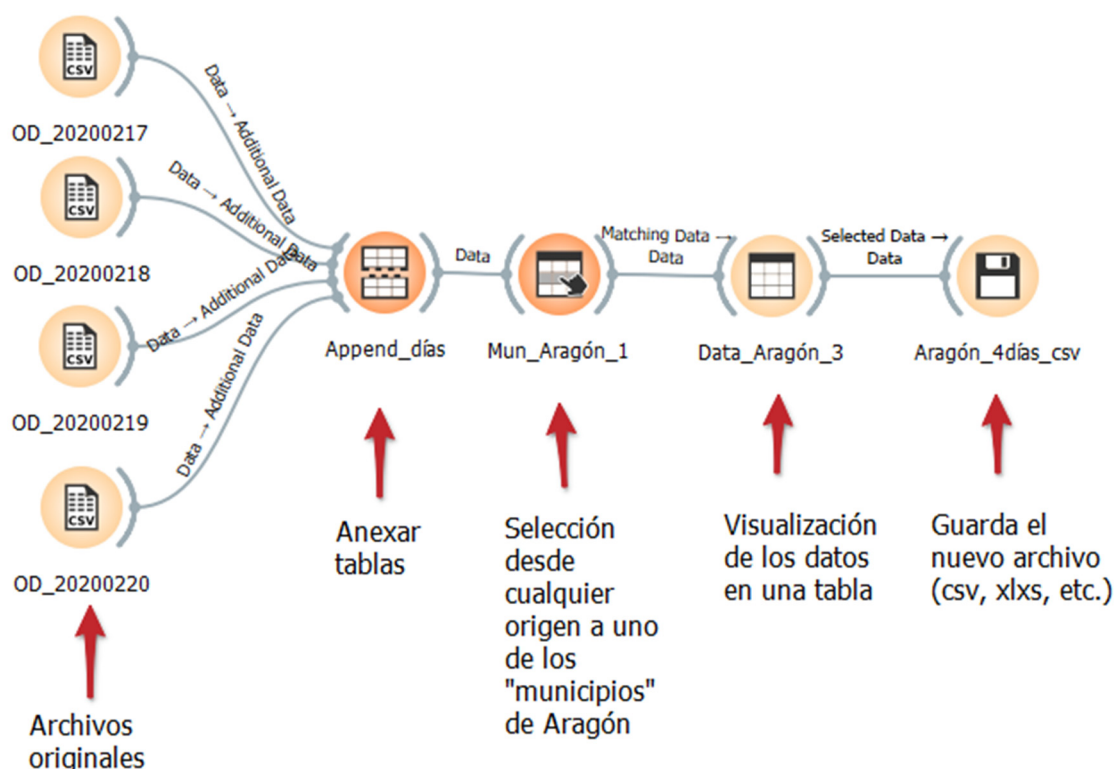


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de datos origen-destino correspondientes a las 82 «zonas MITMA-nivel municipios» de Aragón.

3.2. Transformación de datos para derivar nueva información

El archivo con los flujos de movilidad origen-destino de las «zonas MITMA-nivel municipios» aragoneses durante los cuatro días de la *semana de referencia de movilidad*, se ha utilizado para obtener nuevos datos resultantes del cruce de variables. A título de ejemplo, se presentan en el diagrama de la Figura 2 las funciones para elaborar las tablas siguientes: la suma de viajes y viajes-km por cada conexión origen-destino (en total, 14.529 registros), la distribución de la suma de viajes y viajes-km según intervalos de distancia desde el origen (480 registros) la suma de viajes y viajes-km desde el origen según su distribución horaria (1.968 registros); finalmente, la distribución del número de viajes y viajes-km se ha representado también en un gráfico de barras.

En la Figura 3 se reproducen el encabezamiento y los primeros registros de algunas tablas creadas con las funciones representadas el diagrama de la Figura 2.

Los archivos con la información de los viajes por persona (0, 1, 2 3 y más) se han procesado de forma similar para obtener la distribución del número de viajes en cada uno de las «zonas MITMA -nivel municipios» de Aragón.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Las nuevas tecnologías de la información han puesto a disposición de los investigadores datos de movilidad que contienen la localización de actividades de movilidad y de trayectorias espaciales de los movimientos, así como otra información temática. Los datos georreferenciados posibilitan el estudio de los patrones espaciales y temporales de la movilidad y su relación con las características del territorio (físicas, sociales, demográficas, económicas, dotación de infraestructuras, etc.). Para valorar la contribución de estos datos al conocimiento de la movilidad, es necesario elaborar trabajos basados en la información extraída de archivos masivos de datos mediante nuevos métodos y programas diseñados para el procesamiento de estos archivos.

