

# El subsuelo de las ciudades y áreas urbanas europeas: una propuesta general de estudio para su consideración en los documentos de planeamiento

Rubén C. LOIS GONZÁLEZ (1) & Miguel PAZOS OTÓN (1)  
& Ignace VAN CAMPENHOUT (2)

(1) Universidade de Santiago de Compostela & (2) Ayuntamiento de Rotterdam.

**RESUMEN:** La necesidad de incorporar el subsuelo a los estudios y la planificación urbana resulta un hecho incuestionable. En los últimos años han proliferado las investigaciones y proyectos que han tratado de abordar este tema, hasta la elaboración de la acción COST TU1206 Sub\_urban, que se ha fijado como objetivo introducir a los espacios suburbanos en la gestión cotidiana de las ciudades europeas. Para que este fin se cumpla es necesario reforzar la colaboración entre institutos geológicos y universidades, de una parte, y planificadores y decisores urbanos, de otra. Por supuesto, formular una agenda teórica completa que permita aprovechar los avances en modelos y cartografía del subsuelo en las oficinas municipales de urbanismo y desde los actores privados de la urbanización.

El esquema teórico de análisis insiste en considerar el subsuelo como una realidad con atributos específicos por sí misma, como las corrientes de agua, la composición original del roquedo y su grado de artificialización, o los procesos químicos de alteración que ha conllevado una acción humana intensa sobre el territorio. Pero al mismo tiempo, el espacio subterráneo es objeto de los impactos que genera el crecimiento de la ciudad, expresado en la construcción de infraestructuras o la ocupación directa de lugares próximos a la superficie para vivienda, aparcamiento o comercio. En otro orden de cosas, también se acusa la presencia de abundantes restos arqueológicos o simplemente residuos a distinta profundidad. Todos estos aspectos son estudiados en la presente contribución, elaborada desde una doble perspectiva geológica y geográfica, tan necesitadas de diálogo sobre estos temas.

**DESCRITORES:** Subsuelo. Planeamiento urbano. Europa. Ciudades. Áreas urbanas.

Recibido: 17.11.2014; Revisado: 03.09.2015.  
Correo electrónico: rubencamilo.lois@usc.es;  
miguel.pazos.oton@usc.es  
Artículo elaborado en el marco de la Acción COST Sub-Urban (TU1206), una red europea centrada en mejorar el

conocimiento y el uso del subsuelo de las ciudades ([www.sub-urban.eu](http://www.sub-urban.eu)).

Los comentarios constructivos de los dos revisores anónimos son altamente apreciados.

## 1. Introducción

El subsuelo es un elemento importante del entorno físico de las ciudades. Vivimos en la parte superior del mismo: las edificaciones tienen que acomodarse a la estructura y las propiedades del subsuelo, y ocasionalmente, enfrentarse con los peligros que presenta. Las ciudades no sólo se expanden hacia afuera y hacia arriba, sino también hacia abajo. De manera creciente, el subsuelo se utiliza para atenuar la eternamente abarrotada y congestionada superficie urbana, especialmente para redes (metros, túneles, cables, aguas residuales, alcantarillados), almacenamiento (sótanos, bodegas, estacionamientos, energía térmica), e instalaciones de refugio y protección (bóvedas bancarias, búnkers nucleares, pasadizos subterráneos en ciudades con climas duros). A mayor uso del subsuelo, más espacio en la superficie se libera para la función que no puede prescindir de la luz natural y el aire fresco: la vida.

De igual modo que las rocas en general son un registro de las condiciones y eventos en el pasado geológico, el subsuelo urbano puede ser interpretado como un registro físico de la historia de las ciudades. El patrimonio cultural enterrado necesita nuestra protección, ya sea mediante la prevención de su degradación in situ o de una cuidadosa excavación antes de que tenga lugar la construcción. Este patrimonio y todo el subsuelo, también resisten a los legados industriales, como pueden ser los suelos contaminados o los pozos de minas inestables.

Por lo tanto, parece evidente la importancia de conocer el terreno existente debajo de las ciudades, aunque el subsuelo urbano está todavía en gran medida «fuera de la vista, fuera de la mente». No representa una preocupación diaria para los planificadores y administradores de la ciudad, y cuando lo es, suele ser por causa de problemas. Así, la acción COST TU1206 Suburban se ha propuesto explorar, promover y mejorar el uso del subsuelo urbano. Su objetivo es ayudar a identificar opciones para que las ciudades crezcan y se desarrollen de manera más sostenible. A estos efectos, el presente trabajo ofrece un marco teórico que describe las interacciones entre los dominios urbanos y el subsuelo en términos genéricos, con especial referencia a la adquisición de datos, su interpretación en modelos útiles y a la transferibilidad de los mismos en documentos de planificación.

## 2. Los objetivos y el estado general de la propuesta Suburban de investigación del subsuelo de las ciudades en Europa

Uno de los procesos más llamativos que se han sucedido en los últimos tiempos es el intenso crecimiento de las ciudades y los espacios urbanos que se extiende por todo el planeta (UNHábitat, 2012). Este crecimiento consume espacios, recursos naturales, agua e ingentes cantidades de energía. En consecuencia, el concepto de urbanización se ha vinculado al de sostenibilidad, ya que las megaciudades y las extensas regiones metropolitanas distribuidas por los distintos continentes plantean retos ambientales de primera magnitud (contaminación, gestión de los residuos, congestión del tráfico, alteración de las condiciones atmosféricas, cambios en la diversidad ecológica y geomorfológica, etc.), que el planeamiento urbano debe atender (PACIONE, 2001; LOIS & *al.*, 2012). Sin duda, los planes y estrategias que se aprueben deberán tomar también en consideración el nuevo término de resiliencia, o capacidad de una ciudad de hacer frente a un shock externo, un impacto generalmente de carácter natural o ambiental (PELLING, 2003; TOWNSHEND & *al.*, 2014; DAVIES, 2015). Las ciudades y áreas metropolitanas tienen que resistir a los efectos de inundaciones y riadas, adaptarse a los nuevos condicionantes que el cambio climático trae consigo y mantener bajo control un ecosistema enormemente complejo, que genera amenazas y riesgos constantes. Por todas estas razones, la teoría y las disciplinas que se ocupan de la ciudad, y el planeamiento urbanístico deben recuperar una dimensión física, ecológica y territorial estricta en los nuevos modelos y documentos que formulen en el futuro.

