

Armonización de fuentes de datos de demanda de transporte según la especificación de datos en redes de transporte INSPIRE

Cayetano Ruiz de Alarcón Quintero

Ingeniería e Infraestructura de los Transportes, Universidad de Sevilla. España.

Existen numerosas fuentes de datos de demanda de transporte procedentes de distintos proveedores, siendo el principal la Administración Pública. Según el objetivo de cada administración los datos son recogidos y formateados de una manera concreta. Así mismo, cada administración sólo cubre el ámbito que le corresponde (municipal, provincial, regional, autonómico, estatal), y esto produce que cubran la red de una manera complementaria, pero con conjuntos de datos sin formatos interoperables. Realizar estudios y proyectos cuya área de estudio exceda más de un ámbito de los comentados conlleva realizar una primera fase de armonización de datos que implican elevados costes temporales y de trabajo. Estos costes se podrían reducir mediante formatos estándares e interoperables de conjuntos de datos y servicios. La Unión Europea ha impulsado el proceso de estandarización e interoperabilidad mediante la directiva INSPIRE (2007/2/EC), que estará completamente implementada en 2019 en los Estados Miembros. En este artículo se propone un modelo de datos armonizado de los conjuntos de datos ya existentes provistos por los detectores de tráfico en las áreas urbanas de Sevilla y Málaga. El objetivo principal es su posterior adaptación a la especificación propuesta por la directiva INSPIRE, teniendo en cuenta la compatibilidad con el formato estándar DATEX II. Este proceso puede servir para acelerar el tránsito hacia el formato estandarizado al que se dirige la Unión Europea para redes de transporte, y los conjuntos de datos asociados a éstas.

1. Motivación

Una de las primeras fases de las que se suelen componer los proyectos de ingeniería del transporte es la de captación de datos existentes sobre el campo de estudio y sobre la zona en la que se desarrolla, si es que el proyecto tiene un ámbito geográfico determinado.

Para cubrir esta fase de proyecto se debe acudir a las series de datos disponibles, tanto públicas como privadas. En los estudios relacionados con el modelado de transporte se suelen utilizar encuestas de movilidad entre distintas zonas de transporte, datos demográficos, mediciones de detectores de tráfico, topología de la red de transporte y diferentes características de ésta. Los datos presentados pueden tener formato geográfico, como la ubicación de los detectores de tráfico, o la topología de la red de transportes; y datos no geográficos pero asociados a los geográficos, como los datos de intensidad recogidos por un detector de tráfico o la capacidad de un tramo de la red.

Los costes de esta fase se podrían reducir si los datos fueran producidos en un formato estandarizado, teniendo en cuenta la periodicidad de los registros y de la publicación de éstos, potenciando su uso e interoperabilidad mediante licencias abiertas.

La motivación principal de este artículo es la experiencia acumulada en este departamento a lo largo de distintos proyectos cuyo objetivo principal ha sido establecer un modelo de demanda de transporte, y en los que gran parte de la carga temporal se han consumido en la recopilación y modelado de los datos. Durante el desarrollo de éstos proyectos han surgido diversas propuestas de soluciones. Se pretende adecuar las soluciones propuestas al marco propiciado por INSPIRE (2007/2/EC) y el empuje de la implementación en ciudades y regiones europeas de políticas de datos abiertos y del gobierno abierto.

La directiva INSPIRE (2007/2/EC) surge al detectarse una ausencia de disponibilidad, calidad, organización, accesibilidad, compartición de información espacial y que es común en un gran número de políticas y actividades que son experimentadas a lo largo de varios niveles de la autoridad pública en Europa. En paralelo con esta directiva, se va a impulsar el uso de estándares, en concreto en el ámbito de la recopilación de datos de transporte, el estándar propuesto por la UE es DATEX II. Al abrigo de esta directiva se han lanzado proyectos piloto que para comprobar las ventajas y posibles problemas de este nuevo marco. Uno de ellos es el proyecto Open Transport Net, también en el campo de la estandarización y la interoperabilidad relacionados con el mundo del transporte. También existen soluciones no institucionales en este campo como Open Street Map (OSM), que es una red interoperable a lo largo de todo el mundo, dependiente del Open Geospatial Consortium (OGC).

Se propone una armonización de datos, centrada en los datos recogidos por detectores de tráfico (volumen, velocidad, ocupación, etc...) de diferentes fuentes en un mismo contexto geográfico, las áreas urbanas de Sevilla y Málaga.

Se pretende comprobar la potencialidad de la publicación de datos de proyectos de ingeniería y de investigaciones en formatos abiertos y accesibles, algo que va en consonancia con la filosofía de la directiva INSPIRE.

2. Armonización de datos de transporte, el marco normativo europeo y español.

INSPIRE y directiva ITS en europa

2.1 Directiva ITS

El Reglamento Delegado (UE) 2015/962 de la Comisión, que es una normativa que complementa a la denominada Directiva ITS (Directiva 2010/40/UE) de la Unión Europea aconseja a los Estados ceñirse al estándar DATEX II para los servicios de información del tráfico en tiempo real. Además en esta normativa se establece que las autoridades viarias y los operadores de infraestructuras proporcionarán los datos dinámicos de situación de las carreteras (art. 5) y los datos de tráfico (art. 6) en ese formato, siendo aplicable dicho reglamento a partir del 13 de julio de 2017.

2.2 DATEXII

“DATEX II es un estándar multiparte mantenido por el Comité Técnico CEN 278, CEN/TC278, (Transporte de Carreteras y Telemática de Transporte), se puede consultar en <http://www.itsstandards.eu/index.php/rtd>. Con el fin de promover la movilidad sostenible en Europa, la Comisión Europea ha estado apoyando el desarrollo del intercambio de información principalmente entre los actores del dominio de la administración del tráfico en carretera por unos años. En el sector de las carreteras, DATEXII ha estado largo tiempo desarrollándose, con la Comisión Europea siendo fundamental para su desarrollo mediante un contrato inicial y la subsecuente cofinanciación a través de los proyectos Euro-Regionales. Con esta estandarización de DATEX II hay una base real para el intercambio común entre los actores del sector información del tráfico y los viajes. DATEX II define un conjunto común de especificación de intercambio de datos para apoyar la visión de un intercambio continuo e interoperable de información de tráfico y viajes a través de las fronteras, incluyendo administradores de carreteras, nacionales, urbanos e interurbanos, proveedores de infraestructuras y proveedores de servicios. La estandarización en este contexto es una constitución vital para asegurar la interoperabilidad, reducción de riesgos, reducción de costes base, promoción de mercados abiertos y muchos beneficios económicos, sociales y comunitarios van a ser obtenidos al tener viajeros más informados, gestores de redes, operadores de transportes. La estandarización DATEX II pone su foco en el contenido de la información.”