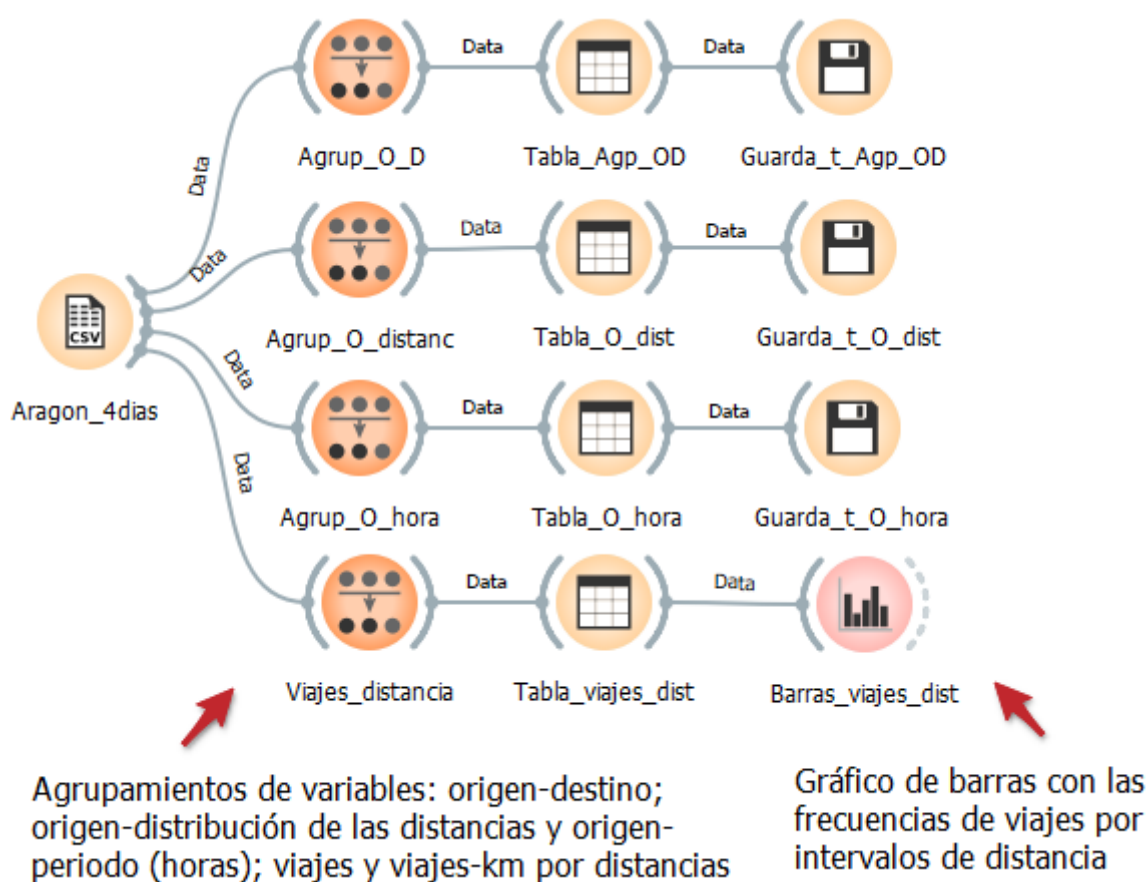


Figura 2. Diagrama de flujo para derivar nueva información.