A este respecto, avanzar en el conocimiento de todas las dimensiones que adopta la ciudad y los espacios urbanos se convierte en prioritario. Así, aunque la urbe se ha caracterizado, diseñado y analizado casi siempre pensando en la parte visible de la misma, el estudio sistemático de los espacios subterráneos de la misma cobra un creciente interés (TEIXEIRA, 2011; ZOIDO & *al.*, 2013). Un interés reforzado tanto por la dimensión ambiental de lo urbano a la que hemos aludido, como por las posibilidades que ofrece la nueva cartografía y modelos de análisis para conocer con precisión *qué está debajo de la ciudad* y qué importancia tiene para el desarrollo general del organismo urbano/metropolitano. Además, esta aproximación pionera es lógico que se

haya formulado en Europa por varias razones:

- a) La existencia de institutos y servicios geológicos nacionales de enorme tradición y experiencia.
- b) El diálogo disciplinar que ya se había iniciado hace tiempo entre geólogos, urbanistas, arquitectos, geógrafos e ingenieros, entre otros.
- c) La constatación de que algunas grandes ciudades del continente (Glasgow, Hamburgo, Rotterdam, Oslo, Odense, etc.), habían integrado datos e informaciones amplias de su subsuelo tanto en los documentos de planeamiento como en las tareas cotidianas de la gestión urbanística.
- d) La posibilidad establecida por las instituciones europeas de financiar redes de expertos de muy diversos países para abordar un tema novedoso de investigación colaborativa.

De hecho, el trabajo conjunto de profesionales de toda Europa formulado en la acción COST TU1206 pretende mejorar la interpretación integral del subsuelo urbano, con el fin de mejorar su gestión e incorporarla a los documentos oficiales de planeamiento a nivel de metrópoli, ciudad o barrio. Así, se trata de establecer un puente entre la reflexión teórica, sustentada en los progresos que se han registrado en la investigación geológica y cartográfica del subsuelo, y el planeamiento urbano, materializado por los técnicos y las administraciones públicas (COST TU1206, 2012). La misión consiste en transferir conocimiento a la planificación y gestión urbanísticas, siempre con el objetivo de la mejora en la calidad de vida de los habitantes de las ciudades.

En este sentido, históricamente la investigación geológica y la información proporcionada por la misma fue usada en ingeniería, planificación y en proyectos de desarrollo. La misma aparecía concentrada casi siempre en mapas e informes. Sin duda, los institutos y servicios geológicos nacionales de toda Europa han elaborado un conjunto muy amplio de información y cartografía, disponible para su uso público. En épocas recientes, ha alcanzado gran trascendencia el tránsito desde las representaciones de dos dimensiones (2D) a las tridimensionales (3D). Este proceso continuo de actualización se ha materializado en la preparación de modelos digitales cargados de información y elaborados a muy diferentes escalas. En concreto, hoy en día se pueden visualizar datos en 2D (SIG), 3D (determinísticos, con atributos, modelos geológicos marco y estocásticos, modelos voxelados limpios) y 4D (series de modelos

temporales predictivos, por ejemplo, de evolución de una crecida de agua), con un conjunto de representaciones cada vez más numeroso (COST TU1206, 2012).

No obstante, sólo un número reducido de grandes metrópolis europeas utilizan sistemáticamente esta información como guía cotidiana de la gestión urbanística (destacan Hamburgo, Oslo, Rotterdam o San Petesburgo), y en la mayoría de los casos este conocimiento se encuentra infrautilizado. Por lo tanto, el uso de estas buenas prácticas como ejemplo, y la ampliación del grupo de ciudades que generalicen el empleo de informaciones y cartografía sobre el subsuelo urbano debe ser un objetivo a conseguir. También la integración de sistemas de información del subsuelo empleados en distintos lugares de Europa, para una mejora conjunta de determinados temas y problemas. De hecho, estas ideas de modelización e integración trataron de desarrollarse hace algunos años en el Proyecto LIFE06 *Integrating Geological Information City Management to Prevent Environmental Risks* (GEOINFORM, 2008).

En consecuencia, las razones de la acción COST TU1206 de estudio del subsuelo de las áreas urbanas europeas deriva de la constatación de que las ciudades realizan un uso muy intensivo del mismo para infraestructuras: transporte subterráneo, túneles, saneamiento y otros servicios, parkings y almacenes, además de la explotación de los recursos hídricos y energéticos existentes. Todas estas actividades generan importantes efectos medioambientales y un insuficiente control de las particularidades geológicas locales puede acarrear muchos problemas, como la contaminación de las aguas subterráneas (GEOINFORM, 2008). Tan solo en períodos relativamente recientes, los gobiernos han tomado conciencia de la implementación coordinada de medidas, para evitar los impactos señalados. Así, en el Reino Unido el *Urban Futures research project* (<http://www.urbanfutures.org>), ha desarrollado un instrumento de socorro urbano para analizar el nivel de resiliencia de las ciudades y aportar soluciones sostenibles a las mismas (COST TU1206, 2012). Asimismo, la Directiva INSPIRE (COMISIÓN EUROPEA, 2007) trata de construir información espacial ambiental, incluyendo los datos del subsuelo, con criterios homogéneos entre las organizaciones del sector público y con acceso abierto a la ciudadanía. A pesar de estos esfuerzos, todavía la carencia de datos precisos sobre el subsuelo urbano se presenta como un importante problema en numerosas

ciudades y áreas metropolitanas. Por todo esto, es fundamental conseguir su disponibilidad y uso para distintos fines, ya que se conseguirán tanto beneficios sociales y económicos de diversa índole como unos criterios de evaluación apropiados para la gobernanza y la planificación urbanas. Además, los conflictos de uso del subsuelo podrán ser regulados y resueltos mediante instrumentos específicos de salvaguardia, que amplíen la concepción actual del complejo ecosistema de las ciudades, todavía muy centrado en sus espacios superficiales, *visibles*.

El principal objetivo de la Acción TU1206 es animar la interacción y el establecimiento de redes entre expertos en el conocimiento y la dinámica del subsuelo urbano y los gestores, gobernantes y, de manera espacial, los planificadores (tanto públicos como consultores privados) de las ciudades y las metrópolis (COST TU1206, 2012). Por supuesto, conseguir que estas relaciones se traduzcan en el establecimiento de una coordinación permanente y efectiva entre los investigadores en la modelización y las nuevas posibilidades de la cartografía del subsuelo urbano y las instituciones públicas centradas en el planeamiento. Una relación basada en procesos rápidos de transferencia de nuevos modelos y sistemas de representación, simulación y gestión de las distintas capas del espacio urbano subterráneo (COST TU1206, 2011).

Junto a este objetivo general, se fijan cuatro objetivos concretos, que pasamos a enumerar:

1. Favorecer la coordinación multidisciplinar entre los organismos e instituciones interesadas por el conocimiento del subsuelo urbano, y entre ellos y las administraciones públicas.
2. Difundir a lo largo de Europa, y otros territorios, técnicas, metodologías e investigaciones sobre el espacio subterráneo para generar un debate público abierto a la ciudadanía.
3. Informar y reforzar la posición de los planificadores y gestores urbanos en relación con el subsuelo, aportándoles nuevos instrumentos y herramientas metodológicas en su trabajo.
4. Construir información complementaria sobre el subsuelo de las ciudades, compatible con otros modelos 3D, que se están empezando a difundir ampliamente en nuestro entorno, de cara a mejorar la calidad de la gestión urbanística en sus variables económicas, ambientales y sociales (COST TU1206, 2012).