2.3 Directiva INSPIRE

La directiva INSPIRE (2007/2/EC) tiene como objetivo establecer una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), centrada en las políticas ambientales y actividades que tienen impacto con el medio ambiente. La filosofía de INSPIRE es aprovechar los recursos y los datos ya disponibles en los Estados Miembros, intentando levantar el mínimo de datos nuevos posibles, para tener un formato de datos unificado desde el inicio.

Como se especifica en la directiva:

“INSPIRE está basado en una serie de principios comunes:

- Los datos deberían ser recogidos sólo una vez y almacenados donde pueda ser mantenido más eficazmente.
- Debería ser posible combinar información espacial de una manera continua proveniente de diferentes fuentes a lo largo de Europa y compartirla con muchos usuarios y aplicaciones.

- Debería ser posible que la información recogida para un nivel/escala sea compartida con todos los niveles/escalas; detallada para investigaciones completas, general para propósitos estratégicos.
- La información geográfica necesaria para la buena gobernanza a todos los niveles debería ser fácil de entender y usar, y estar transparentemente disponible.
- Debe ser fácil encontrar qué información geográfica está disponible, cómo puede ser usada para satisfacer una necesidad particular, y bajo qué condiciones puede ser adquirida y usada.”

El calendario de puesta en marcha de INSPIRE comprende tres fases, la preparatoria (2005-2006), la de transposición (2007-2009), y la de implementación (2009-2019).

Esta última fase se rige bajo las siguientes reglas de implementación:

- Metadatos.
- Especificaciones de datos.
- Redes de servicios.
- Compartición de datos y servicios.
- Presentación de informes y seguimiento.

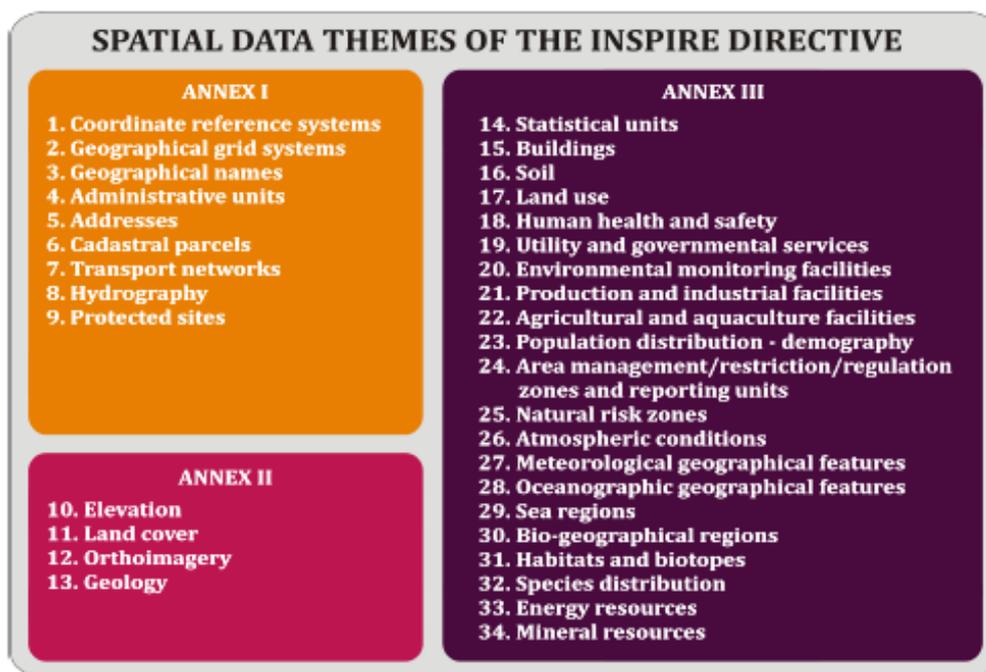


Figura 1: Anexos de la directiva INSPIRE.

2.3.1 INSPIRE y las redes de transporte.

En concreto para el campo que nos ocupa, esta directiva determina una especificación concreta para las redes de transporte. La última especificación de datos definida por INSPIRE para redes de transporte es D2.8.I.7 INSPIRE Data Specification on Transport

Networks – Guidelines desarrollado por el Thematic Working Group (TWG) Transport Networks v 3.2 usando lenguaje natural y lenguaje de esquema conceptual. En el documento se concreta la especificación que debe guiar a la recogida y almacenamiento de datos sobre el tema en cuestión. Esta especificación provee:

- “- Las bases para el desarrollo de la parte de la implementación de reglas, definidas en el Artículo 7(1) de la Directiva INSPIRE, relativa al tema espacial de datos Redes de Transporte y
- La implementación de guía que acompañará la implementación de reglas para la interoperabilidad de los sets de datos espaciales y servicios de acuerdo al artículo 7(º) de la Directiva INSPIRE.”

Según la especificación, esta red debería comprender una red de transportes integrada, y elementos relacionados, que son continuos en cada límite nacional. Los elementos topográficos de la red de transportes son relativos a la carretera, el tren, el transporte por agua y por aire. Debe haber enlaces entre los diferentes modos de transporte, la red de transportes debería dar soporte a la referencia de flujos de transporte para habilitar servicios de navegación. Esto último es uno de los elementos más importantes en este estudio, ya que finalmente el objetivo es tener un formato homogéneo para datos de detectores de tráfico de diferentes fuentes, que, entre otros datos, aportan flujos de vehículos.

2.3.2 INSPIRE y la toma de datos de sensores.

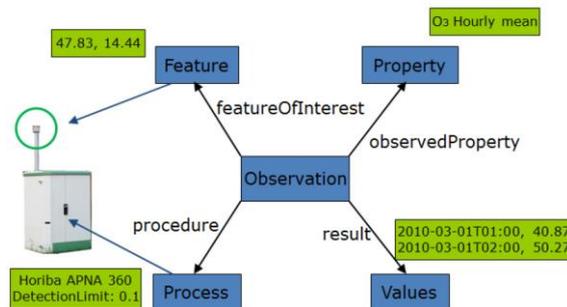


Figura 2: Propuesta de INSPIRE para toma de datos de sensores.