Tabla_Agp_OD - Orange

Info
14529 instances (no missing data)
2 features
No target variable.
2 meta attributes

Variables
☒ Show variable labels (if present)
☐ Visualize numeric values
☒ Color by instance classes

Selection
☒ Select full rows
Restore Original Order
☒ Send Automatically

	origen	destino	viajes - Sum	viajes_km - Sum
1	22017_AM	02037	9.116	3537.91
2	22017_AM	03092_AM	18.351	6024.33
3	22017_AM	04066	12.93	7502.73
4	22017_AM	06072_AM	6.565	4158.3
5	22017_AM	08015	7.122	1290.79
6	22017_AM	08019	9.958	1765.92
7	22017_AM	08051_AM	16.277	2790.89
8	22017_AM	08068_AM	6.368	1009.09
9	22017_AM	08100_AM	6.042	1112.54
10	22017_AM	08101	10.034	1742.58
11	22017_AM	08121	4.947	914.156

14.5k | 1 | 14.5k

Figura 3. De arriba abajo: viajes y viajes-km según origen-destino; viajes y viajes-km según su distancia desde el origen; viajes y viajes-km desde origen según su distribución horaria; viajes y viajes-km según intervalos de distancia (desde 500 m hasta más de 100 km).

Tabla_O_dist - Orange

Info: 480 instances (no missing data), 2 features, No target variable, 2 meta attributes.

Variables: ☒ Show variable labels (if present), ☐ Visualize numeric values, ☒ Color by instance classes.

Selection: ☒ Select full rows.

	origen	distancia	viajes - Sum	viajes_km - Sum
1	22017_AM	002-005	1543.91	4474.06
2	22017_AM	0005-002	43.898	73.466
3	22017_AM	005-010	9413.62	71466.7
4	22017_AM	010-050	28801.7	589154
5	22017_AM	050-100	1949.45	128578
6	22017_AM	100+	896.759	184609
7	22021_AM	002-005	1976.19	7926.55
8	22021_AM	0005-002	392.066	544.93
9	22021_AM	005-010	8701.96	70233.4

Tabla_O_hora - Orange

Info: 1968 instances (no missing data), 2 features, No target variable, 2 meta attributes.

Variables: ☒ Show variable labels (if present), ☐ Visualize numeric values, ☒ Color by instance classes.

Selection:

	origen	periodo	viajes - Sum	viajes_km - Sum
1	22017_AM	00	391.533	5425.85
2	22017_AM	01	208.949	8697.56
3	22017_AM	02	397.48	6310.94
4	22017_AM	03	428.17	6835.77
5	22017_AM	04	460.338	13877.4
6	22017_AM	05	886.11	22611.2
7	22017_AM	06	1309.65	48293.9
8	22017_AM	07	2171.61	60532.7

Tabla_viajes_dist - Orange

Info: 6 instances (no missing data), 2 features, No target variable, 1 meta attribute.

Variables: ☒ Send Automatically.

Restore Original Order

	distancia	viajes - Sum	viajes_km - Sum
1	002-005	3.73484e+06	1.20632e+07
2	0005-002	5.40957e+06	6.34446e+06
3	005-010	2.40965e+06	1.7112e+07
4	010-050	2.97487e+06	5.99048e+07
5	050-100	353511	2.43505e+07
6	100+	246242	5.1635e+07

Figura 3. (cont.)

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo contiene resultados del proyecto PID2020-115904RB-I00 financiado por el programa MCIN/AEI/10.13039/501100011033.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Bisanzio, D., Kraemer, M. U. G., Bogoch, I. I., Brewer, T., Brownstein, J. S. y Reithinger, R. (2020). Use of Twitter social media activity as a proxy for human mobility to predict the spatiotemporal spread of COVID-19 at global scale. *Geospatial Health*, 15(1). <https://doi.org/10.4081/gh.2020.882>
- Demsar, J., Curk, T., Erjavec, A., Group, C., Hocevar, T., Milutinovic, M., Mocina, M., Polajnar, M., Toplak, M., Staric, A., Stajdohar, M., Umek, L., Zagar, L., Zbontar, J., Zitnik, M. y Zupan, B. (2013). Orange: Data Mining Toolbox in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 14(Ag.), 2349–2353. <http://jmlr.org/papers/v14/demsar13a.html>
- Instituto Nacional de Estadística. (n.d.). *Estudios de movilidad a partir de la telefonía móvil*. Recuperado de (mayo, 2022) https://www.ine.es/experimental/movilidad/experimental_em.htm

