

# Planificando la Ciudad del Mañana: reduciendo la brecha entre urbanistas y especialistas del subsuelo

Petra VAN DER LUGT (1) & Gillian DICK (2) &  
Ingelöv ERIKSSON (3) & Johannes DE BEER (4)

(1) Ciudad de Rotterdam. (2) Ciudad de Glasgow. (3) Ciudad de Oslo. (4) Geological Survey of Norway.

**RESUMEN:** Este trabajo aborda el proceso de integración del conocimiento del subsuelo en la planificación urbana de tres ciudades, que participan en la Acción COST TU1206 Sub-urban: Rotterdam, Glasgow y Oslo. Las ciudades afrontan desafíos únicos para gestionar los conflictos y las oportunidades del subsuelo en el proceso de planificación. La Acción ha permitido una interacción única entre especialistas del subsuelo y planificadores urbanos, contribuyendo así a transformar la relación entre los expertos que desarrollan el conocimiento del subsuelo, y los que pueden beneficiarse más de él, los planificadores urbanos y los responsables políticos.

Los desafíos comunes están mejorando las políticas de planificación, aumentando el nivel de conciencia sobre la importancia del subsuelo en el desarrollo de la ciudad y la modificación de la legislación para incluir el subsuelo. Se llevó a cabo un análisis de buenas prácticas en las tres ciudades, partiendo de que cada una de ellas se ha planteado como objetivo la adaptación de su agenda de planificación urbana y legislación. En nuestra opinión, hay dos rutas principales para realizar un proceso de concienciación, que conlleve a una mejor comprensión y uso de la información del subsuelo en los procesos de planificación urbana. Estas son: el desarrollo de una política del subsuelo, y el aporte de información del subsuelo. Conjuntamente las dos deberían permitir que el conocimiento del subsuelo sea ampliamente difundido con el fin de gestionar los riesgos y oportunidades, y maximizar los beneficios económicos, sociales y ambientales del subsuelo urbano y sus servicios, de los que dependen las ciudades.

**DESCRIPTORES:** Subsuelo urbano. Planeamiento urbano. Rotterdam. Glasgow. Oslo.

Recibido: 17.11.2014; Revisado: 03.09.2015.  
Correo electrónico: Gillian.dick@drs.glasgow.gov.uk;  
hans.debeer@ngu.no  
Este trabajo ha sido elaborado en el marco y con el apoyo  
financiero de la Acción COST TU1206 Sub-Urban. Los  
autores desean agradecer el apoyo y las instalaciones de

la Agencia de Planificación y Construcción de la ciudad de  
Oslo, y en particular al Proyecto del Subsuelo por consen-  
tir las misiones científicas de corto plazo. Los comentarios  
constructivos de los dos revisores anónimos son altamen-  
te apreciados.

## 1. Introducción

El espacio público es cada vez más escaso en las ciudades en crecimiento, mientras que crecen las ambiciones por crear ciudades atractivas y habitables que estimulen la sostenibilidad del desarrollo urbano. Para hacer realidad estas ambiciones, las ciudades deben hacer frente cada vez más a las oportunidades y limitaciones que el subsuelo ofrece al desarrollo espacial. Con el fin de crear un entorno de alta calidad de vida y facilitar el desarrollo sostenible, es necesario adaptar una visión holística de la ciudad en la que el subsuelo desempeña un papel importante. La composición y el comportamiento del suelo debajo de nuestras ciudades, así como la calidad y cantidad de las aguas subterráneas, hacen necesario que todos los planes que utilizan o son dependientes del subsuelo sean evaluados de forma integrada. El uso óptimo de las oportunidades que ofrece el subsuelo en términos de, por ejemplo, espacio, energía, recursos y aguas subterráneas, y la minimización de los conflictos entre las funciones espaciales, requiere una nueva política sobre el uso del subsuelo.

La acción COST TU1206 Sub-urban ([www.sub-urban.eu](http://www.sub-urban.eu)) ha facilitado el debate entre especialistas del subsuelo y planificadores urbanos y espaciales. En estas discusiones fue defendida la idea de que las «necesidades de la ciudad» para prácticas de planificación del subsuelo e información, deben ser los principales motores para el desarrollo y mejora de las «prácticas y técnicas» (tecnológicas). Sin embargo, se descubrió rápidamente que las diferentes profesiones implicadas no se entendían entre ellas en cuanto al enfoque o el lenguaje. Los especialistas del subsuelo (por ejemplo, los geólogos e ingenieros) comenzaron a sentirse frustrados porque ellos estaban explicando las diferentes cartografías y modelos que podían producir, pero los planificadores urbanos no estaban entendiendo los beneficios que podrían obtenerse si se usaban estas herramientas en el momento adecuado del proceso de toma de decisiones. Por otra parte, los planificadores urbanos no eran conscientes de la gran cantidad de información sobre el subsuelo que estaba disponible. Incluso, si ellos hubieran sido conscientes no la hubieran entendido, con lo que no podían conocer cómo les sería útil en su proceso de planificación. De este modo, se hizo cada vez más difícil la idea original para el desarrollo de un proceso reiterativo, mediante el cual el urbanista articularía sus necesidades y el especialista del subsuelo podría desarrollar herramientas para cumplir con estos requisitos. De hecho, la situación era como si un urbanista entrara a un

mercado sin tener idea de qué comprar, y los especialistas del subsuelo estuvieran gestionando sus puestos, pero sin saber cómo captar la atención de los planificadores.

Con el fin de acelerar este proceso y facilitar la comprensión entre las dos partes, en la ciudad de Oslo (Noruega) se llevaron a cabo dos Misiones Científicas de Corto Plazo (STSM, por sus siglas en inglés). Estas visitas de estudio fueron dirigidas a la realización de un análisis benchmarking entre las ciudades de Glasgow, Rotterdam y Oslo sobre el tema de la planificación del subsuelo urbano. Cada una de estas ciudades se encuentra actualmente en un proceso de adaptación de sus prácticas de planificación urbana y legislación para adecuarlas mejor a las cuestiones del subsuelo. Las STSM reunieron a una serie de profesionales, incluyendo urbanistas, expertos del derecho, ingenieros, geólogos y especialistas en cartografía. Oslo actuó como un catalizador para el debate, centrado en la búsqueda de una vía rápida para extraer las principales semejanzas, las diferencias y las lecciones que podrían ser aprendidas.

## 2. Tipologías de ciudad y práctica de planificación

### 2.1. Oslo

Oslo se encuentra en el sureste de Noruega en el extremo norte del fiordo de Oslo. Actualmente acoge 650.000 habitantes y con un crecimiento previsto del 2% anual, la población de Oslo es una de las de más rápido crecimiento en Europa. El área metropolitana de Oslo tiene una población aproximada de 1.600.000 habitantes. La superficie total del municipio es de 453,7 km<sup>2</sup>. Sólo un tercio (aproximadamente 150 km<sup>2</sup>) del mismo son áreas urbanizadas. El resto es el llamado «Oslomarka», un área recreativa boscosa protegida por la ley noruega contra el desarrollo urbano.