En la FIG. 1 se sintetiza el procedimiento a desarrollar en la propuesta de estudio del subsuelo urbano planteada. Por una parte, se señala el estado científico de la cuestión, el conocimiento multidisciplinar existente. Aquí, se parte de los avances registrados en la disponibilidad

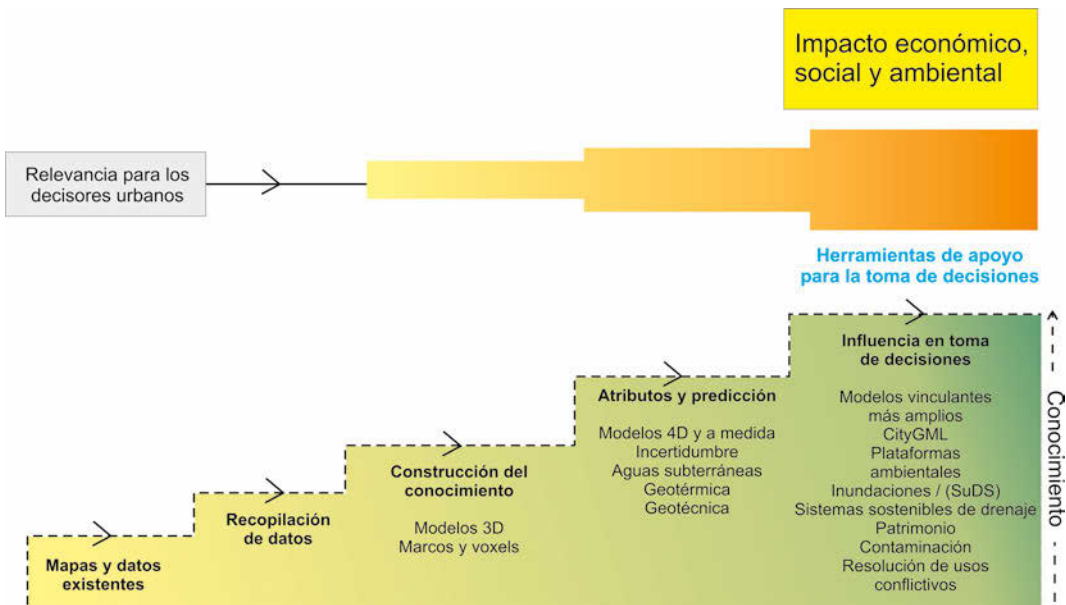


FIG. 1/ Estado actual del conocimiento de los espacios urbanos subterráneos. Necesidades y objetivos detectados

Fuente: elaboración propia.

de mapas y datos sobre este espacio, y la necesidad de capturar, de ordenar dichas informaciones. Se aporta una referencia más a las posibilidades de progreso de este conocimiento, mediante los modelos 3D, 4D y las representaciones voxeladas. En la última columna, se explicita la necesidad de que estos avances en la ordenación de datos y modelización del subsuelo se transfieran al proceso de toma de decisiones, con referencias concretas a la creación de instrumentos de gestión en 3D integrados, el manejo de plataformas ambientales, de las inundaciones y de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SuDS), de la contaminación, el patrimonio, así como la resolución de conflictos de usos. Todo este planteamiento debe considerar también las directivas que la UE ha aprobado para la gestión ambiental de áreas urbanizadas y espacialmente complejas. Se trata, en suma, de crear saber para influir en las políticas implementadas por los decisores urbanos. Finalmente, estimar el impacto económico y medioambiental positivo que esta transferencia de información puede generar en ciudades y grandes áreas metropolitanas.

### 3. La aproximación teórica al estudio del subsuelo urbano

La evidencia de que los progresos en el conocimiento del espacio subterráneo de las ciudades deben ser transferidos a la planificación presente y futura, no es suficiente para completar el prometido estudio del subsuelo urbano: se necesita también un esquema teórico, que ordene las cuestiones relevantes a abordar en la investigación. Así, desde 2013 y hasta la actualidad, la acción COST TU1206 se ha formulado este objetivo, partiendo primero de una serie de hipótesis y estudios previos, para a continuación formular una propuesta temática bastante completa (COST TU1206, 201215).

En una primera aproximación al objeto de debate, en 2013 el TNO (el instituto geológico holandés) trató de diferenciar buenas y malas prácticas de gestión urbana en el subsuelo de las ciudades europeas. Con este modo de proceder, estableció hasta cuatro grandes cuestiones teóricas que abordar en esta aproximación teórica: geografía, recursos temáticos, administración de datos y modelización. Por *geografía* se entiende la pregunta de qué áreas son relevantes para el estudio ¿Se deben analizar sólo los ejemplos de municipios que engloban a ciudades centrales o áreas metropolitanas más extensas, que incluyan todo el amplio espacio urbano periférico que se ha formado recientemente? En relación con

esta pregunta, se establece otra: ¿A qué escala superficial de análisis y con qué nivel de concreción? De manera complementaria, se formuló un debate sobre qué ciudades debían ser analizadas. ¿Sólo los ejemplos de buenas prácticas del norte europeo, todo el continente o incluso regiones metropolitanas donde la gestión urbana presenta gran complejidad, como las chinas donde colegas del BGS (British Geological Survey) están trabajando desde hace años? En la aproximación a los denominados *recursos temáticos* se establecieron hasta seis apartados de interés:

- a) Actividad económica y transporte de masas, donde las diferencias entre geología urbana y rural se hacen más evidentes.
- b) Gestión de los recursos hídricos, incluyendo la previsión de crecidas e inundaciones.
- c) Cambio climático, considerando las modificaciones en el nivel del mar y los riesgos asociados a la mayor variabilidad de tipos de tiempo.
- d) Contaminación del suelo, distinguiendo efectos diferentes según el nivel de profundidad al que nos refiramos.
- e) Cableado subterráneo.
- f) Arqueología. En esta enumeración se dejaba abierta la posible incorporación de otros temas como la presencia de fallas o terrenos volcánicos, y sus problemáticas específicas (COST TU1206, 2013).

Por *administración de datos* se entiende la necesidad que cualquier planteamiento teórico tenía de establecer una serie de indicadores mínimos, necesarios, para emprender un estudio del subsuelo urbano. Con este objetivo, se hace preciso realizar un acercamiento tanto al estado de la cuestión sobre el tema en los distintos países de Europa como a los organismos que producen información general sobre el espacio subterráneo o sobre una ciudad específica. En cuarto lugar, una propuesta de *modelización* homogénea debe ser el resultado final de esta elaboración teórica a escala europea. De acuerdo con los avances registrados en la cartografía del subsuelo, la misma se deberá materializar en formato 3D, valorando el grado de predisposición de los decisores urbanos a adoptarla. A este respecto, también se considera que la propuesta teórica debe incluir qué medios de difusión y formatos utilizar para transferir sus resultados; qué actores serán los elegidos para la transferencia, tanto entre los que gobiernan como entre los que planifican la ciudad. Finalmente, qué tipo adecuado de lenguaje es necesario emplear para que las propuestas sean adoptadas (COST TU1206, 2013).



