

Metodología de caracterización geológica de zonas urbanas: el caso del mapa geológico de Girona.

Resumen: En el marco del programa “Mapa geológico de las zonas urbanas a escala 1:5000” del Instituto Geológico de Catalunya se realizó la caracterización geológica de la ciudad de Girona y municipios colindantes. Para este proyecto se partía de un gran volumen de información de origen diverso, tanto de proyectos anteriores como de la campaña de campo propia mediante caracterización sistemática de afloramientos. Con el objetivo de homogeneizar con criterios geológicos toda esta información se estructuró una base de datos que facilitó su manipulación. La estructuración de la información permitió optimizar el tiempo y los recursos en el proceso de elaboración de un modelo geológico conceptualmente coherente, que finalmente se representa en forma de mapas geológicos de diversa índole, así como documentos y esquemas complementarios.

Palabras clave: mapa geológico, caracterización sistemática de afloramientos, bases de datos, estructuración de información, modelo geológico.

INTRODUCCIÓN

Interés de la caracterización geológica de zonas urbanas.

El estudio y caracterización geológica de la zona de Girona se enmarca dentro del proyecto de *Mapa geológico de zonas urbanas (MGZU5M)* desarrollado por el Instituto Geológico de Cataluña (www.igc.cat/web/es/mapageol_geotreballs_gt3.html) desde 2007. Este proyecto tiene por objetivo cartografiar y caracterizar geológicamente a escala 1:5.000 las zonas urbanas de Cataluña, considerándose como tal los municipios con más de 10.000 habitantes y todas las capitales de comarca. Con este trabajo se pretende poner al alcance de la sociedad un sistema de información detallado para facilitar la gestión y planificación de las principales zonas urbanas del territorio de Cataluña.

Datos de parida del mapa Geológico de Girona.

Durante el período de 2012-2013 se ha realizado, en el marco del proyecto MGZU5M, la composición del mapa geológico del municipio de Girona y alrededores, que abarca un total de 6 hojas de 8 km² a escala 1:5.000. Para este proyecto se disponía de información previa, elaborada por distintos autores, que consistía en: cartografías geológicas a distintas escalas, recopilación de datos de afloramientos, datos de laboratorio e informes geotécnicos con un gran número de sondeos. El formato de la información,

al proceder de distintas fuentes, era muy heterogéneo. En base a esto, el primer reto del proyecto es el de homogeneizar los datos geológicos existentes hasta la fecha.

METODOLOGÍA

La necesidad de un flujo de trabajo concreto.

La cartografía geológica de zonas urbanas presenta la peculiaridad de contar con pocos afloramientos. Sin embargo, en estas zonas se puede disponer de abundantes estudios del subsuelo locales de muy diversa procedencia.

Con el objetivo de aprovechar toda la información al alcance, optimizar recursos y tiempo en el proceso de caracterización del objeto de estudio geológico, apostamos por la necesidad de poner especial atención en el **flujo de trabajo** y las **herramientas** a emplear.

El flujo de trabajo que aplicamos comprendió una primera etapa de **estructuración de una base de datos** que permitiera incluir, siempre que fuera posible de manera tabulada, toda aquella información geológica necesaria para el proyecto. El segundo paso consistió en **alimentar la base de datos** con toda aquella información que se pudo **homogeneizar** con criterios geológicos y rescatar de trabajos previos. Un **análisis** posterior permitió determinar las lagunas de información existentes. Esta falta de información puede ser de

dos tipos: falta de cobertura espacial, o caracterización precaria de materiales o estructural. La penúltima fase consistió en **trabajo de campo** mediante la **caracterización sistemática de afloramientos geológicos** para

la densificación de datos, incluyendo toma de muestras y análisis de laboratorio. Por último se interpretan y representan todos los datos elaborando un modelo geológico.



Figura 1 Flujo de trabajo utilizado para la caracterización geológica de Girona, con distintos ejemplos de los documentos generados en cada paso de la metodología: A) uno de los mapas geológicos e informes geotécnicos de la información diversa de partida, B) ficha de caracterización de afloramientos, C) visualización de la base de datos en un entorno SIG, D) base de datos, E) realización de perfiles geológicos en un entorno CAD para comprender la estructura geológica de la zona, F) modelo geológico 3D y en planta de la superficie pre-cuaternaria de la zona de Girona.

Estructuración, homogenización y almacenamiento de los datos.