Oslo está situada en una zona geológicamente interesante en el medio de un graben. La geología incluye una variedad bastante singular de tipos de rocas que representan la historia geológica del subsuelo, desde las rocas del subsuelo precámbrico de 900 - 1.000 millones de años, atravesando una parte importante de la historia geológica, hasta la última glaciación. Durante la última glaciación la cuenca de Oslo fue cubierta con sedimentos marinos, principalmente arcillas, así como morrenas que bloquearon lagos, de los que se originaron los ocho principales canales en Oslo. El nivel

máximo del mar en Oslo después de que se retiró el hielo era de 226 m sobre el nivel actual del mar.

Con el fin de hacer frente al crecimiento esperado, la ciudad requerirá grandes inversiones en sistemas de comunicación, nuevas viviendas, el uso integrado del suelo y la planificación del transporte. El espacio subterráneo ya es ampliamente utilizado para transporte, almacenamiento, extracción de calor y para cimientos de edificios e infraestructuras. La ciudad de Oslo se ocupa de desafíos geológicos, tales como horizontes profundos de arcilla altamente orgánica, arcillas rápidas y alumbre de esquisto que contienen altos niveles de radio y uranio. Hay ejemplos de importantes daños a edificios y estructuras debido a la reducción de los niveles de agua subterránea en los sedimentos marinos. En algunos casos, los cambios de agua subterránea se han relacionado con las obras de construcción, tales como el trazado de túneles a través de rocas extremadamente erosionadas o grandes edificios con almacenamientos subterráneos. Algunas estructuras ya existentes, como túneles antiguos y grandes tuberías han demostrado afectar a los niveles de agua subterránea. Asimismo, la reducción de la capacidad de infiltración por las áreas pavimentadas o construidas y el sistema de tuberías de corrientes, también juegan un papel importante en los niveles de agua subterránea en la ciudad.

Oslo es el centro de la red nacional de transporte con una gran cantidad de carreteras, trenes y túneles de metro. Se está produciendo un gran desarrollo urbano en las antiguas zonas portuarias y están previstas más mejoras en antiguas zonas industriales bastante extensas, a poca distancia del centro de la ciudad. Debido al rápido crecimiento de la ciudad se espera que aumente el uso subterráneo.

El ayuntamiento está actualmente estudiando la ampliación del sistema de metro y también está estudiando la posibilidad de introducir el tren ligero. Las expansiones planificadas y propuestas fuera de la red ferroviaria se traducirán en 20 km de túneles adicionales debajo de Oslo.

Todos estos acontecimientos importantes demandan para el subsuelo la provisión de infraestructura relacionada con los cimientos, condiciones del suelo, gestión de aguas subterráneas, aguas residuales, calefacción, electricidad, y suministro de sótanos o túneles. Además, impactan y están implicados en torno a la arqueología existente, cables/tuberías, tú-

neles de transporte, raíces de las plantas, pozos termales y desalojos históricos, y condiciones del suelo. Cada aplicación está siendo actualmente utilizada siguiendo el principio de caso por caso.

La herramienta más importante para la planificación urbana en Noruega es la Ley Noruega de Planificación y Edificación. La ley fue revisada en 2008, un trabajo que dio lugar a cambios muy significativos. Los municipios no sólo desarrollan más pronto los planes maestros por sí mismos, sino que también llevan a cabo la mayor parte de la planificación detallada. Los planes detallados están siendo ahora implementados en su mayoría por intereses privados, y aprobados por las autoridades municipales (Ayuntamiento). Anteriormente los controles de construcción eran bastante estrictos durante todo el proceso. En la actualidad, el mayor peso de la responsabilidad por el cumplimiento de las regulaciones es del promotor, mientras que las autoridades llevan a cabo controles aleatorios y la verificación de violaciones de leyes y reglamentos que hayan sido informadas.

El sistema de planificación está diseñado para abarcar las estructuras subterráneas, y un reglamento recoge la descripción de cómo la planificación en más de un nivel debe ser mostrada en los mapas. La ley contiene la planificación en 3D, pero hasta ahora sólo se ha utilizado para ilustrar los planos y construcciones. Los métodos para producir planos en 3D están actualmente en fase de desarrollo.

Mientras se escribe este trabajo el gobierno local está a punto de votar a favor de la primera generación de un plan maestro jurídicamente vinculante del uso de la tierra, de acuerdo con la revisión de la ley de 2008. El logro más significativo para el subsuelo es que la propuesta de plan contiene como exigencia la consulta con los propietarios de infraestructuras antes de perforar pozos dentro de una determinada zona. Esto tiene como propósito proteger la futura infraestructura del subsuelo, la cual actualmente se encuentra en etapas muy básicas de planificación.

Los retos particulares que están afectando a la planificación del subsuelo en Oslo son:

- No se establecen tampones entre construcciones subterráneas.
- Algunas construcciones no están sujetas a la aprobación (por ejemplo, pozos de energía).
- Para cualquier plan maestro y plan detallado que «pueda tener consecuencias importan-

tes para el medio ambiente y la sociedad» debería desarrollarse un «programa de planificación» requiriendo un análisis de consecuencias. Dicho análisis tendría, por ejemplo, que incluir las consecuencias para el patrimonio cultural cuando sea pertinente, pudiendo abordar la forma en que la fase de construcción puede afectar la presión y el nivel de las aguas subterráneas.

- Los requisitos de la ley para mantener la presión y el nivel de las aguas subterráneas son imprecisos.

A través de una serie de reuniones y talleres interdisciplinarios el municipio de Oslo es cada vez más consciente de las necesidades de información del subsuelo en el proceso de planificación. Esta toma de conciencia está llevando a una serie de productos de prueba dentro de un área geográfica limitada en el centro de Oslo. Actualmente se han desarrollado productos tales como: la cartografía del roquedo profundo, el modelo 3D de la geología cuaternaria, el mapa sobre los tipos de cementos y el modelo 3D de las estructuras del subsuelo. Se analizará el futuro uso de los productos, lo que podría resultar en su implementación en las rutinas de los procesos de trabajo locales.

**Es importante destacar que uno de los resultados más importantes es incrementar la conciencia y el conocimiento del subsuelo, sobre todo por aquellos que están participando en el trabajo concreto de su gestión, pero también de los políticos y otros responsables.**

## 2.2. Glasgow

Glasgow está situada en el oeste de Escocia, y forma parte de una zona conocida como el Cinturón Central, la zona más poblada del país. Se encuentra aproximadamente a 40 millas al Oeste de Edimburgo, la capital de Escocia. La ciudad de Glasgow tiene una superficie de 176 km<sup>2</sup>, y el área metropolitana de Glasgow que incluye los sectores metropolitanos circundantes, es de aproximadamente 370 km<sup>2</sup>. Glasgow es la ciudad más grande de Escocia. Es el motor económico y el principal centro del comercio, no sólo para su región sino también para el conjunto de Escocia. Casi 2,5 millones de personas, la mitad de la población de Escocia, viven a una hora de Glasgow. Desde la década de 1980, Glasgow ha sido objeto de una reactivación económica a través de la regeneración, la reestructuración y la reinención de algunas de sus comunidades.