Unos meses más tarde de esta primera aproximación al tema, la propuesta recogía una serie de trabajos previos realizados sobre el subsuelo urbano. De forma especial, se hacía referencia a uno firmado por EVANS & *al.* (2000), que consideraba nueve posibles demandas conflictivas referidas al uso del suelo de las ciudades y que las ordenaba gráficamente, según su localización en sectores visibles o subterráneos de la ciudad (FIG. 2). Entre las mismas, la construcción y el trabajo se localizan de modo mayoritario en el espacio urbano superficial, el uso público y la industria comparten espacios en la superficie y el subsuelo, mientras que en el transporte, las infraestructuras, los aspectos geotérmicos, el almacenamiento de gas y CO<sub>2</sub>, y de desperdicios radioactivos, el urbanismo subterráneo juega un papel fundamental. Lo interesante de esta aportación consiste en ordenar, de forma original, un conjunto de procesos y actividades frecuentes a partir de una lógica superficie/subsuelo en un contexto de urbanización generalizada.

A partir de estas dos primeras aproximaciones, durante los años 2014 y 2015 se ha establecido una agenda completa de cuestiones teóricas a contemplar en el análisis del subsuelo de las ciudades europeas (COST TU1206, 201415). Entre los temas considerados se encuentran:

- La definición de denominadores comunes y diferencias interurbanas en relación al tema abordado.
- Los criterios de selección de ciudades modelo a analizar.



FIG. 2/ Demandas conflictivas en el uso del suelo urbanizado

Fuente: EVANS & *al.*, 2000.

- Los grandes temas a incluir en las aproximaciones al espacio subterráneo.
- Las informaciones de posición.

En cuanto a los **denominadores comunes/ diferencias entre ciudades**, se parte del criterio de que en todas aquellas donde se pretenda caracterizar el estado del subsuelo y emplear esta caracterización para el planeamiento habrá que poseer informaciones precisas sobre los siguientes aspectos: dinámica económica y demográfica, procesos de regeneración, indicadores de sostenibilidad y subsistencia, calidad de vida, gobernanza, movilidad, estado de las infraestructuras, seguridad y estabilidad de los recursos hídricos, entre otros. También se hace preciso disponer de una información sistematizada sobre el estado del planeamiento urbanístico: estructura del territorio y estrategias de futuro, relaciones entre la ciudad central y sus alrededores, nivel de participación ciudadana en el urbanismo, marco legal e historia de la planificación de cada ciudad. A partir de los documentos de planeamiento consultados, se debe realizar un detallado informe sobre aspectos como: todo tipo de datos medioambientales disponibles, el grado de artificialización del suelo, de construcción subterránea, las normas y los recursos del patrimonio arqueológico, e indicadores de geodiversidad. Esto teniendo en cuenta cómo actúa el planeamiento urbano en diferentes contextos nacionales y en función del tamaño de la urbe. Como se indicó al comienzo, toda la amplia información temática requerida debe permitir tanto la elaboración de fichas bien documentadas de cada ciudad como sobre todo mapas y sistemas de representación y seguimiento en 2D, 3D y 4D, consultables en tiempo real.

En cuanto a la **elección de ciudades significativas para aplicar el modelo de análisis diseñado**, y desde el punto teórico, se establecieron una serie de variables consideradas relevantes. Su situación en la costa o en el interior, si se emplazan sobre roquedo o sedimentos, poseen un clima moderado o con características extremas, y valorando su grado de vulnerabilidad a diferentes tipos de riesgos. Desde un punto de vista humano, se ha determinado como fundamental distinguir entre grandes ciudades (o metrópolis) y urbes medias, ordenarlas según el tipo de planeamiento que han seguido, su herencia industrial, minera y patrimonial, sus condiciones de crecimiento, la densidad de población, edificios o vehículos total y en sus diferentes barrios, la congestión o fluidez de su tráfico rodado, el nivel de construcción en el subsuelo, y el sistema de gestión del agua y de los residuos. Por último, siempre

se ha manejado el criterio de distinguir la situación entre las ciudades del norte, el sur y el este de Europa, ya que en todas estas variables existen significativas diferencias regionales. En este sentido, se aprecian contrastes territoriales en función del modelo de planeamiento urbano seguido, el cual se cataloga como:

- Permisivo, un desarrollo urbano predominantemente controlado por lobbies privados (más característico del sur del continente).
- Equilibrado, definido por la colaboración público/privada, con un control público de la gestión (usual en el norte y oeste de Europa).
- Fuerte, muy controlado por las agencias gubernamentales (que fue característico de las ciudades del este durante muchos decenios, también expresivo de las políticas de marcado sesgo social de urbes industriales del Reino Unido, Alemania o los países nórdicos en períodos más limitados de tiempo).

La tercera gran pregunta a realizar, qué temas principales o afirmaciones se deben incluir en el acercamiento al espacio subterráneo, el primero de ellos parte de la consideración inequívoca de que las ciudades son microcosmos (HUGGENBERGER & EPTING, 2011; FORMAN, 2014). Las mismas reflejan combinaciones únicas de muchos elementos complejos en un ecosistema regido por infinidad de variables. Este carácter excepcional que se afirma implica profundizar en el estudio de las interacciones entre variables físicas o materiales y humanas o socioeconómicas en cada una de ellas. En segunda instancia, que el planeamiento debe incluir explícitamente las relaciones entre la dinámica superficial y subterránea, conectar la información disponible entre ambas realidades. De hecho, un incremento del espacio construido, de las densidades y de la intensidad del tráfico rodado incide en la evolución seguida en el subsuelo, también definida por múltiples variables. Un aumento del nivel de contaminación de los suelos, una crecida del nivel de las aguas o la inestabilidad del terreno impone limitaciones a la gestión integral de las ciudades, y en particular de sus áreas *visibles*. Y así se podría continuar con distintos ejemplos de relación directa sectores de la superficie y del subsuelo