Para el proyecto se estructuró la información de manera digital, homogenizada con criterios geológicos, mediante una base de datos que permite su clasificación, ordenación y manipulación de forma ágil y cómoda. Esta base de datos fue creada mediante el software Microsoft Access 2007, y diseñada pensando en almacenar un gran volumen de información, entre la cual abundantes archivos de imágenes tales como fotografías y esquemas de campo, documentos de testificación de sondeos y actas de ensayos de laboratorio y de campo.

Adquisición de datos de campo

La adquisición de datos de campo se realiza mediante la **caracterización sistemática de afloramientos geológicos**. El método consiste en la elaboración de **fichas de afloramientos** estructuradas en campos que permiten insertar el mayor número de características posibles de manera tabulada. Se entiende por afloramiento aquella porción de la superficie terrestre en la cual se pueden observar de manera directa las características de los materiales que constituyen el subsuelo, incluyendo en esta definición los materiales de origen antrópico. La ficha de afloramiento es el conjunto de información que deriva de un afloramiento y contiene las siguientes temáticas: identificación, localización, características de la zona aflorante, materiales y sus propiedades principales, fotografías, esquemas geológicos, muestras, ensayos, medidas de discontinuidades y estructuras, y cualesquiera otros atributos geológicos complementarios. La ficha se puede representar de forma parcial o completa ya sea en papel o digitalmente. De manera complementaria a la caracterización de afloramientos, que son asimilables a elementos puntuales, se elabora, si es posible, una cartografía de detalle a escala 1:5.000 o inferior de líneas y polígonos.

La captura de los datos de campo se puede realizar sobre **soporte analógico o de forma digital**. El formato analógico consiste en la representación cartográfica sobre ortofotografía y mapa topográfico y plantillas de las fichas de caracterización de afloramientos. El soporte digital consiste en la utilización de dispositivos portátiles

con GPS integrado que permiten trabajar en un entorno georeferenciado.

En este entorno, la caracterización de afloramientos se realizó mediante formularios personalizados adaptados al conjunto de información geológica que pueden incluir las fichas. La información se introdujo directamente en la base de datos de manera georeferenciada.

Modelización geológica

Se elaboró un modelo que permitió encajar los datos disponibles en un entorno sólido conceptualmente. Este modelo incluye una simplificación de la realidad mediante la agrupación de materiales en unidades geológicas que compartan características. Las unidades se caracterizan litológicamente y desde un punto de vista genético, además de sus propiedades físico-químicas, su distribución en superficie y la interpretación en profundidad y del contexto estructural, en base a la integración de toda la información disponible.

Desde un punto de vista geológico, el principal esfuerzo de modelización y comprensión en este proyecto fue en relación a los materiales de edad pliocena y cuaternaria. Para los pliocenos, se trató de determinar su ambiente paleogeográfico y su relación con el contexto tectónico de la cuenca. En los sedimentos cuaternarios, el reto consistió en elaborar un modelo coherente con los datos recientes de oscilaciones del nivel de base a escala regional.

El modelo se representa mediante mapas, perfiles geológicos, y otros esquemas complementarios que ayuden a su comprensión.

RESULTADOS

La base de datos incluye de forma estructurada el conjunto de información homogeneizada. Estos datos clasificados son:

- 1708 estaciones de afloramientos, incluyendo las de trabajos previos homogeneizadas
- 1119 medidas de buzamiento
- 1260 descripciones de materiales
- 218 muestras
- 2532 fotografías
- 1526 sondeos