Glasgow, aunque de baja altitud, se caracteriza por su paisaje de viejas colinas. El terreno ondulado significa que la evolución de muchas de las grandes instalaciones industriales y de las infraestructuras (carreteras y raíles) han requerido un trabajo de paisajismo sustancial, incluyendo la excavación de trincheras, túneles y la construcción de terraplenes y plataformas niveladas. Varias autopistas, como la M8, M77 y la recientemente ampliada M74, y muchas otras importantes carreteras atraviesan el centro de la ciudad. La red ferroviaria en Glasgow comprende varias líneas activas y muchas rutas de tren abandonadas con trincheras, terraplenes y túneles en ruinas. A través de la influencia de la construcción naval y el comercio, el Río Clyde ha sido fundamental para el crecimiento de Glasgow; sin embargo, el río también forma una barrera natural entre el norte y el sur de la ciudad. Hay muchos cruces de carretera y vías de tren (túneles y puentes) que unen las dos mitades de la urbe. El amplio desarrollo industrial y urbanización han dado lugar a la modificación sustancial de la superficie del suelo en Glasgow. Las modificaciones incluyen excavaciones asociadas con canteras, trincheras de carreteras y raíles, así como terrenos condicionados por antiguos usos, desechos de mina, y trabajos de canteras y terraplenes. Los períodos sucesivos de desarrollo han dado lugar a varias generaciones de modificaciones en los depósitos del subsuelo dentro de áreas de Glasgow.

El entorno geográfico y geológico de la ciudad, junto con el legado de la minería y la industria pesada conllevan una serie de cuestiones complejas, relacionadas con el medio ambiente del subsuelo y que afectan el desarrollo espacial. A través de la colaboración entre el *British Geological Survey* (BGS) y el Ayuntamiento de Glasgow, existe un creciente interés sobre la necesidad de considerar el entorno del subsuelo dentro de los procesos de desarrollo y planificación en Glasgow para la efectiva descontaminación y regeneración, la mitigación de riesgos, la gestión de los recursos, y el desarrollo de una economía sostenible. En ausencia de una legislación nacional relacionada con el entorno del subsuelo, los avances en la aplicación de los datos del subsuelo y la política de ordenación del territorio de Glasgow están surgiendo a través de la colaboración y la asociación. El progreso se está logrando a través de iniciativas de intercambio de conocimientos, acuerdos voluntarios y el uso de obligaciones contractuales. De este modo, se alienta a los contratistas privados a que se comprometan a compartir los datos a cambio de acceso a la información del subsuelo en 3D proporcionado por el BGS.

La planificación regional para el área más amplia de Glasgow es responsabilidad de un comité conjunto que abarca la ciudad de Glasgow y siete áreas administrativas de los alrededores, la Autoridad Estratégica de Planificación del Desarrollo de Glasgow y el Valle del Río Clyde (GCVSDPA, por sus siglas en inglés). El 'Plan de Desarrollo de la Ciudad', es el Plan de Desarrollo Local legal elaborado por el Ayuntamiento de Glasgow. El propósito de este plan es asegurar el uso eficiente de la tierra y la provisión de una buena infraestructura para mejorar la salud social, cultural, económica y ambiental de la ciudad. Se establece una estrategia que tiene como objetivo obtener los siguientes cuatro resultados estratégicos:

1. Un lugar dinámico con una economía en crecimiento-proporcionando el entorno adecuado para el desarrollo de empresas,
2. Un lugar próspero y sostenible para vivir y trabajar-generando oportunidades para construir nuevas viviendas, y la creación de lugares dinámicos y áreas centrales que conlleven una buena calidad de vida a largo plazo para la creciente población de la ciudad,
3. Un lugar conectado para moverse y en el cual hacer negocios-mejorando la accesibilidad de todos los ciudadanos al empleo, destinos de compras y ocio, y proporcionando opciones de viaje más sostenibles,
4. Un lugar verde-ayudando a cuidar los entornos históricos y verdes de Glasgow, aumentando la adaptación de la ciudad al cambio climático, y reduciendo el uso de energía.

En mayo de 2014, se lanzó para su consulta un nuevo Plan de Desarrollo de la Ciudad, que establece un marco de planificación de 10 años para Glasgow. El nuevo plan explica las últimas revisiones de la Legislación de Planificación Nacional (2006), la Guía Gubernamental (2013), la actualización del Marco de Planificación Nacional y la Política de Planificación Escocesa (2014). El plan propuesto incluye la geología y el subsuelo, que reflejan la crecien-

te conciencia de los políticos sobre la importancia del subsuelo y de los recursos para el desarrollo futuro de Glasgow. El nuevo plan reconoce la inclusión de sitios de geodiversidad como lugares de conservación de la naturaleza, formaliza el compromiso de una mayor asociación con la BGS y otros expertos geocientíficos, se compromete con el desarrollo de la orientación y a desarrollar los requisitos de planificación en relación con la infraestructura y entorno subterráneos. Ésta será la primera política de planificación de Glasgow que reconoce explícitamente el valor ambiental y económico del subsuelo. Siguiendo el procedimiento de consulta, revisión y aprobación, las medidas propuestas asegurarán que la política de planificación de Glasgow refleje la importancia del entorno del subsuelo para la salud, la riqueza y el crecimiento de la ciudad (ver FIG. 1).

La iniciación de procedimientos simplificados para el desarrollo y la revisión complementaria proporciona una plataforma flexible para la evolución del Plan de Desarrollo de la Ciudad. De este modo, se refleja el creciente conocimiento del subsuelo y los descubrimientos tecnológicos, que facilitan el uso de datos digitales de alta resolución en 3D para la ordenación espacial y el desarrollo urbano.

### 2.3. Rotterdam

Rotterdam se encuentra en la parte occidental de los Países Bajos en la provincia de Holanda del Sur. Es la segunda ciudad más grande de los Países Bajos y tiene una superficie de 210 km<sup>2</sup> de tierra y 120 km<sup>2</sup> de agua. Contabiliza 630.000 habitantes. Su puerto es el más grande de Europa. Desde diciembre de 2014 el Área Metropolitana de la Haya es parte de Rotterdam, una cooperación entre las ciudades de Rotterdam y La Haya y otros 21 municipios, que tienen 2,2 millones de habitantes.

Comenzando como una presa construida en 1270 sobre el río Rotte, Rotterdam ha crecido

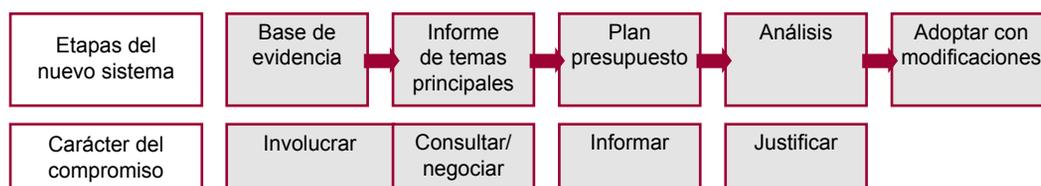


FIG. 1/ Las fases de desarrollo de la propuesta de Plan de Desarrollo de la Ciudad

Fuente: elaboración propia.

hasta convertirse en un importante centro del comercio internacional. Su ubicación estratégica en el delta Rhin-Meuse-Scheld, en el Mar del Norte y en el corazón de un enorme sistema de distribución por tren, carretera, vía aérea y canales que se extiende por toda Europa, es la razón por la que Rotterdam es a menudo llamada la «Puerta de Europa».