La especificación INSPIRE ofrece una opción para almacenar datos recogidos por un sensor tal y como se especifica en el documento “Guidelines for the use of Observations & Measurements and Sensor Web Enablement-related standards in INSPIRE Annex II and III data specification development”, considerando que son elementos puntuales del tipo “Features of Interest Point” con resultados múltiples “Multiple Results in Time”.

Esta propuesta de implementación podría ser adecuada para los valores que recogen los detectores de tráfico, como la intensidad, la ocupación o la velocidad detectada a una hora determinada y en la que se tienen en cuenta la agregación temporal y la comparación de datos. Aunque hay que tener en cuenta que este tema se refiere a sensores que recogen datos sobre medio ambiente, por lo que puede que no sea totalmente adecuado desde el punto de vista de la interoperabilidad, ya que no se especifica claramente que se use esta especificación para flujos de tráfico ni para estado del tráfico en tiempo real.

2.4 Open Transport Net (OTN), ejemplo práctico de visualización de flujos de tráfico.

Open Transport Net es un proyecto impulsado por la Comisión Europea para el desarrollo de una red de centros de control virtuales y colaborativos para la creación de servicios y aplicaciones, que a partir de conjuntos de datos abiertos relacionados con el transporte impulse la creación de aplicaciones innovadoras y servicios.

Los objetivos principales del proyecto son los siguientes:

- “- Mejora de la precisión de las vistas de datos mejorado el conocimiento con Información geográfica voluntaria (VGI), y
- Desarrollo de un acceso de control sofisticado y sistema de gestión de identidad que manejará el control de la privacidad.

...

El siguiente paso consiste en ayudar a los socios pilotos para entender los problemas de la armonización de datos y para ayudarlos a identificar y describir conjuntos de datos adecuados. Las principales recomendaciones para el análisis inicial de datos incluyen:

- Open Street Map debería ser el mapa base para las visualizaciones de OTN y los requerimientos VGI.
- Los metadatos deberían seguir los datos INSPIRE y los y perfiles de metadatos
- OTN debería no solo enfocarse en datos abiertos sino también en datos que son publicados en un modo no estándar con uso restringido, el trabajo enfocado en el licenciamiento es necesario.”

El proyecto OTN se pondrá en marcha en cuatro escenarios piloto, en los que se testearán los conjuntos de datos, y se establecerán proyectos concretos a desarrollar a partir de esos conjuntos. Los escenarios escogidos y las temáticas sobre las que se desarrollarán los servicios y aplicaciones son los siguientes:

- Amberes, Bélgica – Mantenimiento de infraestructuras.
- Región de Liberec, República Checa – Manejo de crisis
- Birmingham, UK – Seguridad en carretera.
- Issy les Moulineaux, Francia – Planeamiento.

En este proyecto se da una importancia vital a la ‘interoperabilidad’ de los datos, ciñéndose a la definición estándar [ISO/IEC 2832-1:1993] y acogiendo al documento que establece el Marco Europeo de Interoperabilidad (IEF) para los servicios públicos europeos, en éste se establecen los beneficios de la interoperabilidad de la siguiente manera:

- “Cooperación entre administraciones públicas con el fin de establecer servicios públicos.
- Intercambio de información entre administraciones públicas para cumplir los requisitos legales o compromisos políticos.
- Compartir y reusar información entre administraciones públicas para incrementar la eficiencia administrativa y reducir la burocracia para los ciudadanos y negocios.”

La armonización de datos es un elemento fundamental para combinar datos de fuentes heterogéneas, como es el caso del proyecto OTN, en el que se tendrán fuentes de distintos

países y diferentes ámbitos regionales. La solución técnica ideal para la armonización no existe, ya que depende de las fuentes, de sus posibles aplicaciones, de los organismos que los generan, etc... Janecka et al. (2013) proponen una manera de abordarlo mediante 5 etapas.

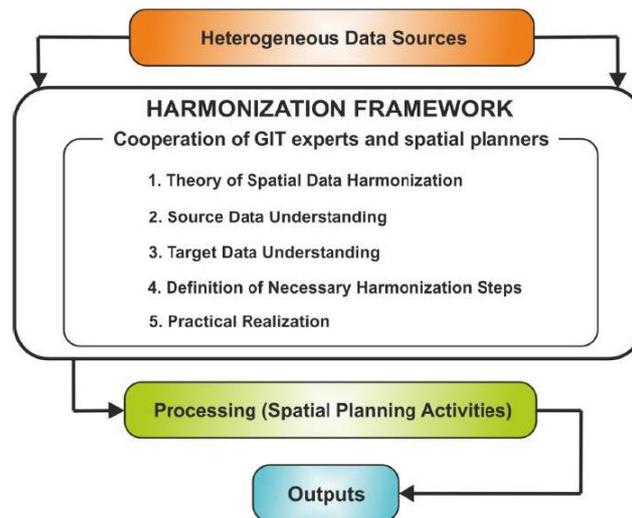


Figura 3: Proceso de armonización de datos según Janecka et al. (2013)

El caso concreto de datos sobre volúmenes de tráfico se expone en OTN como una solución muy útil para diferentes aplicaciones prácticas. Es por ello que en la Región de Liberec se ha creado una aplicación que se usará finalmente en todos los escenarios pilotos. Esta aplicación representará el comportamiento del volumen de tráfico de una manera dinámica a medida que pasa el tiempo. OTN propone enriquecer el esquema de datos de INSPIRE con una tabla denominada ‘TrafficVolumesHourlyVariation’. Hay un campo por cada hora, para almacenar la contribución horaria al volumen diario del tráfico.

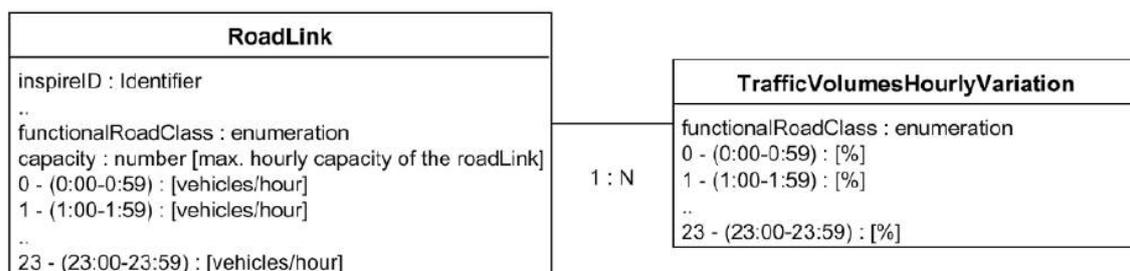


Figura 4: Propuesta de OTN para incluir flujos de Tráfico en la red de INSPIRE.