Por último, bajo el rótulo informaciones de posición se incluyen recomendaciones generales para realizar los estudios. La primera, qué escalas son pertinentes para trabajar: en superficie desde las más precisas del proyecto urbano (1:500) hasta las más amplias del área metropolitana (1:50.000 o 1:100.000) pasando por

las adecuadas para la ciudad (1:10.000 o 1:5.000). Por supuesto, qué correlación debe existir entre estas escalas y las utilizadas para los espacios subterráneos. La segunda, se refiere a la importancia del país donde se sitúe el ejemplo estudiado para explicar sus principales rasgos o el tamaño urbano, para establecer clasificaciones de ciudades por rango. En tercer lugar, es importante conocer la disponibilidad y la opción a volver emplear datos e informaciones obtenidos de diversas instituciones y organismos. Esta cuestión abre otra dependiente, ¿Cuánto se puede llegar a gastar o a ahorrar en el manejo de indicadores relevantes del subsuelo en diferentes ciudades y países? En otro orden de cosas ¿Hasta qué profundidad se dispone de datos significativos? La cuarta recomendación aparece referida a la posibilidad de producir series amplias de información y construir, por lo tanto, bases de datos completas. Cómo vincular estas bases entre los institutos geológicos, las universidades y centros de investigación centradas en elaborar los modelos de análisis y las dependencias municipales especializadas en la gestión del urbanismo. La quinta consiste en la monitorización y enriquecimiento continuo de la información, que se completa con la posibilidad de responder a cuestiones planteadas (por los decisores locales a los centros de investigación o institutos geológicos, y viceversa). También, al análisis de la evolución temporal de la información disponible. Por último, y volviendo a un argumento inicial de este artículo, se trata de que el trabajo realizado pueda expresarse de forma cartográfica (por supuesto, gráfica y estadística), recurriendo a los más modernos sistemas de elaboración de mapas en varias dimensiones.

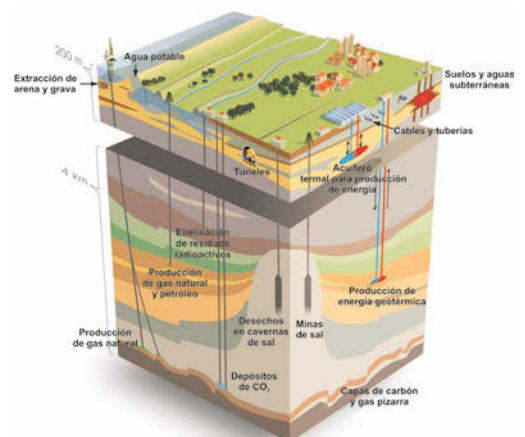


Fig. 3/ **Modelo teórico de la organización del espacio subterráneo en contextos de urbanización**

Fuente: elaboración propia.

Toda esta compleja propuesta formulada por el TNO (el servicio geológico holandés) fue contrastada por las aportaciones de los participantes en la acción COST TU1206 de formación urbanística, liderados por los geógrafos de la Universidad de Santiago de Compostela. Como se comprueba, el trabajo se ha construido sobre una lógica dialéctica de cooperación multidisciplinar donde geólogos o ingenieros aportan propuestas más técnicas sobre el estudio del subsuelo urbano y se contrastan con las lecturas realizadas desde especialistas del hecho urbano, geógrafos y arquitectos principalmente, para precisar el modelo teórico final de interpretación del espacio subterráneo de las ciudades y áreas metropolitanas.

Desde este segundo enfoque, y a lo largo de 2014, se enunciaron hasta diez variables a considerar en el análisis:

1. Beneficios sociales.
2. Tipología de ciudades y áreas urbanas.
3. El estatus legal del suelo y de los terrenos.
4. Tráfico y urbanización (subterránea).
5. Normativa de aguas.
6. Procesos históricos y patrimonio heredado.
7. Factores económicos.
8. Densidades.
9. Logística de la ciudad.
10. Modelo urbano sostenible. De la misma forma que en el caso anterior, se pasa a enumerar los contenidos de cada uno de estos epígrafes.

Por lo que concierne a **los beneficios sociales** resulta evidente que la propuesta de acción COST TU1206 se dirige hacia espacios muy complejos y con altas densidades de población, con estructuras socioeconómicas consolidadas a lo largo de la historia, y donde cualquier mejora en la calidad del planeamiento urbanístico repercutirá en las condiciones de vida de la población. Se estima que este avance se debería obtener a partir del empleo de modelos eficientes de gestión del subsuelo en diversos documentos de planeamiento, desde los planes especiales o parciales de barrio hasta la planificación estratégica, pasando sin duda por los contenidos obligatorios de los planes generales de ordenación o de planes territoriales parciales elaborados a escala metropolitana. De hecho, la mejora en la calidad de vida de las poblaciones se obtendrá de dos maneras distintas: los progresos en la detección de problemas y riesgos generados en el espacio subterráneo, de cara a su corrección, y el avance en la transferencia de novedades en el estudio del subsuelo y su consecuente aplicación en el planeamiento urbanístico que deba ser aprobado.

En cuanto a **la tipología de ciudades y áreas urbanas** sólo se trata de completar las aportaciones realizadas previamente. Se coincide en la necesidad de clasificarlas, ya que los diferentes ejemplos revelan distintas dinámicas de organización del espacio subterráneo. Así, se pueden establecer tres grandes grupos de urbes: las principales metrópolis europeas y capitales (Londres, París, Estambul, Moscú, Madrid, etc.), donde elaborar un modelo integrado del subsuelo todavía parece una tarea muy complicada; las grandes ciudades, en las que existen muy buenos ejemplos de gestión de las áreas subterráneas integradas en la planificación (serían los casos de Oslo, Rotterdam, Glasgow, Hamburgo, etc.), en niveles de población que varían entre los 500.000 y el millón de habitantes en la ciudad central; ciudades medias de 100.000 a 500.000 habitantes, en las que se busca difundir y adaptar los ejemplos de planeamiento complejo en los próximos años (Nantes, A Coruña, Ljubljana o casos más avanzados en la gestión del espacio *no visible* como Odense y Tampere). De nuevo, se insiste en diferenciar los núcleos costeros, interiores y atravesados por algún río. Además, se estima fundamental introducir como criterio de diferenciación la evolución histórica; si se posee casco antiguo o no, si se mantiene un centro urbano definido entre los decenios finales del siglo XIX y los iniciales del XX, si la urbe en cuestión ha registrado un fuerte crecimiento desde 1945.

El debate en relación con el ámbito de estudio también se valora como fundamental, con la distinción básica entre la consideración de la ciudad central y/o del área o la región metropolitana. En este debate, siempre se debe contemplar la diferente intensidad de la urbanización entre sectores compactos de la ciudad y los variables niveles de ocupación, y morfología, que pueden presentar sus periferias. Dentro de las mismas, y siguiendo numerosos estudios clásicos en geografía, se recomienda diferenciar entre coronas periurbanas (primer, segundo o tercer contorno). Por último, se reitera la idea de que según el área urbana que se analice se deberá emplear una cartografía a escala diferente (el citado juego entre 1:500 y 1:50.000).