Después del período de éxito de la reconstrucción post II Segunda Guerra Mundial, Rotterdam continuó mejorando su estatus como una ciudad internacional. Su centro fue testigo de la aparición del puente Erasmus y el Kop van Zuid, una ex-zona del puerto reconvertida en residencial. Desde entonces, la ciudad ha estado presumiendo de un entorno único dentro de los Países Bajos. En las periferias de la ciudad se han construido grandes distritos residenciales. Nuevos lugares de ocio, restaurantes y festivales han convertido a Rotterdam en un lugar con una imagen joven y vanguardista.

La parte occidental de los Países Bajos es plana y cultivada, y en la actualidad los procesos de sedimentación y erosión están en casi todas partes influidos por el hombre: los ríos están contenidos dentro de diques y muchos arroyos están canalizados; pantanos, lagos y grandes partes de mar interior se han convertido en polders bajo el nivel del mar y en muchos lugares los diques fortalecen la línea de costa. Sin los diques casi toda la parte occidental del país se inundaría. Para mantener las áreas de polders recuperadas secas y aptas para la agricultura, estaciones de bombeo - antiguamente molinos de viento - extraen agua de forma continua y la transfieren hasta las masas de aguas limítrofes. Como un inconveniente, la extracción de agua conduce a la compactación de los suelos blandos y la oxidación de las capas de turba poco profundas, lo que resulta en una reducción gradual de la superficie terrestre. Las ciudades en esta parte del país, incluyendo Rotterdam, se desarrollan y planifican tomando como punto de partida estas circunstancias desafiantes. Con las condiciones del terreno vulnerables a la subsidencia, muchos edificios se han construido utilizando pilotes, tradicionalmente de madera.

Durante las últimas dos o tres décadas los urbanistas no consideraron el subsuelo como un factor importante a tener en cuenta durante la planificación. Los temas más relevantes que se consideraron fueron la arqueología y la contaminación del suelo, ya que los mismos estaban sujetos a la legislación nacional e internacional. En otros temas como las aguas

subterráneas, las condiciones geotécnicas y el espacio del subsuelo sólo se ha tenido en cuenta las escalas de proyecto. Durante los últimos cinco años está creciendo la atención en todos los aspectos del subsuelo, y es cada vez más reconocido el hecho de que el subsuelo tiene que ser considerado de manera integral en los procesos de planificación espacial. En los Países Bajos la planificación espacial se rige por una serie de diferentes entidades públicas: el gobierno nacional, las provincias o regiones (urbanas), las autoridades locales (municipios) y las llamadas Juntas de Agua (autoridades del agua). El gobierno holandés aprueba regularmente un plan espacial global.

Las 12 provincias de los Países Bajos hacen su propia «visión estructural» basada en los planes gubernamentales nacionales. Los municipios crean enfoques propios y «planes de zonificación» detallados, que necesitan encajar en la visión nacional.

Las Juntas de Agua son las autoridades responsables de la gestión del agua subterránea. Ellas son las encargadas de las cuestiones relacionadas con el agua, como el mantenimiento de los diques y dunas, pero también de la descarga de agua de lluvia y residuos.

Rotterdam tiene su propia responsabilidad en la formulación de la Estrategia de Desarrollo Espacial 2030. La misión del ayuntamiento de la ciudad de Rotterdam está formulada en la Estrategia de Desarrollo Espacial 2030 y se centra en los siguientes elementos:

- Economía fuerte: Creación de una base económica que se concentre en la transición desde una economía industrial a una centrada en el conocimiento y los servicios. En la recientemente concluida construcción de una gran nueva zona portuaria (Maasvlakte 2), se enfatiza en la innovación en los ámbitos del consumo y producción de energía, así como en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Ciudad residencial atractiva con una composición de población equilibrada: una buena vivienda por sí sola no es suficiente para que una ciudad residencial sea atractiva. El espacio público de alto estándar es una condición importante para la creación de entornos residenciales atractivos y populares.

La Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de Rotterdam ha sido desarrollada con el objetivo de hacer de Rotterdam una ciudad a prueba del clima en 2025:

- Para 2025 se habrán tomado medidas para garantizar que todas las regiones de la ciudad sean afectadas mínimamente por el cambio climático, y de 2025 en adelante recibirán beneficios óptimos a partir de las medidas de adaptación al cambio climático.
- Rotterdam contará de manera sistemática con el cambio climático previsible a largo plazo en todo el desarrollo espacial de la ciudad, y será resistente a cualquier incertidumbre asociada.

El espacio público en superficie es escaso en Rotterdam. Con el fin de satisfacer las necesidades que se han formulado en la Estrategia de Desarrollo Espacial 2030, la ciudad tiene que considerar el subsuelo como parte del espacio público disponible. Rotterdam debe hacer frente a las oportunidades y las limitaciones que el subsuelo ofrece para lograr un desarrollo urbano sostenible.

Rotterdam tiene grandes ambiciones en la planificación de las funciones esenciales en el espacio público: la vivienda, el trabajo, el transporte, las actividades recreativas, la naturaleza verde y el agua. Los urbanistas traducen estas aspiraciones en modelos en los que el espacio público está diseñado con elementos: edificios, parques, carreteras, oleoductos, lagos, etc. En la actualidad el subsuelo está incluido en los cimientos y la infraestructura. El subsuelo también ofrece oportunidades como el fortalecimiento de la identidad de las áreas históricas, mostrando su arqueología, reutilización de muros de muelle como espacio de almacenamiento, y por combinaciones inteligentes que mejoran la explotación de los planes y conducen a ahorro de costes, por ejemplo, mediante la combinación de almacenamiento térmico con recuperación de aguas subterráneas. Soluciones energéticas sostenibles, como el almacenamiento térmico del subsuelo (calor y frío), y la implantación de energía geotérmica profunda podrían ofrecer importantes ahorros de costes y adaptarse eficientemente a los objetivos climáticos de la ciudad. El subsuelo más profundo también ofrece posibilidades para el almacenamiento de CO<sub>2</sub>, mientras que puede proporcionar oportunidades de retención de agua a menor profundidad.

### 3. Reduciendo la brecha entre urbanistas y especialistas del subsuelo

Con el objetivo de que los planificadores urbanos comprendan los beneficios de la utilización del subsuelo se hace necesario apren-

der de los compañeros. Oslo, Glasgow y Rotterdam están actualmente en etapas similares en cuanto al desarrollo de la información del subsuelo y su uso en el sistema de planificación espacial. Sin embargo, las ciudades de Rotterdam y Glasgow están más avanzadas que Oslo en términos de información disponible del subsuelo, debido a causas naturales y al desarrollo histórico de la ciudad. Rotterdam y Glasgow en consecuencia han puesto a prueba más técnicas y herramientas que Oslo para incluir información del subsuelo en el proceso de planificación. Gran parte de la experiencia, ejemplos y herramientas tratados en este trabajo se originan de Rotterdam y Glasgow. La cooperación y la evaluación comparativa entre las tres ciudades han permitido que se avance a un ritmo más rápido en la utilización de recursos limitados. El hecho de ser capaz de ver o vincular ejemplos prácticos es útil para los planificadores espaciales, ya que de esta manera pueden entender cómo las herramientas y técnicas pueden tener un impacto positivo en su trabajo.