2.5 Inspire en España

2.5.1 Seguimiento de INSPIRE en España

Cada año se publica el cumplimiento de la implementación de INSPIRE en los diferentes Estados Miembros. El último documento de Supervisión de la implementación de INSPIRE publicado el 14-05-2015 refleja los siguientes resultados para los indicadores de cumplimiento de la implementación de los conjuntos de datos espaciales.

Spatial Data Sets						
All Annexes	SubInd. Name					NSi1.1
	SubInd. Value					88.88%
	Numerator					1272
	Denominator					1431
Annex I	SubInd. Name	MDi1.1	MDi2.1	DSi1.1	DSi2.1	
	SubInd. Value	100%	100%	98.96%	59.75%	
	Numerator	246	246	16987090	147	
	Denominator	246	246	17164508	246	
Annex II	SubInd. Name	MDi1.2	MDi2.2	DSi1.2	DSi2.2	
	SubInd. Value	100%	100%	99.87%	64.88%	
	Numerator	168	168	13119079	109	
	Denominator	168	168	13135005	168	
Annex III	SubInd. Name	MDi1.3	MDi2.3	DSi1.3	DSi2.3	
	SubInd. Value	100%	100%	90.8%	43.36%	
	Numerator	1017	1017	94653455	441	
	Denominator	1017	1017	104233588	1017	

Figura 5: Seguimiento de INSPIRE en España, 2014.

2.5.2 RT

En España se está iniciando una adaptación de los datos existentes a esa directiva en su red de transportes, el documento que la recoge es el Especificaciones del producto Redes e Infraestructuras del Transporte (RT), en producción por el Instituto Geográfico Nacional. Esta red pretende dar respuesta a las especificaciones del nuevo Plan de Producción del Instituto Geográfico Nacional (IGN), que genera las Bases de Datos de Información Geoespacial de Referencia (IGR), que están alineadas con las especificaciones recogidas en los anexos I y II de la Directiva 2007/2/CE para el establecimiento de una Infraestructura de Información Espacial en Europa (INSPIRE) y el anexo I de la ley nacional que la traspone Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE).

3 Armonización de datos de flujo de tráfico en las áreas urbanas de Sevilla y Málaga.

El proceso que se pretende afrontar en este documento es el de armonizar los datos recopilados por los detectores de flujos de tráfico en las áreas metropolitanas de Sevilla y Málaga.

Se observan todos los problemas derivados de las fuentes heterogéneas de datos no armonizadas, ya que los datos no son interoperables, y en muchos casos no son legibles directamente por una máquina tal y como dicta la directiva INSPIRE.

A continuación se hace un breve análisis de las dos áreas metropolitanas y una descripción de los detectores que en ellas se encuentran.

3.1 Zonas de estudio.

El contexto geográfico en el que se desarrolla el estudio son las áreas metropolitanas de Sevilla y Málaga. Se entiende por área metropolitana:

Las Áreas Metropolitanas son entidades locales integradas por los Municipios de grandes aglomeraciones urbanas entre cuyos núcleos de población existan vinculaciones económicas y sociales que hagan necesaria la planificación conjunta y la coordinación de determinados servicios y obras. (Ley 7/1985)

Área Urbana de Sevilla. Según el documento “Áreas Urbanas +50. Información Estadística de las grandes Areas Urbanas españolas 2012”, del Ministerio de Fomento, el área urbana de Sevilla está compuesta por 24 municipios. Los más importantes son: Sevilla, Dos

Hermanas, Alcalá de Guadaíra, Mairena del Aljarafe, Coria del Río y Los Palacios y Villafranca.

Según este documento en 2012 esta área metropolitana albergaba un total de 1.294.867 habitantes, de los cuales, aproximadamente 700.000 residen en el Sevilla, hay otra gran concentración al sudeste, con Dos Hermanas y Alcalá de Guadaíra con 200.00 habitantes aproximadamente entre los dos municipios, y otra gran concentración de habitantes en el Aljarafe, al oeste de la capital.

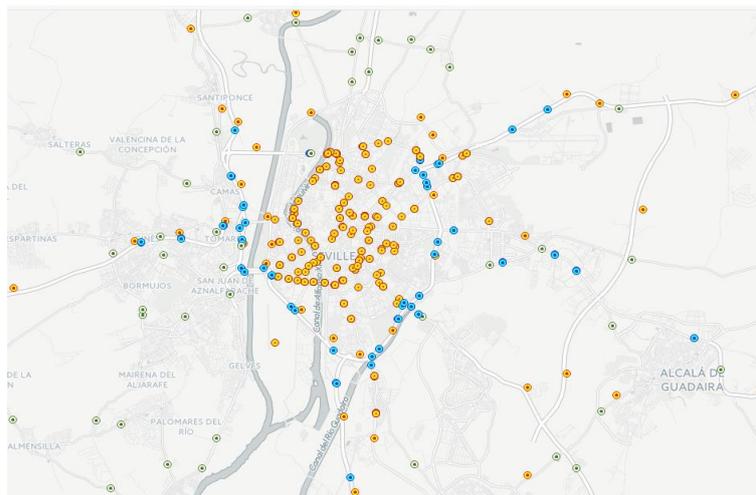


Figura 6: Detectores del área urbana de Sevilla.

Los Detectores del área urbana de Sevilla se encuentran repartidos alrededor de la ciudad según la titularidad de la vía, principalmente en la circunvalación (SE-30, SE-20, Ronda Norte, A-4 y A-49) se tienen detectores de la DGT y del Ministerio de Fomento, en las vías intermunicipales menos importantes se tienen detectores de la Junta de Andalucía, y en las zonas urbanas de Sevilla, los detectores provienen del Centro de Control de Tráfico.

Según el documento “Áreas Urbanas +50. Información Estadística de las grandes Áreas Urbanas españolas 2012”, del Ministerio de Fomento de España, el área urbana de Málaga comprende 8 municipios con un total de 953.251 habitantes en la fecha del documento. Éstos son: Málaga, Mijas, Fuengirola, Torremolinos, Benalmádena, Rincón de la Victoria, Alhaurín de la Torre y Cártama.