Cambiando de tema, **el estatus legal del suelo y de los terrenos** se refiere a las variaciones que la legislación introduce en el carácter del espacio subterráneo, con base en su localización. A este respecto, es posible distinguir tres aspectos. El primero, el carácter legal del subsuelo depende de su profundidad, pues por lo general las ciudades disponen de áreas de



titularidad privada, pública o comunal. De este modo, y con variaciones según los países, los sectores más próximos a la superficie pueden presentar una titularidad particular, en tanto que conforme se va hacia lugares más profundos el dominio público se afianza. En segundo término, la tradición de planeamiento urbanístico condiciona el tipo de propiedad existente. Así se constata que en los países del norte de Europa existe un mayor arraigo de las prácticas que reafirman el predominio del interés público frente a los intereses privados, mientras que en el sur la historia muestra abundantes conflictos entre los derechos públicos y privados de tenencia. Una tercera cuestión a valorar se relaciona con las disciplinas que se ocupan de investigar y caracterizar las distintas áreas del subsuelo. De hecho, la superficie y los primeros metros del espacio subterráneo son el escenario de la rivalidad propiedad privada/razón pública, y los sectores que interesan a los planificadores de la ciudad, urbanistas y geógrafos. En áreas más profundas, las correspondientes a los Sistemas Generales (cableado, consolidación de terrenos, reservorios de agua, etc.) (Zoido et al., 2013), se encuentran todavía aspectos de interés para la ingeniería, los planificadores y, por supuesto, los edafólogos. Un paso más en la profundidad del suelo puede no ser considerado (y debe serlo) en el planeamiento, y constituye el ámbito de trabajo de los geólogos. A partir de estos tres espacios, es posible definir otras tantas lógicas de conocimiento y gestión del subsuelo urbano.

Si nos centramos en **el tráfico y la urbanización (subterránea)**, se debe comenzar recordando que los espacios urbanos se caracterizan por la congestión y por muy elevadas densidades. Por lo tanto, las redes de transportes y comunicaciones son fundamentales para que las ciudades funcionen (y se prevenga su colapso). Frecuentemente, el área central de la ciudad debe absorber la demanda de movilidad generada tanto en el interior como en sus entornos, de forma mayoritaria dominada por una utilización excesiva del coche privado, que además de consumir mucha superficie para circular, necesita de numerosos lugares de aparcamiento. Como resultado, el subsuelo debe aceptar áreas de estacionamiento público y privado en bastantes ciudades. Las mismas se conciben frecuentemente como una forma de solucionar la ocupación de plazas, avenidas o calles céntricas, al que los vehículos acceden masivamente. De manera complementaria, también muchos sótanos de edificios residenciales o destinados al comercio acogen coches en pequeños parkings.

Además, no se puede obviar que el subsuelo aparece especializado en vías de comunicación destinadas a modos de transporte específicos (metros, trenes antes de acceder a una estación central, etc.) o concebidas para descongestionar el tráfico en superficie (viaductos, cruces a distinto nivel, etc.).

Al margen de los coches, un elevado número de sectores subterráneos reciben usos frecuentes como almacén, lugares de entretenimiento (clubs, pubs, etc.) o incluso funciones de vivienda (semisótanos). En estos lugares son más probables los casos de urbanización ilegal, por el relajamiento de los controles en las áreas no visibles de la ciudad. Para el planeamiento urbanístico, las conexiones subterráneas constituyen un elemento clave. Los sistemas de abastecimiento de agua, el alcantarillado, la fibra óptica, las conexiones eléctricas, de gas, etc., van por el subsuelo. Estamos ante los denominadas *sistemas generales*, a los que acabamos de aludir, que necesitan aparecer perfectamente detallados y cartografiados en los Planes Generales de Ordenación Municipal. Por lo tanto, el urbanismo subterráneo juega un papel fundamental en la gestión de las ciudades y en sus opciones para evitar problemas puntuales de saturación, desabastecimiento o colapso.

En una dirección semejante, **la normativa de aguas** debe partir de la consideración de que la circulación hídrica subterránea es una variable mayor en la ordenación urbana. A este respecto, siempre cabe diferenciar los flujos originales de los generados por la propia existencia y crecimiento de la ciudad. Sin duda, estas reservas de agua deben ser catalogadas, representadas y gestionadas para mantener su calidad, corrigiendo posibles aumentos en sus niveles de contaminación. Su conocimiento detallado también permite prever episodios de crecidas o inundaciones, con efectos desastrosos sobre espacios tan densos como las ciudades (recordemos los resultados de un deficiente control de esta variable en New Orleans y el carácter devastador del huracán Katrina en buena parte del tejido urbano). Por último, las relaciones ciudad/masas de agua se han tenido en cuenta a lo largo del proyecto, cuando se diferencian las urbes costeras o atravesadas por un río importante.

Por **procesos históricos y patrimonio heredado** se entiende que todas las ciudades europeas han registrado una compleja evolución a lo largo de los siglos. Y que las mismas se han comportado como habituales escenarios de ampliación y reconstrucción del espacio

edificado. Todas estas dinámicas influyen en el subsuelo, que va acumulando restos de antiguas edificaciones sustituidas por otras más nuevas o de elementos del pasado urbano que son abandonados en los procesos de crecimiento de la ciudad. De hecho, existe un amplio consenso al considerar que la protección del legado arqueológico necesita del análisis integrado de los espacios subterráneos. A partir del mismo se obtiene un conocimiento imprescindible para la buena aplicación de las leyes de protección patrimonial. Las mismas contemplan la necesidad de realizar excavaciones de urgencia, cuando se construye o reurbaniza en sectores históricos de la localidad, para: favorecer tanto la conservación y la visita de restos *in situ* como cuando se trata de obtener información y restos materiales del pasado, que pueden ser exhibidos en museos o guardados fuera del lugar del yacimiento. Como se adelantó, la cuestión arqueológica siempre ha sido contemplada en los modelos del proyecto COST TU1206.

Entre **los factores económicos** se diferencian dos mayores. Por una parte, y ya apuntado, en las ciudades capitalistas la tensión entre las reglas del mercado y el control público explican, con distinta intensidad, las transformaciones de las ciudades y de su subsuelo. Este proceso es muy reciente en el este de Europa, donde el control estatal fijó las normas de ocupación del espacio hasta hace poco tiempo. Por otra parte, y también señalado, la importancia del interés general y del particular muestra sensibles diferencias entre las urbes del norte y del sur del continente. Todo este juego dialéctico se ha reflejado con distinta intensidad en la historia de las ciudades, donde se ha pasado de un control marginal de los procesos de artificialización del suelo (y sus impactos en el subsuelo) en otras épocas a un interés evidente por realizar un seguimiento de todas las variables de la urbanización física en el presente, con lo que el tratamiento ambiental y económico de los sectores subterráneos ha variado de forma notable.