- Instituto Nacional de Estadística. (2020). *Estudio EM-1 de movilidad a partir de la telefonía móvil. Proyecto técnico* (p. 13). INE. https://ine.es/experimental/movilidad/experimental_em1.htm
- Instituto Nacional de Estadística. (2021). *Estudios de movilidad a partir de la telefonía 2020-2021. Proyecto técnico*. https://www.ine.es/experimental/movilidad/exp_em_proyecto.pdf
- Liu, Z. C., Yu, J. B., Xiong, W. T., Lu, J., Yang, J. Y., Wang, Q. y IEEE. (2016). Using Mobile Phone Data to Explore Spatial Temporal Evolution of Home-Based Daily Mobility Patterns in Shanghai. In *2016 International Conference on Behavioral, Economic and socio-cultural Computing (BESC)* (Issue IEEE/ACM International Conference on Behavioral, Economic, Socio-Cultural Computing (BESC), pp. 66–71).
- Ministerio de Fomento (2019). *Estudio de la Movilidad Interprovincial de Viajeros aplicando la Tecnología Big Data -Proyecto piloto- Informe metodológico*. https://cdn.fomento.gob.es/portal-web-dru-pal/Docs_OTLE/MFOM-Estudio_Movilidad_Interprovincial_Informe_Metodologico.pdf
- Ministerio de Transportes, M. y A. U. (n.d.). *Movilia 2006/2007*. Recuperado de (mayo, 2022) <https://www.mitma.gob.es/informacion-para-el-ciudadano/informacion-estadistica/movilidad/movilia-20062007/encuesta-de-movilidad-de-las-personas-residentes-en-espana-movilia-20062007>
- Ministerio de Transportes, M. y A. U. (2021). *Análisis de la movilidad en España con tecnología Big Data durante el estado de alarma para la gestión de la crisis del COVID-19. Informe metodológico*. <https://www.mitma.gob.es/ministerio/covid-19/evolucion-movilidad-big-data>
- Ministerio de Transportes, M. y A. U. (MITMA). (n.d.). *Estudio de movilidad con Big Data*. Recuperado de (mayo 2022) <https://www.mitma.gob.es/ministerio/covid-19/evolucion-movilidad-big-data>
- Moya-Gómez, B., Stępnia, M., García-Palomares, J. C., Frías-Martínez, E. y Gutiérrez, J. (2021). Exploring night and day socio-spatial segregation based on mobile phone data: The case of Medellín (Colombia). *Computers, Environment and Urban Systems*, 89, 101675. <https://doi.org/10.1016/j.compenurb-sys.2021.101675>
- Osorio-Arjona, J. y García-Palomares, J. C. (2017). Nuevas fuentes y retos para el estudio de la movilidad urbana. *Cuadernos Geográficos*, 56(3), 247–267. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5352/5858>
- Pászto, V., Burian, J. y Macků, K. (2021). Changing Mobility Lifestyle: A Case Study on the Impact of COVID-19 Using Personal Google Locations Data. *International Journal of E-Planning Research*, 10(2), 66–79. <https://doi.org/10.4018/IJEPR.20210401.oa6>
- Romanillos, G., García-Palomares, J. C., Moya-Gómez, B., Gutiérrez, J., Torres, J., López, M., Cantú-Ros, O. G. y Herranz, R. (2021). The city turned off: Urban dynamics during the COVID-19 pandemic based on mobile phone data. *Applied Geography*, 134. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102524>
- Sadowski, A., Galar, Z., Walasek, R., Zimon, G. y Engelse, P. (2021). Big data insight on global mobility during the Covid-19 pandemic lockdown. *Journal of Big Data*, 8(1), 78. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00474-2>
- Sheller, M. y Urry, J. (2006). The New Mobilities Paradigm. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 38(2), 207–226. <https://doi.org/10.1068/a37268>
- Urry, J. (2012). *Mobilities* (reprint). Polity Press.
- Vannoni, M., McKee, M., Semenza, J. C., Bonell, C. y Stuckler, D. (2020). Using volunteered geographic information to assess mobility in the early phases of the COVID-19 pandemic: a cross-city time series analysis of 41 cities in 22 countries from March 2nd to 26th 2020. *Globalization and Health*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12992-020-00598-9>
- Wang, H. y Yamamoto, N. (2020). Using a partial differential equation with Google Mobility data to predict COVID-19 in Arizona. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 17(5), 4891–4904. <https://doi.org/10.3934/mbe.2020266>
- Xiong, C., Hu, S., Yang, M., Luo, W. y Zhang, L. (2020). Mobile device data reveal the dynamics in a positive relationship between human mobility and COVID-19 infections. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(44), 27087–27089. <https://doi.org/10.1073/pnas.2010836117>