Comprendiendo un total de 978.934 habitantes, en el que el núcleo central es Málaga con 568.479 habitantes.

Los detectores en el Área Urbana de Málaga se distribuyen de manera parecida a Sevilla, en la circunvalación se tienen detectores de la DGT y del Ministerio de Fomento, en las vías intermunicipales de la Junta de Andalucía, y dentro de la zona urbana de Málaga detectores del Área de Urbanismo de Málaga.

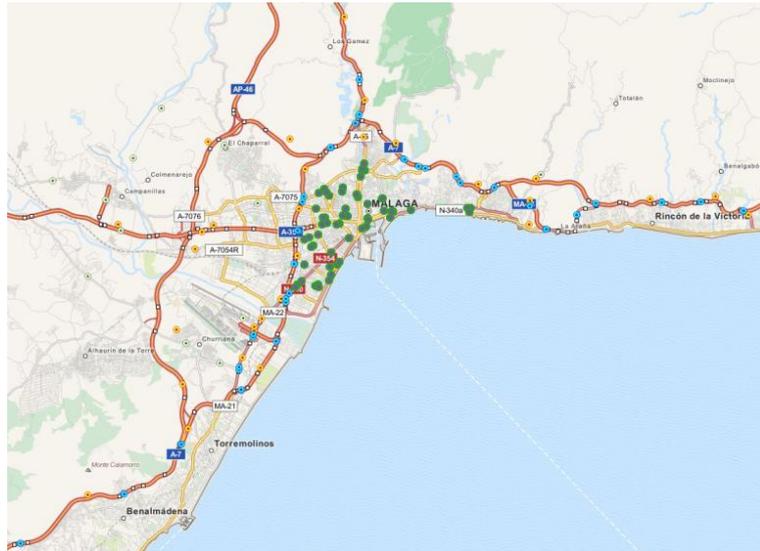


Figura 7: Detectores en el área urbana de Málaga.

3.2 Detectores, fuentes, ubicación, formato.

En ambas zonas existen detectores de 5 administraciones diferentes para cada área metropolitana, según la titularidad de la vía. Incluso del propio Gobierno de España hay dos fuentes diferentes de detectores.

En ambas áreas metropolitanas nos encontramos con los siguientes detectores según la titularidad de la vía. Cabe destacar que la mayoría de los datos se publican en formatos no legibles por máquina, lo que dificulta enormemente su extracción y utilización para el usuario.

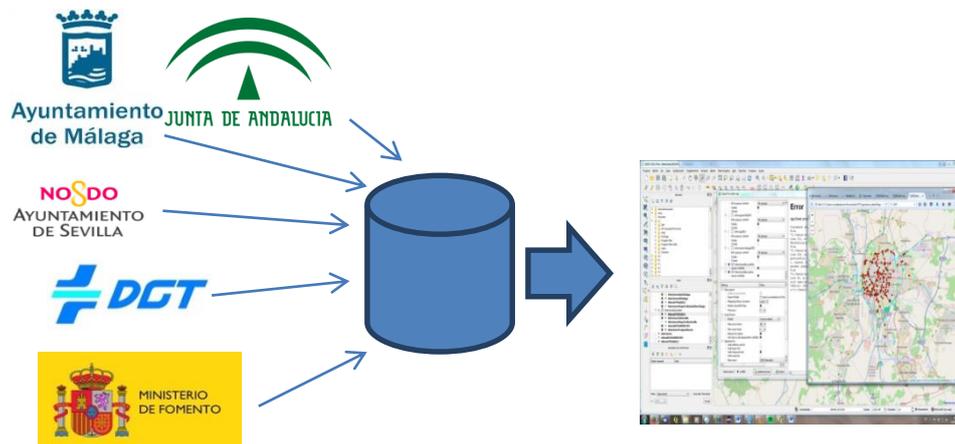


Figura 8: Armonización de fuentes heterogéneas en las áreas urbanas de Sevilla y Málaga.

- 1- Mapas de Tráfico, Ministerio de Fomento, Gobierno de España (En vías de la Red de Carreteras del Estado). Publica resúmenes anuales, recogidos mes a mes, sin diferenciar por carril, se tiene la intensidad, la velocidad y los accidentes, son documentos PDF.
- 2- Mapa del Tráfico, Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior, Gobierno de España. (En vías de la Red de Carreteras del Estado). Publica un mapa interactivo on-

line en el que se pueden consultar los puntos en los que se encuentran los detectores en las carreteras de titularidad del Estado y los datos relacionados con ellos en tiempo real. Se actualiza cada 3 minutos. Se ofrece información por carril y se dan valores de Intensidad (veh/h), velocidad, ocupación y porcentaje de ligeros, se publica mediante un formulario web.

- 3- Afors, Consejería de Fomento y Vivienda, Junta de Andalucía. (En las vías de titularidad autonómica). Se actualiza anualmente. Se publican en un mapa on-line en el que se puede consultar la intensidad media horaria para día laborable. IMD, porcentaje de ligeros, volumen en Hora 30, Hora 50 y Hora 100, en formato tabular en la web.
- 4- CCT Sevilla, Centro de Gestión de Movilidad, Delegación de Seguridad, Movilidad y Fiestas Mayores - Ayuntamiento de Sevilla (En las vías de titularidad municipal). Se publican resúmenes anuales de intensidades medias horarias en día laborable en formato PDF. En el portal de datos abiertos de Sevilla, se publican datos cada 5 minutos, con la intensidad y la ocupación por cada carril, en formato xml. Son datos en tiempo real.
- 5- Área de Gobierno de accesibilidad y Movilidad, Ayuntamiento de Málaga (En las vías de titularidad municipal). Se publican resúmenes cuatrimestrales en formato PDF, en los que se tienen las intensidades medias diarias por tipo de día, la intensidad de las horas puntas por cada detector y tipo de día.

3.3 Armonización de datos de detectores de tráfico.

El criterio seguido es recoger los datos lo más detalladamente posible, tal y como se recomienda en la directiva INSPIRE y el Grupo de Trabajo de Datos Abiertos de la comisión Europea, para posteriormente hacer interoperables todos los datos aunque sean de distinta fuente. Para ello se debe tener en cuenta la frecuencia con la que se registra el dato, la frecuencia con la que se publica, la unidad utilizada, y una serie de características inherentes al dato que pueden cambiar según la fuente utilizada.