Existe un amplio acuerdo al estimar que **las densidades**, y sus importantes variaciones del centro a la periferia urbanas, constituyen un dato fundamental de estudio en relación con el subsuelo de las ciudades. Se pueden analizar densidades de población, vivienda, vehículos o sistemas de comunicación, entre otros, por kilómetro cuadrado, por hectárea o por una unidad de superficie distinta. Las densidades demográficas y de edificación son, sin duda, las que condicionan en mayor medida las dinámicas subterráneas. En las mismas, el concepto

de gradiente (variaciones de los registros de ocupación a lo largo de la ciudad) se considera muy relevante. Como los impactos en el subsuelo cambian según nos encontremos ante áreas de elevada o media densidad, en el modelo teórico de análisis de los espacios subterráneos nos interesará introducir esta variable.

Con relación a la **logística de la ciudad** los comentarios son necesariamente breves, pues muchos ya se han adelantado en otros puntos. Así, se insiste en realizar inventarios de centros y plataformas logísticas en cada caso de estudio. En los mismos, debe ser analizado su nivel de ocupación en superficie y en áreas subterráneas. Además, se considerarán sus impactos en la congestión, densidades, consumo de recursos y tráfico generados en todo el tejido urbano.

Todos estos acercamientos temáticos y el propio interés por el conocimiento del subsuelo urbano, deben conducir a la elaboración de un **modelo de ciudad sostenible**. Por una parte, debido a que un mejor conocimiento de las áreas subterráneas se traduce en una mayor calidad en la gestión del urbanismo, en particular en cuestiones como los sistemas generales, la ordenación de los recursos hídricos, la prevención de riesgos, la detección de formas ilegales de uso del suelo, etc. Por otra, la incorporación del subsuelo a la gestión también se debe traducir de manera inmediata en un manejo razonable de los residuos sólidos, que muchas veces se depositan o entierran sin más. En relación a los mismos, los progresos en geología urbana permitirán la implementación de programas destinados a corregir sus impactos. Por último, en las agendas ambientales desarrolladas en las escalas local y regional el papel del subsuelo urbano tiene que ser considerado. Este espacio subterráneo ha sido tradicionalmente devaluado en las mismas, a pesar de su íntima relación con los sectores visibles de la ciudad, y los planes de futuro deben corregir este problema.

Como se puede deducir, las aportaciones del TNO y de los geógrafos de la Universidad de Santiago de Compostela introducen el conjunto de variables a tener en cuenta en el diseño de un modelo teórico para el análisis del subsuelo urbano, con el objetivo de su consideración en los documentos de planeamiento urbanístico. Los espacios subterráneos, y esta es la primera idea conclusiva, reciben diferentes tipos de impactos de las actividades y de la intensa vida urbana que se desarrolla en las áreas superficiales, *visibles*, de la ciudad. Los

mismos se pueden clasificar en función del tipo de dinámica a la que nos referimos: demográfica, económica, vinculada a la movilidad, etc. En segundo término, el subsuelo muestra una serie de atributos que es necesario conocer para estimar su influencia en los procesos de urbanización. A este respecto, los recursos hídricos subterráneos, la compacidad o dureza de los terrenos, su estabilidad y capacidad de resiliencia, son indicadores a valorar en todos los casos. Sin duda, el estatus legal de las áreas subterráneas y su régimen de propiedad. Por último, el subsuelo es objeto activo y pasivo del planeamiento y la gestión urbanística cotidiana. Por eso, sus lógicas deben integrarse en los modelos de planificación a desarrollar y, al mismo tiempo, el subsuelo debe constar como una realidad enormemente importante en todos los documentos urbanísticos que se aprueben en las ciudades europeas en el corto y el medio plazo.

#### 4. Los casos de estudio del subsuelo urbano en las ciudades europeas, a partir del proyecto Suburban

A partir de los criterios teóricos de estudio del subsuelo en las urbes del continente, la acción COST TU1206 Suburban se ha planteado aplicarlos, verificar su pertinencia, en un número significativo de casos. Entre los mismos, se encuentran ejemplos donde el espacio subterráneo es considerado en profundidad en la gestión urbanística cotidiana (como Oslo o Hamburgo, por citar dos ejemplos) y otros en los que se trata de incorporar esta variable de forma definitiva al planeamiento (como en A Coruña o Nantes). De hecho, los avances obtenidos en el tratamiento del tema en los primeros ejemplos pueden transferirse a los casos que acusan cierto retraso. No obstante, algunas de las variables de ciertas ciudades del sur (como la intensa dinámica litoral de Nantes o A Coruña) o la preparación del subsuelo para acoger numerosos aparcamientos (en A Coruña), también aportan novedades de gestión que pueden ser utilizadas en las ciudades del noroeste europeo.

Antes de enumerar los doce ejemplos principales donde se ha aplicado el modelo teórico del proyecto para la consideración del subsuelo en la planificación urbanística de las ciudades, nos interesa recoger una reflexión de contenido histórico elaborada sobre las mismas desde los servicios geológicos noruego y holandés. Así, y como refleja la FIG. 4, se parte de un

esquema histórico (no totalmente riguroso, aunque ilustrativo), donde algunas ciudades como Bergen se caracterizan por mantener un legado de origen medieval. En las mismas, las huellas del pasado se traducen en la existencia de restos monumentales y arqueológicos que, como se indicó, deben ser contemplados en la gestión del subsuelo. En cuanto a la herencia del pasado industrial, se ha elegido a Glasgow como modelo. De la misma, y de toda su dinámica de desarrollo, se destaca la contaminación, los restos de minas, las canalizaciones de agua y la intensificación del transporte, a lo que ya nos hemos referido. Para ejemplificar los impactos más contemporáneos de la urbanización se ha elegido el caso de A Coruña. El mismo muestra procesos artificiales recalentamiento, de drenaje, reajustes en los flujos de agua subterránea, construcción en el subsuelo y almacenes, y ejes de transporte por debajo del nivel del terreno. En definitiva, un ejercicio de identificación de los temas relevantes de gestión del espacio subterráneo a partir de un esquema histórico

Por lo que se refiere a los ejemplos que el proyecto Suburban ha escogido para estudiar y aplicar sus propuestas de integración del subsuelo en la planificación y gestión urbanística cabe decir que son doce principales, condicionados por los países que participan activamente en esta acción COST TU1206. Por una parte, se individualizan aquellos casos pioneros donde lo subterráneo se ha incluido en las agendas municipales de urbanismo, incluso a través de la contratación de geólogos o geógrafos físicos para trabajar en los departamentos de esa materia, como en Oslo o Rotterdam. De hecho, en Oslo, Odense, Hamburgo, Helsinki y Rotterdam se ha avanzado mucho en el conocimiento del subsuelo y su gestión integrada junto a las áreas visibles de la ciudad. En Glasgow la colaboración entre el British Geological Survey, las universidades de la ciudad y las autoridades locales han permitido dar un importante impulso a los estudios del subsuelo, sus riesgos y potencialidades en la escala metropolitana, donde se desarrolla un proyecto complejo y pionero. Algo semejante se trata de comenzar en Bergen y Dublín, con el protagonismo de los respectivos institutos geológicos nacionales, mientras que en Nantes y A Coruña se han dado los primeros pasos para sistematizar la información del subsuelo manejada por las oficinas municipales de urbanismo, para introducir de modo activo esta variable en la planificación y gestión futura de las ciudades. En Ljubljana y en Novi Sad esta tentativa todavía se encuentra en una fase muy inicial.