Los mundos de los especialistas del subsuelo y los planificadores urbanos son diferentes. Los especialistas del subsuelo viven en un mundo de datos exactos, alto nivel de precisión y obstáculos; mientras que los planificadores urbanos se centran más en la realidad y las posibilidades futuras. En Rotterdam la iniciativa de incorporar el subsuelo al desarrollo urbano proviene del departamento de «gestión del espacio público» y la oficina de ingeniería. Tradicionalmente ellos comprenden la última parte de la cadena de desarrollo urbano, donde tienen lugar la concesión de permisos, la ejecución y el mantenimiento.

Los planificadores urbanos tienen el reto de combinar las funciones existentes, las ambiciones *verde* y *azul*, los programas climáticos, y las fluctuaciones políticas en sus planes espaciales. En Rotterdam una economía fuerte y una ciudad residencial atractiva son importantes. Al mismo tiempo, la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático 2030 de Rotterdam estimula la sostenibilidad del desarrollo urbano. Los problemas del subsuelo desde hace mucho tiempo no han estado en el centro de los procesos de planificación urbana hasta la fase de construcción, debido a que los problemas del subsuelo siempre han sido técnicamente resueltos. El conocimiento y la gestión del subsuelo acompañaron el desarrollo urbano en vez de restringirlo. Las discusiones y el intercambio de conocimientos en el marco de

la Acción COST TU1206 Sub-urban han demostrado que esto no es una situación única para Rotterdam, sino una tendencia general en la mayoría de ciudades de Europa y resto del mundo.

La introducción de información y conocimiento sobre el subsuelo no sólo es cuestión de incorporar datos; sino de crear conciencia sobre el potencial del subsuelo, acercando así los universos de dos comunidades diferentes. Esto comienza con la concienciación de la importancia del entorno del subsuelo urbano y de los recursos en el desarrollo de la ciudad, un proceso que está en sus comienzos en varias ciudades y países, y constituye la base para el desarrollo de la Acción COST TU1206 Sub-Urban.

En nuestra opinión, hay dos rutas principales para incentivar una conciencia que permita una mejor comprensión y uso de la información del subsuelo en los procesos de desarrollo urbano. Estas son: 1) el desarrollo de una política del subsuelo y 2) proporcionar información sobre el subsuelo. Estas dos vías deberían conducir a la misma meta, permitir que el conocimiento del subsuelo se difunda ampliamente con el fin de gestionar los riesgos y oportunidades; y maximizar los beneficios económicos, sociales y ambientales del subsuelo urbano y sus servicios de los que las ciudades dependen.

### 3.1. Desarrollo de la política del subsuelo

En las tres ciudades sometidas a este estudio, el subsuelo es tratado de acuerdo al principio de «atender por orden de llegada». Debido a que el subsuelo sirve cada vez más como dominio público, en las tres ciudades existe una ambición por regular de alguna manera el uso del subsuelo.

La ciudad de Rotterdam está desarrollando políticas para el uso del subsuelo. En esta empresa Rotterdam ha descrito, en general, cómo la ciudad desea proteger, utilizar, conservar o mejorar el entorno del subsuelo y/o los recursos. En este momento, Rotterdam está tratando de encontrar una manera de hacerlo más práctico y específico. Al mismo tiempo, el gobierno holandés está trabajando en un Concepto Estructural para el subsuelo a escala nacional, centrado sobre todo en el uso del subsuelo con importancia nacional (regional y más), tales como la extracción de gas, los recursos de agua subterránea y la energía geotérmica.

En Escocia no existe (aún) una legislación nacional relativa al subsuelo, pero se encuentra en desarrollo una aplicación para datos del subsuelo a escala de la ciudad. El subsuelo también ha sido específicamente incluido en el nuevo Plan de Desarrollo para Glasgow, que manifiesta la creciente conciencia de los responsables políticos.

En Noruega la legislación nacional está abierta a los métodos para producir planos en 3D, que se encuentran en la actualidad en fase de desarrollo. Al mismo tiempo, la actual Ley de Planificación y Construcción ofrece una gran cantidad de oportunidades para la realización de medidas que podrían implementar funciones futuras beneficiosas para la gestión municipal de la ciudad. En Oslo el «Proyecto del Subsuelo» se ha iniciado para hacer frente a los retos que plantea el subsuelo para el desarrollo de la ciudad. Este proyecto incluye investigaciones para encontrar maneras de regular y gestionar el subsuelo.

#### El subsuelo en los planes de desarrollo urbano

Las tres ciudades consideran la introducción del uso y manejo del subsuelo en los planes municipales. En nuestra opinión, la descripción del subsuelo en los diferentes planes municipales puede tener las siguientes intenciones:

- Hacer inventarios de objetos del subsuelo, cuestiones y planes con el fin de evitar el bloqueo de los planes debido a la competencia por el espacio físico o el servicio físico.
- Reconocer el subsuelo como una parte integral del espacio público, que se utiliza para facilitar las ambiciones del gobierno local considerándolo de modo semejante al espacio de la superficie de arriba.
- Producir una guía sobre cómo se quiere proteger, preservar, explotar o mejorar el subsuelo, en un marco de sostenibilidad, adaptación, etc.

La experiencia adquirida en Rotterdam ha demostrado que una ambición puede ser descrita en un plan, aunque todavía no esté claro si esa ambición podrá realizarse en la superficie de arriba o debajo. Si el plan general (superficie de arriba) y un plan temático del subsuelo constituyen documentos separados, se podrían producir declaraciones prematuras desafortunadas, incoherencias o falsas expectativas.

## Enfoque de Integración Espacial

En un futuro ideal las conexiones de un proceso de trabajo se realizan entre el subsuelo y el nivel de superficie de arriba, así como entre los objetos y/o funciones existentes y futuros. Rotterdam ha aplicado esta idea en un Enfoque de Integración Espacial (ver FIG. 2), combinando la planificación espacial de la superficie y el subsuelo.

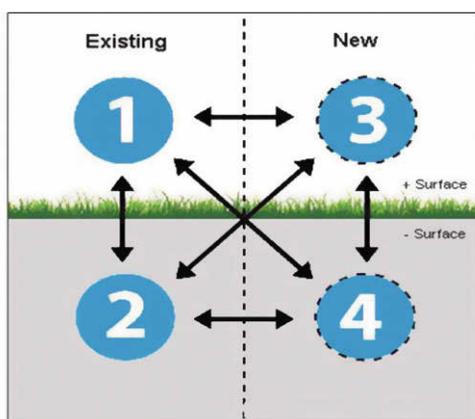


FIG. 2/ Enfoque de integración espacial, Ciudad de Rotterdam

Fuente: SKB.

Los cuatro compartimentos están relacionados entre sí. En el contexto de las funciones existentes (1 y 2) deben considerarse nuevas funciones (3 y 4) en el espacio público, tanto debajo como encima del nivel de la superficie. Siguiendo este proceso, posibles conflictos y sinergias se vuelven explícitos. Con este conocimiento, el desarrollo se puede evaluar de una manera tal que conduzca a la plena utilización de las posibilidades del espacio público como un conjunto, tanto por encima como por debajo de la superficie.