Se ha escogido diseñar un modelo de datos que permita almacenar toda esta información para, con un rápido procesado automático, se tenga un formato interoperable. Una vez se obtenga una interoperabilidad absoluta, se facilita sobremanera adaptarse a la especificación propuesta por INSPIRE y RT.

4 Adaptación a Inspire

4.1 Flujo de tráfico en la red de transportes de INSPIRE y la toma de datos de sensores

En la especificación de redes de transportes de la directiva INSPIRE relativa a las Redes de Transporte “D2.8.I.7 Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines”, se tiene en cuenta la recogida de datos de flujos de vehículos como se cita al principio del documento “La red de transporte debería apoyar la referencia de los flujos de transporte para habilitar servicios de navegación”. Aunque el objetivo perseguido es el de usar la red para la navegación. Esta especificación tiene cuenta entre los datos “no geográficos” el flujo del tráfico. En los casos de uso de aplicación de esta especificación se contempla el modelado de flujo, la planificación de capacidad, sistemas de información en vehículos, planificación de viajes, navegación, enrutado, control de tráfico o gestión de tráfico.

En el modelo de datos de INSPIRE se tiene en cuenta la dirección del flujo de tráfico dentro de la entidad ‘Transport Property’, en concreto en la entidad ‘Traffic flow Direction’.

Sin embargo se observa que no se considera en el modelo de datos de la Red de Transportes ningún campo en el que se almacena el valor de flujo en un arco o un carril. Se entiende esto porque se trata de dar un contexto geográfico estático, en el que se consideran las características físicas y geométricas de la red de transportes y de los elementos que la complementan (como las señales de tráfico o estaciones de servicio), pero no variables dinámicas en un marco temporal inmediato.

4.2 Armonización de datos de detectores de fuentes heterogéneas en una base de datos PostGIS.

Para recopilar los datos de las distintas fuentes se ha propuesto el siguiente modelo de datos, que se almacenará en una base de datos PostGIS, en el que habrá entidades principales, y entidades asociadas a éstas para completar la información. Mediante scripts PL/SQL se han transformado los datos de las distintas fuentes y se han añadido a la base de datos.

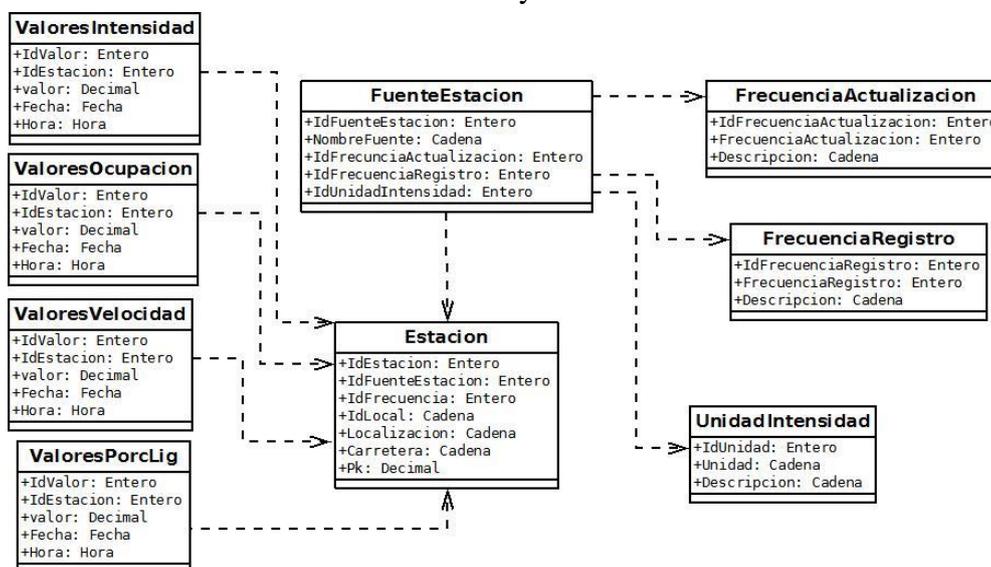


Figura 9: Modelo de datos para estaciones de toma de datos propuesto.

En el modelo de datos propuesto para los detectores se ha respetado la granularidad con la que se publican los datos originariamente, es por ello que se necesita información sobre la frecuencia con la que se registran los datos, para poder efectuar las transformaciones necesarias para la comparación de valores entre distintas fuentes, algo muy útil para los potenciales estudios y análisis.

A continuación se define con detalle las tablas que componen el modelo de datos propuesto: Estación: Define la estación de aforo o detector (según la terminología de cada proveedor) que recoge la información relativa al tráfico. Contiene el identificador único de ésta en la base de datos y campos descriptivos de la estación. Además se conserva el identificador local, para poder enlazarla con más agilidad en el caso en que sea necesario, y no se pierda el contacto con el dato primigenio.

Campo	Descripción
IdEstacion	Identificador único de la estación en la base de datos.
idFuenteEstacion	Identificador de la fuente de la que proviene la estación. FK de la tabla “FuenteEstacion”.

Localizacion	Descripción de la localización geográfica de la estación.
Carretera	Nombre de la carretera o calle en la que se encuentra la estación.
Pk	Punto kilométrico de la carretera en la que se encuentra la estación.
idLocal	Identificador de la estación en su fuente, sirve para cruzar la información de la base de datos con la información de la fuente.

Tabla 1: Tabla "Estación"

FuenteEstacion. Define el origen de la estación, como el organismo que la gestiona, y características de ésta, como la frecuencia con la que se actualizan las publicaciones y la frecuencia con la que se registran los datos.

Campo	Descripción
IdFuenteEstacion	Identificador único de la fuente en la base de datos.
NombreFuente	Nombre descriptivo de la fuente en la base de datos.
IdFrecuenciaActualizacion	Identificador de la frecuencia con la que se actualizan los datos publicados por la fuente.

Tabla 2: Tabla "FuenteEstacion"

FrecuenciaActualizacion - Frecuencia con la que se actualizan los datos en la fuente. Entre las fuentes consultadas hemos encontrado casos de actualizaciones cada 3 minutos, cada 5, diarias, trimestrales y anuales.

Campo	Descripción
IdFrecuenciaActualizacion	Identificador único del valor de la frecuencia de actualización en la base de datos.
FrecuenciaActualizacion	Frecuencia de Actualización de publicación de datos en segundos.
Descripcion	Texto descriptivo de la frecuencia de actualización.