FIG. 4/ Las ciudades ejemplo contempladas por el proyecto Suburban para introducir el subsuelo en el planeamiento y la gestión urbanística

Fuente: elaboración propia.

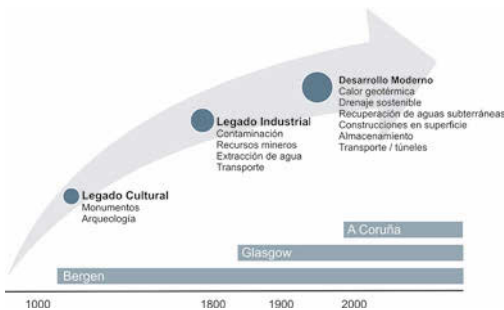


FIG. 5/ Un modelo histórico de interpretación de los problemas del suelo en las ciudades europeas

Fuente: elaboración propia.

Con relación al mapa resultante, cabe realizar algunos comentarios. En primer lugar, el carácter desigual de la distribución de las ciudades elegidas en el contexto europeo. La casi totalidad de los ejemplos de buenas prácticas se concentran en el noroeste del continente, se pretende avanzar hacia el sur, mientras en

las urbes de la Europa oriental apenas existen casos que contemplen los espacios subterráneos (salvando una experiencia anterior en San Petesburgo). La difusión del estudio y manejo del subsuelo en el conjunto de las ciudades europeas debe ser un objetivo mayor en el medio plazo. En segundo término, también existe un predominio de ciudades costeras, con problemas específicos de gestión de la franja litoral (artificializada como en Hamburgo, Bergen o A Coruña, con áreas inundables, etc.). Este hecho se valora muy positivamente, por cuanto se estima que la vecindad con una gran masa de agua implica un sistema de gestión del espacio subterráneo más complejo, muy interesante en este período de experimentación. En tercer lugar, y ya apuntado, el subsuelo se comienza a gestionar bien en ciudades grandes o medias, pero todavía queda pendiente la aplicación del modelo Suburban a las principales metrópolis del continente. Quizás con el ejemplo de Glasgow a escala supralocal se pueda avanzar sustancialmente en este terreno.



## 5. Conclusiones

Este apartado es necesariamente breve puesto que los contenidos del artículo son más propositivos que analíticos. Así, una primera constatación que hay que hacer es la necesidad, ya señalada desde un comienzo, de introducir el espacio subterráneo en la planificación y gestión urbanísticas. A partir de esta realidad, las variables a analizar son numerosas y complejas, en cierta medida porque el subsuelo presenta una dinámica (geológica y afectada por el crecimiento de las ciudades) muy específica, a lo que se suma que todos los procesos que tienen lugar en la parte visible de las urbes repercuten en las áreas subterráneas. De hecho, la congestión, el tráfico y las elevadas densidades de ocupación se revelan como algunos de los hechos que más inciden en el subsuelo urbano. En paralelo, las sociedades humanas generan una enorme cantidad de residuos, manipulan las corrientes de agua y los procesos de escorren-

tía, con lo cual el espacio subterráneo se vuelve a presentar como receptor de impactos ambientales significativos.

Un segundo conjunto de reflexiones finales nos lleva a repasar el mapa europeo de ciudades que se han ocupado del subsuelo en su gestión urbana. Las mismas suelen ser ejemplos muy destacados de buen gobierno y planificación a escala local (Oslo, Hamburgo y Rotterdam nos sirven para constatar esta afirmación), aunque aparecen excesivamente polarizadas en el noroeste continental. Es cierto que existe voluntad en ciertos ejemplos de los países del sur por monitorizar los sectores subterráneos y por considerarlos en la agenda de gestión urbanística, pero todavía falta mucho camino por recorrer. Además, queda la asignatura pendiente de incluir a las principales capitales metropolitanas del continente en este modelo de gestión del subsuelo, todavía constreñido a ejemplos de ciudades entre 100.000 y un millón de habitantes.

## 6. Bibliografía

- COMISIÓN EUROPEA (2007): *Directiva INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe)*. Comisión Europea y Centro Superior Geográfico, Bruselas y Madrid.
- COST TU1206 (2012/2015): *Sub\_Urban*. British Geological Survey (BGS) y Comisión Europa, Bruselas.
- DAVIES, W. K. D. (2015): *Theme Cities: Solution for Urban Problems*. Ed. Springer, Nueva York y Londres.
- EVANS, C.V. & al. (2000): «Humaninfluenced soils». En R. B. BROWN & J. H. HUDDLESTON & J. L. ANDERSON (eds.), *Managing Soils and Urban Environment*, 3367. American Society of Agronomy, Madison (Wisconsin).
- FORMAN, R. T. (2014): *Urban Ecology. Science of Cities*. Cambridge University Press, Cambridge.
- GEOINFORM (2008) *Project on Geological Information in City Management to Prevent Environmental Risks*. Programa LIFE06, Comisión Europea, Bruselas.
- HUGGENBERGER, P. & J. EPTING (eds.) (2011): *Urban Geology. ProcessOriented Concepts for Adaptive and Integrated Resource Management*. Ed. Springer, Nueva York y Londres.
- LOIS GONZÁLEZ, R. C. & J. M. GONZÁLEZ PÉREZ & L. A. ESCUDERO GÓMEZ (2012): *Los espacios urbanos. El estudio geográfico de la ciudad y la urbanización*. Ed. Biblioteca Nueva, Madrid.
- PACIONE, M. (2001): *Urban Geography. A global perspective*. Ed., Routledge, Nueva York y Londres.
- PELLING, M. (2003): *The Vulnerability of Cities. Natural disasters and Social resilience*. Earthscan Pbs. Londres, Sterling (VA).
- TEIXEIRA GUERRA, A. J. (2011): *Geomorfología urbana*. Ed, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Townshend, I. & O. J. AwosofaKing & H. Fan (2014): «Social cohesion and resilience across communities that have experienced a disaster». *Natural Hazards*. DOI 10.1007/s1106901415232. Accessed 20 Nov. 2014.
- UNHABITAT (2012): *United Nations Human Settlements Programme*. United Nations. Nairobi. www.infohabitat.org
- ZOIDO, F. & al. (2013): *Diccionario de urbanismo, geografía urbana y ordenación del territorio*. Ed. Cátedra, Madrid.
- www.urbanfutures.org (2008): «Urban Futures research project. United Kingdom». Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC), Londres.