### 3.2. Proporcionando información del subsuelo

El aporte de información es una forma directa de comunicación entre los especialistas del subsuelo y los planificadores urbanos. Éste se compone de dos partes a) el tipo de información que se transfiere y b) cómo se comunica esta información. Para ambas partes las herramientas y técnicas de comunicación son cruciales con vistas a unir los diferentes mundos de planificadores y técnicos.

#### 3.2.1. Tipos de información

En Rotterdam los datos por sector se administran en bases de datos y son accesibles a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los planificadores urbanos utilizan datos del subsuelo en su proceso de trabajo, pero impulsados principalmente por la legislación (sectorial) y, por tanto, no se integran con otros subsuelos o con disciplinas de la superficie de arriba. Con la introducción de la herramienta «Scan-subterráneo» (ver sección 3.2.2), Rotterdam ha aumentado la accesibilidad de esta información a mapas de calidad que presentan obstáculos y oportunidades en el subsuelo - y zonas económicas, con simples leyendas de «semáforos». Mediante el uso de una leyenda sencilla que aporta diferentes tipos de información, se evita el argot y la información se hace comprensible para los planificadores urbanos, en la primera etapa del proceso de planificación. En esta etapa, las oportunidades y los riesgos relacionados con el subsuelo son mejor explicados, dando paso a una planificación urbana más sostenible y rentable. Del mismo modo, Glasgow está desarrollando una guía para los planificadores urbanos, indicando con qué especialista se debe hablar en ciertos casos, incluyendo a los especialistas del subsuelo. La reflexión integrada y la recolección de los tipos de datos disponibles constituyen allí temas centrales de atención.

#### 3.2.2. Herramientas de comunicación

##### Mapas de tentativa

En un ensayo para la creación de un plan maestro del subsuelo, Rotterdam produjo un mapa de tentativa digital estratificado, que incita al urbanista a tener en cuenta la información del subsuelo. El mapa permite descubrir el espacio (público) disponible mediante la eliminación del espacio utilizado para edificios, carreteras, cables y tuberías, árboles con sus raíces, diques con sus zonas de amortiguamiento, metros, etc. Estos mapas serán desarrollados más adelante.

##### Scan-subterráneo

El «Scan-subterráneo» se lleva a cabo en un ambiente de taller con especialistas del subsuelo y planificadores urbanos, donde se recopila la información básica, se analiza y se combina con los SIG en mapas económicos y de calidad. Las posibilidades de uso del subsuelo

están marcadas en los mapas de oportunidad, que responden a preguntas como «¿qué áreas en el plan de área son más o menos adecuadas para el desarrollo?» y «qué área es más barata para el desarrollo». Entre temas diferentes pueden hacerse combinaciones inteligentes, dando lugar a la mejora de los planes. Los mapas obtenidos se comparan con los mapas de ambición de los planificadores urbanos. Los mapas son pegados en la pared y los especialistas del subsuelo actúan como «leyendas vivas». Se utiliza una hoja de cálculo en la cual el lenguaje de los especialistas del subsuelo se confronta directamente con el de los planificadores urbanos. Las relaciones entre los temas vinculados al enfoque por debajo-por encima del nivel del suelo pueden ser visualizadas. La interacción dinámica entre los urbanistas y los especialistas del subsuelo durante el taller resulta visible a partir de una cohesión espacial de los principales temas por encima y por debajo del nivel del suelo.

**Contribución pública**

Glasgow utiliza *charrettes* para aportar todo tipo de conocimientos y experiencia a los planes urbanos. Un *charrette* es una sesión de colaboración en la que un grupo elabora una solución a un problema. Se trata de un método de consulta a todos los interesados y consiste en reuniones de varios días, con la participación de urbanistas, políticos, especialistas (del subsuelo y de la superficie encima del suelo) y de los residentes. Cuando un *charrette* se ce-

lebra en una fase temprana del proceso de planificación, los intereses municipales sobre las oportunidades y riesgos del subsuelo son introducidos con tiempo suficiente para crear sinergias y una planificación rentable.

Noruega también tiene una cultura muy avanzada para la participación pública en materia de desarrollo. Se organizan talleres públicos y seminarios para profesionales dirigidos a recopilar información destinada a la renovación de un área de gran envergadura. Rotterdam está considerando las posibilidades de la contribución de este tipo de herramientas públicas para introducir de forma oportuna la información del subsuelo en un proceso de desarrollo.

**Modelado 3D**

En Rotterdam se está desarrollando un modelo digital 3D del subsuelo de una parte de la ciudad, específicamente para ser usado al principio del proceso de planificación urbana. Se utilizan varios paquetes de software de modelado 3D, que difieren en su propósito, profundidad relevante y nivel de detalle. Esto dificulta el intercambio de información. El modelo 3D de «The Rotterdam» conecta varios paquetes de software de modelado 3D. Las cuadrículas se transforman en vóxeles, proporcionando un modelo de bloque que es más fácil de entender y en el que es posible hacer reservas de elementos y características a profundidades específicas, como se indica en la FIG. 3.

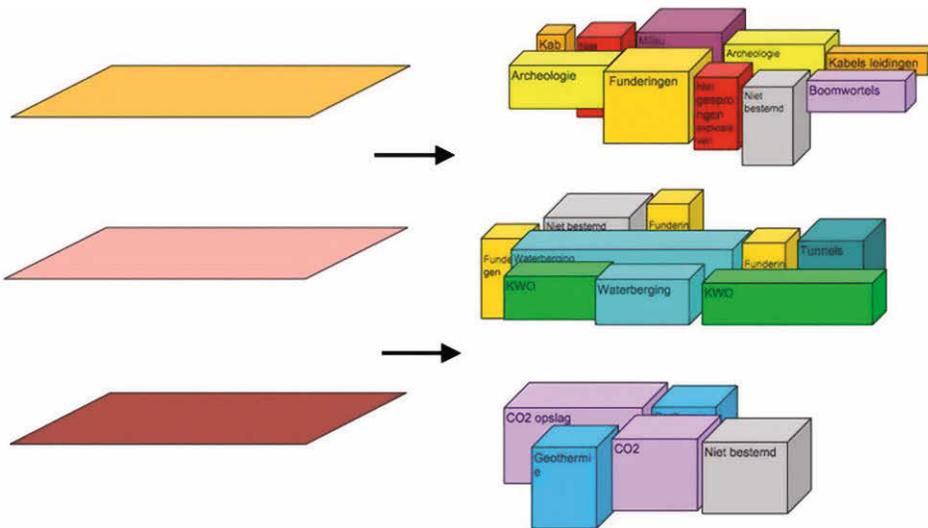


FIG. 3/ Modelo de bloques en 3D de las funciones del subsuelo

Fuente: Stadsontwikkeling Rotterdam (Ciudad de Rotterdam).

Una interfaz fácil de usar daría una idea a los planificadores urbanos de cómo el subsuelo se edifica, y también cómo ciertas funciones u objetos están reclamando el mismo espacio. Los avances futuros son el desarrollo de escenarios y la evaluación de los procesos dependientes del tiempo (4D).