Tabla 3: Tabla "FrecuenciaActualizacion"

FrecuenciaRegistro – Frecuencia con la que se corresponde el valor registrado. Suelen registrarse los valores en minutos, horas o días, según la magnitud o la granularidad que se puede recoger en dicha fuente.

Campo	Descripción
IdFrecuenciaRegistro	Identificador único de la frecuencia de actualización en la base de datos.
FrecuenciaRegistro	Tiempo transcurrido entre dos registros en segundos.
Descripcion	Texto descriptivo de la frecuencia de registro.

Tabla 4: Tabla "FrecuenciaRegistro"

UnidadIntensidad – Unidad de medida con la que se recoge la intensidad en la fuente. Suelen ser medidas como vehículos hora (veh/h), o vehículos contados en los últimos 5 minutos.

Campo	Descripción
IdUnidad	Identificador único de la unidad en la base de datos.
Unidad	Denominación de la Unidad.
Descripcion	Texto descriptivo de la unidad.

Tabla 5: Tabla "UnidadIntensidad"

ValoresIntensidad – Tabla que recoge los valores de intensidad medidos y publicados por las distintas estaciones de medida, con la fecha y hora de registro.

Campo	Descripción
IdValor	Identificador único del registro de valor de intensidad en la base de datos.
idEstacion	Identificador de la Estación desde la que se recoge el valor.
valor	Valor de intensidad recogido en el registro actual.
Sentido	Sentido con respecto a la dirección del arco en el que se recoge el dato.
Fecha	Fecha de la medición. DD/MM/AAAA.
Hora	Hora en la que se efectúa la medición. HH:MM

Tabla 6: Tabla "ValoresIntensidad"

ValoresVelocidad - Tabla que recoge los valores de velocidad medidos y publicados por las distintas estaciones de medida, con la fecha y hora de registro.

Campo	Descripción
IdValor	Identificador único del registro de valor de intensidad en la base de datos.
idEstacion	Identificador de la Estación desde la que se recoge el valor.
valor	Valor de intensidad recogido en el registro actual.
Sentido	Sentido con respecto a la dirección del arco en el que se recoge el dato.
Fecha	Fecha de la medición. DD/MM/AAAA.
Hora	Hora en la que se efectúa la medición. HH:MM

Tabla 7: Tabla "ValoresVelocidad"

ValoresOcupacion - Tabla que recoge los valores de ocupación medidos y publicados por las distintas estaciones de medida, con la fecha y hora de registro.

Campo	Descripción
IdValor	Identificador único del registro de valor de ocupación en la base de datos.
idEstacion	Identificador de la Estación desde la que se recoge el valor.
valor	Valor de intensidad recogido en el registro actual.
Sentido	Sentido con respecto a la dirección del arco en el que se recoge el dato.
Fecha	Fecha de la medición. DD/MM/AAAA.
Hora	Hora en la que se efectúa la medición. HH:MM

Tabla 8: Tabla "ValoresOcupacion"

ValoresPorcLig - Tabla que recoge los valores de porcentaje de ligeros con respecto al total de vehículos medidos y publicados por las distintas estaciones de medida, con la fecha y hora de registro.

Campo	Descripción
--------------	--------------------

IdValor	Identificador único del registro de valor de porcentaje de ligeros en la base de datos.
idEstacion	Identificador de la Estación desde la que se recoge el valor.
valor	Valor de intensidad recogido en el registro actual.
Sentido	Sentido con respecto a la dirección del arco en el que se recoge el dato.
Fecha	Fecha de la medición. DD/MM/AAAA.
Hora	Hora en la que se efectúa la medición. HH:MM

Tabla 9: Tabla "ValoresPorcLig"

4.3 Conexión con modelos de red OSM, INSPIRE y RT.

El objetivo de este documento es enlazar la información proveniente de los detectores de tráfico con los formatos estándares existentes o los que se van a instaurar en el futuro próximo en la Unión Europea.

Una vez armonizados los datos mediante el modelo de datos expuesto, simplemente se deberá establecer un punto de conexión con las redes en cuestión.

En el siguiente diagrama se expone el punto de conexión lógico con ambas redes. Se ha tenido en cuenta en el modelo de datos que los datos de los detectores se podrían enlazar con distintas redes, es por ello que se puede enlazar fácilmente con los distintos casos comentados. El modelo de datos de los detectores se comportaría como una caja negra y aportaría directamente los datos de flujo en el arco.

Se ha elegido la red OSM para representar la red de transportes porque desde la comisión europea se ha establecido esta red como base para sus proyectos hasta tener una red interoperable propia, algunos proyectos que la usan son paln4business y OTN, y puede permitir una transición suave al formato INSPIRE cuando las redes que se rijan bajo esa especificación empiecen a publicarse a lo largo de Europa oficialmente.

OSM es una red enrutable, interoperable a lo largo del territorio europeo, con un mínimo de precisión aceptable, y con un modelo de datos que permite los cálculos necesarios para el modelado de transportes sobre la red, además es fácilmente exportable, ya que está publicada en formato abierto. Jan Jezek et al. Proponen una adaptación del modelo de datos de OSM al de INSPIRE en el proyecto OTN, nos basaremos en éste para la red de transporte que se propone, pero adecuándolo a los datos proporcionados por las fuentes tratadas.

En concreto, se tendría una tabla de relación que establecería una conexión entre la estación y el arco de la red sobre el que hace mediciones, además se tendría un identificador de red para establecer relaciones con redes diferentes. En esa tabla de relación habría un registro con el identificador único del arco (osm_id, inspireid), el identificador de la estación y el carril que mide en el caso en que hubiera que diferenciarlo.

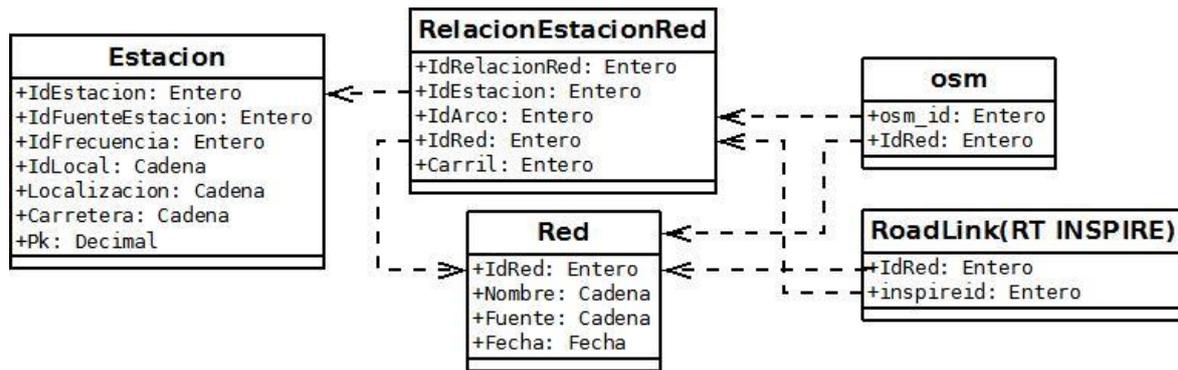


Figura 10: Modelo de datos de relación de las estaciones con la red de transportes

Este modelo es lo suficiente mente versátil y flexible para enlazar la información producida en las distintas fuentes con las redes estandarizadas propuestas.