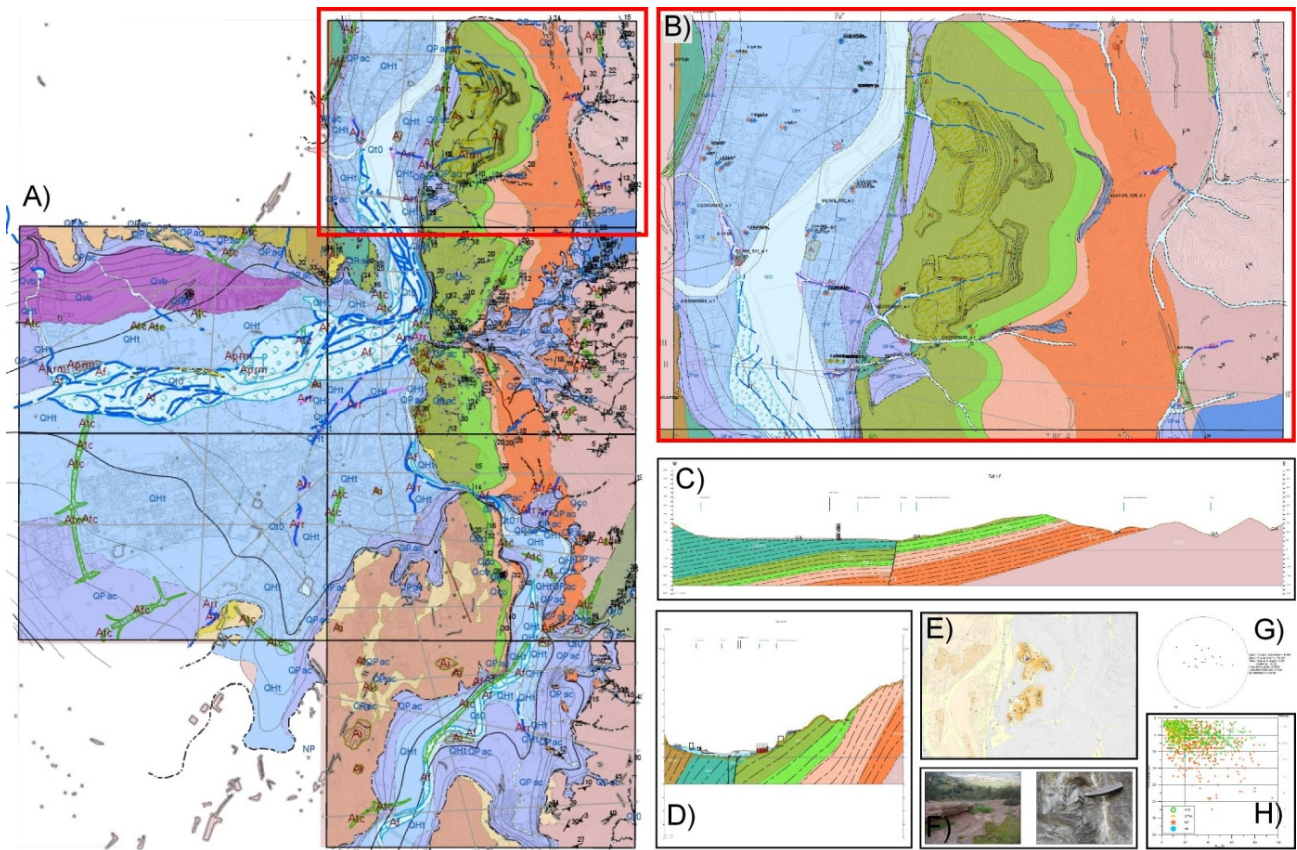


Figura 2 Resultado del modelo geológico, expresado mediante distintos elementos de visualización: A) mapa geológico general, compuesto de 6 mapas geotemáticos a escala 1:5000, B) Mapa geológico de zonas urbanas a escala 1:5000, C) Perfil geológico general, D) Perfil geológico de más detalle, E) Mapa de isopacas, F) Fotografías para mostrar el aspecto de dos unidades geológicas en la zona del mapa, G) Ejemplo de Falsilla de Smitch con proyección estereográfica, H) Ejemplo de gráficos de parámetros físicos correspondientes al golpeo SPT-profundidad.

El resultado del modelo geológico se ha expresado mediante 6 mapas geotemáticos a escala 1:5.000:

- Mapa de afloramientos
- Mapa de depósitos antrópicos
- Mapa de depósitos cuaternarios
- Mapa del basamento precuaternario
- Mapa referente a la información de la red hidrográfica histórica
- Mapa de las isobatas del basamento precuaternario

Además, se elabora un mapa geológico principal que integra toda la información cartográfica de superficie, y se acompaña de un documento de descripción de las unidades geológicas y una descripción del marco geológico para cada hoja. Así mismo, se elaboraron varios esquemas complementarios.

CONCLUSIONES

La organización de grandes volúmenes de información geológica en una base de datos muy completa ha

permitido, en primer lugar disponer de toda la información geológica estructurada y en el formato conveniente. Así, se han podido emplear varias herramientas de procesado y representación (proyecciones estereográficas, proyecciones de datos estructurales en perfiles, visualización en tiempo real en entorno SIG) que han supuesto una optimización en el proceso de modelización. Esta optimización redundará en una mejor comprensión de la geología y un ahorro en tiempo.

Así mismo, la utilización de los métodos digitales en campo ha permitido, también, optimizar el tiempo necesario en la adquisición de los datos y, especialmente, la transferencia directa en el entorno de la base de datos. Con ello se minimizan los errores de transcripción, a la vez que supone una disminución importante en tiempo de tareas mecánicas.