Actualmente, Oslo está investigando la necesidad y el posible uso de un modelo digital en 3D del subsuelo. En las áreas piloto seleccionadas, las encuestas se llevan a cabo con los datos disponibles (tipo, cantidad y precisión), cuando es de valor para el modelo y con las tecnologías que se puedan utilizar. Oslo también ha construido un modelo físico 3D de la ciudad, basado en datos digitales disponibles, obtenidos por una ortofoto. Una gran cantidad de experiencia y conocimiento se ha adquirido con la actualización de los datos para prepararlos para la impresión 3D. Esto podría ser útil en la comunicación con los urbanistas así como con los ciudadanos.

### **Costos - beneficios**

Glasgow está desarrollando una herramienta para dar una idea a los promotores acerca de los efectos financieros del desarrollo espacial en el subsuelo. Rotterdam está tratando de relacionar los costos con los volúmenes del subsuelo ( $m^3$ ) y servicios del subsuelo, por ejemplo, la capacidad de fuerza básica y la capacidad de almacenamiento térmico. La valoración del entorno del subsuelo y de los recursos mediante la aplicación de costos y beneficios a funciones y volúmenes específicos, se espera que mejore la valoración del subsuelo como un aspecto de gran valor para la planificación urbana sostenible y rentable. También se espera que sea más fácil para los que no son especialistas del subsuelo.

### **Desafíos**

En las tres ciudades, la conciencia y la comunicación entre los planificadores urbanos y los especialistas del subsuelo es un proceso lento, que a veces resulta incómodo a pesar de las herramientas antes mencionadas. Con el fin de reducir la brecha entre los especialistas del subsuelo y los planificadores urbanos, algunas cuestiones necesitan ser superadas.

### **No hay (todavía) planificadores urbanos involucrados en la política del subsuelo**

En este momento la formulación de políticas es iniciada por el departamento de «gestión

del espacio público». Los promotores urbanos aún no están todavía totalmente conectados. En Rotterdam existe un contacto de procedimientos acerca de la información sectorial durante la fase de construcción.

### **Alcance de la política del subsuelo**

Los retos surgen para aquellas disciplinas en las que la política del subsuelo debería ser estrictamente regulada y/o donde la política sólo debe dar lugar a directrices. Otro tema es para qué disciplinas debería hacerse un análisis integral, sin frustrar los procesos que actualmente funcionan bien. Una selección debe hacerse sobre qué planes o directrices de política son los más apropiados para su uso.

### **Normas y permisos**

Con el fin de evaluar las interconexiones debería haber una visión general de las normas y requisitos de permisos para actividades en el subsuelo como: la excavación, la colocación de cables y tuberías u otros objetos, la contaminación en el suelo, la extracción de aguas subterráneas y la arqueología

### **Interferencias**

Las interferencias entre sistemas de pozos de energía en Noruega no están (aún) explicadas.

### **Propiedad**

En Oslo la propiedad de grandes estructuras del subsuelo como túneles no está oficialmente registrada. Cada ciudad se encuentra en la búsqueda de una forma legal de reservar algún espacio del subsuelo para funciones futuras, ya que por ahora se aplica el principio «atender por orden de llegada». Sólo los precios de la superficie de arriba del suelo se encuentran regulados. La superficie del subsuelo no se destina para ser comprada, sino tomada.

### **Enfoque integral de todas las cuestiones del subsuelo**

Los planificadores urbanos utilizan la información del subsuelo, pero a menudo sectorizada y demasiado tarde en el proceso de planificación. Esta es una oportunidad perdida, porque la mayoría de los beneficios se obtienen a través de un enfoque integral del espacio del subsuelo en las primeras fases de un proceso de

planificación espacial. Oslo cuenta con una serie de pautas a seguir, sobre cómo y cuando la información técnica debe ponerse en el proceso, y aquellas que se describen en un diagrama de flujo utilizado por los planificadores urbanos. Este diagrama de flujo se podría adaptar para asegurar un análisis temprano e integrado de la información, tradicionalmente sectorizada.

### **Nueva forma de trabajar**

Los especialistas del subsuelo deben cambiar su forma de trabajar, ya que ellos también lo han hecho tradicionalmente de una manera sectorial, y ahora tienen el reto de cambiar a una forma integrada de trabajar. Un desafío es el hecho de que durante la primera fase de un proceso de planificación no hay muchos datos exactos disponibles, lo que significa que el enfoque integral tiene que basarse en información incompleta con una precisión variable. Esto plantea un desafío para el especialista en subsuelo, quien a menudo tiene que evaluar y comunicar enormes incertidumbres en esta fase.

### **Responsabilidad pública y privada para la información del subsuelo en el proceso de planificación.**

La distribución de responsabilidades entre el promotor (privado) o contratista y el municipio plantea desafíos potenciales. Es particularmente relevante para la determinación de las consecuencias físicas del progreso en los aspectos del subsuelo (por ejemplo, la estabilidad del suelo o las velocidades de sedimentación) y sus efectos interrelacionados. Si el promotor tiene la responsabilidad de la encuesta de impacto, el alcance de la encuesta a menudo es probable que sólo abarque el área de desarrollo según el acuerdo presupuestario. Los efectos sobre el entorno más amplio, o sobre otros aspectos del espacio público, pueden no ser evaluados. Debido a que es interés de la ciudad controlar todos los impactos, incluyendo los alrededores, se sugiere responsabilizar al municipio o por lo menos contar con una verificación relacionada con su contenido. Esto significa que el municipio necesita poseer la correcta experiencia (tecnológica); ya sea para proporcionar evaluaciones técnicas o para asegurarse de que la externalización de las tareas, por ejemplo, a consultoras de ingeniería que cubran los estudios necesarios, y que las tareas sean llevadas a cabo con la calidad suficiente. En Rotterdam casi todas las cuestiones pertinentes del sub-

suelo están unidas a las aguas subterráneas y, por lo tanto, esta es una disciplina de gran relevancia para la ciudad. Los intereses públicos sí que implican la responsabilidad civil.

### **Propiedad y mantenimiento de datos**

La fiabilidad de los datos es la base para la interacción entre los especialistas del subsuelo y los planificadores urbanos. Incluso cuando la información es escasa, debería ir acompañada de metadatos. El mantenimiento de los datos es importante y plantea desafíos relacionados con la asignación de personal y los presupuestos. Debido a que el conocimiento y los datos a veces se encuentran dispersos en varios departamentos, es esencial acordar quién es responsable del mantenimiento y proporcionar los presupuestos correspondientes.

### **Restricción de la disponibilidad de datos**

La dispersión de los datos del subsuelo en diferentes formatos es un tema que supone un desafío para Oslo. Los datos que se clasifican como delicados a menudo son posibles de obtener, pero se requiere mucho tiempo para el acceso. Si los datos del subsuelo son accesibles donde son necesarios, se puede ahorrar tiempo y dinero en muchos procesos. El Ayuntamiento de Oslo se encuentra ahora definiendo qué datos y en qué detalle deben ser accesibles. En algunos casos ha sido necesario recurrir a procesos judiciales para obtener los datos, con consecuencias para el futuro de la accesibilidad. En este momento parece ser que Rotterdam no tiene muchas restricciones relativas a la disponibilidad de datos. Si es necesario, puede restringirse el acceso a objetos en sí, pero no a los datos sobre los objetos. En Rotterdam hay más preocupación por el hecho de que los datos del subsuelo puedan ser mal interpretados y que se lleguen a conclusiones incorrectas.