4.4 Adecuación de datos a estándar DATEX II.

La última versión del estándar DATEX II v 3.2 propone un modelo de datos para recopilar y publicar los datos de tráfico (tráfico en tiempo real, incidencias, avisos...) en sitios webs oficiales.

Es un complicado modelo de datos, que actualmente se tiene en fase de adaptación a nuestro modelo de datos para hacerlo totalmente interoperable con éste.

Se establece como línea de ampliación de este estudio, debido a la proximidad de la entrada en vigor de la normativa europea de dicho estándar es de vital importancia.

5 Conclusiones

La armonización de datos de la Administración Pública es un aspecto necesario y fundamental para extraer el máximo potencial posible a los conjuntos de datos existentes. La interoperabilidad de datos y servicios mediante la estandarización de formatos, desde los niveles más básicos de la Administración hasta los más altos de la UE permiten un ahorro de recursos que tienen un fuerte impacto económico. Si esto se acompaña de licencias libres

y de accesibilidad para todos los ciudadanos favorece una sociedad más abierta y unas políticas compartidas con los ciudadanos.

Los conjuntos de datos armonizados facilitan enormemente la fase de recopilación de datos en los proyectos de ingeniería. Cuando no se tiene esa armonización, esta fase se convierte en una labor tediosa, costosa y en algunos casos, imposible. Esto afecta a la calidad final de los proyectos e investigaciones.

En el caso concreto de los conjuntos de datos de detectores de tráfico de las áreas urbanas de Sevilla y Málaga, el estado de armonización, estandarización y apertura de datos se encuentra en un estado muy primitivo, haciendo falta el esfuerzo de técnicos para poder sacar provecho a las fuentes existentes. Con la base de datos propuesta en este documento, se ha comprobado la facilidad con la que se pueden cruzar conjuntos de datos de distintos niveles de la administración, que aportan un enriquecimiento cuantitativo y cualitativo a los estudios relacionados con ellos. Si estos conjuntos de datos estuvieran disponibles para todos los usuarios potenciales, se tendría un banco de ensayos muy potente, es lo que se espera cuando se terminen de instaurar las políticas impulsadas por la Unión Europea en 2019.

Proyectos como OTN, o aquellos relacionados con la Smart City que se están impulsando por numerosas administraciones locales, demuestran el potencial social y económico de la estandarización de conjuntos de datos y servicios y de la accesibilidad a éstos.

Es por ello que la implementación de estándares como INSPIRE y DATEX II acompañados del impulso de políticas que incentiven la instauración de licencias abiertas para los datos públicos va a revertir de una manera muy positiva sobre la Unión Europea.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido gracias a la financiación del proyecto con título “Técnicas avanzadas de modelado de la demanda de viajes aplicación a nivel estratégico y operacional en España” (TRA2012-36930), enmarcado en el Plan Estatal de Investigación científica y técnica de Innovación 2013-2016, del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

Referencias

European Commission Joint Research Centre, 2014-04-17. D2.8.I.7 Data Specification on Transport Networks – Technical Guidelines

INSPIRE Cross Thematic Working Group on Observations & Measurements, 2013-02-22.
D2.9 Draft Guidelines for the use of Observations & Measurements and Sensor Web Enablement-related standards in INSPIRE Annex II and III data specification development

IGN - Grupo de trabajo de Redes e Infraestructuras del Transporte, 2015-06-01.
Especificaciones del producto Redes e Infraestructuras del Transporte

European Commission, 2010. European Interoperability Framework (EIF) for European public services.

European Parliament, 2007. DIRECTIVE 2007/2/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). Disponible en: <http://eurlex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:108:SOM:EN:HTML>

REGLAMENTO DELEGADO (UE) 2015/962 DE LA COMISIÓN de 18 de diciembre de 2014 por el que se complementa la Directiva 2010/40/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere al suministro de servicios de información de tráfico en tiempo real en toda la Unión Europea. Diario Oficial de la Unión Europea.

Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local. Disposiciones Generales. Jefatura del Estado. Ref: BOE-A-1985-5392.

Ježek J., Jedlička K., Martološ J. (2015). Visual Analytics of Traffic-Related Open Data and VGI. *ICIST 2015*.

Jedlička K., Ježek J., Mildorf T. D4.4 Data Harmonisation and Integration, OpenTransportNet – Spatially Referenced Data Hubs for Innovation in the Transport Section. Version 1.0 – 02/02/2015.

Áreas Urbanas +50 (2012), Información Estadística de las grandes Áreas Urbanas españolas 2012. Gobierno de España. Ministerio de Fomento.

Mapas de Tráfico (2014), Ministerio de Fomento, Gobierno de España. Año de publicación: 2015.

Mapa del Tráfico (2016), Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior, Gobierno de España. <http://www.dgt.es/es/el-trafico/>

Aforos (2014). Consejería de Fomento y Vivienda, Junta de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/fomentoyvivienda/portal-web/web/areas/carreteras/aforos>

Intensidades Medias Diarias de Vehículos (2015). Centro de Gestión de Movilidad, Delegación de Seguridad, Movilidad y Fiestas Mayores, Ayuntamiento de Sevilla. <http://trafico.sevilla.org/imd.html>

Estado del Tráfico. Portal de Datos Abiertos. Ayuntamiento de Sevilla.
<http://datosabiertos.sevilla.org/dataset/?id=estado-del-traffic>

Intensidades de tráfico (2015). Área de Gobierno de Accesibilidad y Movilidad, Área de Movilidad. Ayuntamiento de Málaga.
http://movilidad.malaga.eu/portal/menu/seccion_0008/secciones/subSeccion_0002