### **Uso de software**

Los planificadores urbanos no utilizan los datos y el software de la misma manera que los especialistas del subsuelo. Mientras que los planificadores urbanos utilizan software, principalmente para la presentación y visualización de su trabajo; los especialistas del subsuelo utilizan otro software analítico para analizar y presentar de la manera más precisa posible una imagen de la realidad. La incompatibilidad y la mala interpretación de los resultados obtenidos pueden plantear desafíos.

### Organización y red

Dentro de las ciudades a menudo hay muchos servicios diferentes (secciones) involucrados en asuntos del subsuelo. Los arreglos institucionales son un desafío para la inclusión oportuna de información del subsuelo en los procesos de planificación urbana, y mejorar la comunicación entre los especialistas del subsuelo y los planificadores urbanos.

### Entrenamiento

La mejora del conocimiento requiere entrenamiento, y apoyo continuo y asesoramiento de especialistas del subsuelo a los planificadores urbanos, y viceversa. La falta de una disposición sistemática de conocimientos dificulta el enfoque integral requerido para la planificación sostenible.

## 3. Conclusiones y recomendaciones

La Acción COST TU1206 Sub-Urban ha permitido una interacción única y una oportunidad de creación de redes entre especialistas del subsuelo y planificadores urbanos que trabajan en las ciudades. Por tanto, la acción ha contribuido activamente a transformar la relación entre los expertos que desarrollan el conocimiento del subsuelo, y los que pueden beneficiarse más de ella, los planificadores urbanos y responsables políticos.

Un punto clave de aprendizaje ha sido que un proceso iterativo mediante el cual el urbanista articularía sus necesidades (demanda) y, junto con el especialista del subsuelo desarrolla herramientas para cumplir estos requisitos (entregables) es un proceso que requiere tiempo, pero que es esencial. Las misiones científicas a corto plazo dirigidas al análisis *benchmarking* entre las ciudades de Glasgow, Rotterdam y Oslo sobre la planificación del subsuelo urbano, han demostrado ser un método rentable para identificar rápidamente las similitudes y diferencias entre cómo las ciudades están adaptando sus prácticas de planificación para incluir el subsuelo.

En nuestra opinión, hay dos rutas principales para incentivar una conciencia que permita una mejor comprensión y uso de la información del subsuelo en los procesos de desarrollo urbano. Estas son: 1) el desarrollo de una política del subsuelo y 2) proporcionar información sobre el subsuelo. Estos dos senderos deberían conducir a la misma meta, per-

mitir que el conocimiento del subsuelo se difunda ampliamente con el fin de gestionar los riesgos y oportunidades; y maximizar los beneficios económicos, sociales y ambientales del subsuelo urbano y sus servicios de los que las ciudades dependen.

En cuanto a la elaboración de políticas, se recomienda que la responsabilidad del desarrollo del conocimiento del subsuelo y la gestión de interrelaciones complejas entre las funciones de arriba y debajo del suelo, deban ser regidas por la autoridad legal. Con relación a esto se encuentra el hecho de que en las tres ciudades hay una tendencia a lograr que el promotor (privado) sea parcialmente responsable por el desarrollo/renovación de terrenos abandonados, proporcionando infraestructura verde y mantenimiento en el espacio público adyacente. Al incluir el subsuelo, se necesita un alcance más amplio para capturar los efectos y oportunidades del entorno, debido a que las influencias del subsuelo pueden extenderse más allá de las fronteras del sitio de desarrollo. Considerando que es interés de la ciudad controlar todos los impactos, incluyendo los alrededores, se sugiere responsabilizar al municipio o por lo menos contar con una verificación relacionada con su contenido. Esto significa que el municipio necesita poseer la correcta experiencia (tecnológica); ya sea para proporcionar evaluaciones técnicas o para asegurarse de que la externalización de las tareas, por ejemplo, a consultoras de ingeniería cubran los estudios necesarios y que las tareas sean llevadas a cabo con la calidad suficiente.

La descripción del subsuelo en los diferentes planes municipales puede tener las siguientes intenciones:

- Hacer inventarios de objetos del subsuelo, cuestiones y planes con el fin de evitar la obstrucción de los planes debido a la competencia por el espacio físico o el servicio físico. Se recomienda incluir esto en un sub-plan temático del subsuelo.
- Reconocer el subsuelo como parte del espacio público para facilitar ambiciones. Se recomienda su inclusión en el plan municipal regular o «integral» (maestro).
- Producir una guía para especificar la actitud hacia el subsuelo, proteger, preservar, explotar o mejorar el subsuelo. Esto podría ayudar a las ciudades a decidir dónde concentrar el esfuerzo. Se recomienda una directriz, incluyendo una visión del subsuelo o una declaración.

El aporte de información del subsuelo y la comunicación entre los planificadores urbanos y los especialistas del subsuelo es crucial, pero difícil. Se realizó un inventario de varias herramientas y métodos que se han probado para mejorar el flujo de información, la comunicación y la participación de especialistas del subsuelo y de los ciudadanos en los procesos de planificación urbana.

Con el fin de «construir puentes» entre los especialistas del subsuelo y los urbanistas, deben superarse una serie de retos que van desde las actuales políticas fallidas, leyes, reglamentos y permisos, flujos de trabajo inadecuados y prematuros, y la propiedad de los

datos hasta el uso de software, y la falta de acuerdos institucionales.

Lo desconocido es rechazado. La mejora del conocimiento requiere entrenamiento y apoyo continuo y asesoramiento de los especialistas del subsuelo a los planificadores urbanos, y viceversa. El fomento de una política que refleje la importancia del subsuelo y permita la planificación integral por encima y debajo de la tierra requiere de capacitación y apoyo. En la formación de los planificadores espaciales se recomienda hacer comprensiva la parte del subsuelo, y en la formación de los especialistas del subsuelo la parte de planificación espacial.

## 5. Bibliografía

COST-SUBURBAN WP1 (2015a): 3D model 'The Rotterdam', extracted from *Rotterdam between Cables and Carboniferous*, Stadsontwikkeling Rotterdam Engineering Consultants MRO, 09-03-2015.  
 — (2015b): 3. U-scan, extracted from 'Rotterdam between Cables and Carboniferous', Stadsontwikkeling Rotterdam Engineering Consultants MRO, 09-03-2015.  
*Statistics Norway*. <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/folkfram/aar/2014-06-17>.

*Norwegian planning and Building Act* <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.  
 «A short introduction to the geology around the inner part of the Oslo fjord.» University of Oslo: <http://www.mn.uio.no/geo/tjenester/kunnskap/geology-oslo-area/osloarea-bjorlykke.pdf>.  
*Oslo Municipality Sub surface project* «Sub Urban Oslo» COST Action TU 1206; State of the art report for Oslo municipality. Authored by «».