

Estimación del volumen de huecos mineros en el batolito de Linares (Jaén)

Estimation of mining voids volume in the batolith of Linares (Jaen)

C. Marín Lechado(*), J. Benavente Herrera(**), J.C. Rubio Campos(*)

(*) Instituto Geológico y Minero de España. Oficina de Proyectos de Granada. C/ Neptuno nº 1. 18004. Granada.

(**) Instituto del Agua. Universidad de Granada. C/ Ramón y Cajal, 4. 18071. Granada.

ABSTRACT

In the mining district of Linares (Jaén, Spain) an important underground mining activity has taken place until the first 90's, based on the exploitation of metal sulphides related to a framework of veins within a granite batolith. Actually, the mining have been abandoned, leaving as a result an important number of voids (shafts, galleries and veins excavated). After the closure of the mines, as a consequence of the stopping of the drainage pumping operations, the potentiometric levels have risen and the majority of the artificial voids are currently flooded. It's necessary to quantify the mining voids volume for water reserve evaluation. The stimation of the mining voids has been carried out from digital image analysis of vertical sections planes of the exploitation works. There is a fraction of mines that haven't got vertical sections planes available. In this case, we have estimated the volume of voids from statistical study and linear regression functions, vein longitude versus voids volume. The total amount of voids calculated is 13,1 hm³.

Key words: *underground mining, hydrogeology, veins, galleries, mine voids.*

*Geogaceta, 30 (2001), 79-82
ISSN:0213683X*

Introducción y objetivos

Las labores mineras del distrito de Linares (Jaén) se remontan a la época fenicia y perduran hasta el cese de la actividad a principios de la pasada década de los noventa. Testigos de la importancia que tuvo el desarrollo de la minería en el área son los numerosos restos de patrimonio minero-industrial relacionados con la explotación del importante complejo filoniano de sulfuros, con galena como mineral predominante. La principal evidencia en el terreno de tales actividades es la existencia de una superficie relativamente importante ocupada por escombreras de minería y fundición. Ello refleja la existencia de un considerable volumen de huecos en el interior del batolito granítico, en relación con el conjunto de labores interiores (pozos, galerías, explotación del filón en "cámaras almacén", etc.) ahora abandonadas.

El cese de las explotaciones supuso la inundación parcial de los huecos mineros al paralizarse las operaciones de drenaje, tradicionalmente

mediante bombeo de agua subterránea, si bien es de reseñar la existencia de una galería de drenaje general, finalizada en 1963, de unos 12 km de longitud, que intercomunica una serie de minas y que en la actualidad funciona como el principal punto de descarga por gravedad del sistema, con caudales del orden de 50-70 l/s, e impone a su vez el valor de la cota piezométrica en buena parte del batolito.

Las anteriores circunstancias contrastan con el carácter general de permeabilidad baja a muy baja que tradicionalmente se atribuye al batolito de Linares en estudios hidrogeológicos regionales (Diputación de Jaén-ITGE, 1999), si bien en otros trabajos previos ya se apuntaba la presencia de galerías y pozos mineros con agua, que revelaba un comportamiento acuífero del área (ITGE, 1989; Rubio *et al.*, 1991). Por ello se juzgó de interés profundizar en el estudio de detalle de la hidrogeología de este enclave geológico-minero y, en particular, en la evaluación de sus reservas de agua. De esta labor el primer paso ha

correspondido a la evaluación del volumen de los huecos mineros existentes, aspecto que constituye el objeto de este trabajo.

Metodología

El punto de partida ha sido el reconocimiento de la situación de las minas, trazas de los filones explotados, pozos de acceso, chimeneas, etc., a partir de planos generales mineros del distrito. En una fase posterior se han recopilado los planos de labores interiores consistentes en secciones verticales sobre la traza del filón, donde se representan la disposición de las galerías, pozos, chimeneas y zonas del filón explotadas, tomando como base el archivo de la Escuela Universitaria Politécnica de Linares. No obstante, no se ha podido obtener la totalidad de las labores existentes, pero si una representación suficiente de las mismas, generalmente las últimas minas en operación.

Los documentos recopilados corresponden a planos (fig. 1), a veces

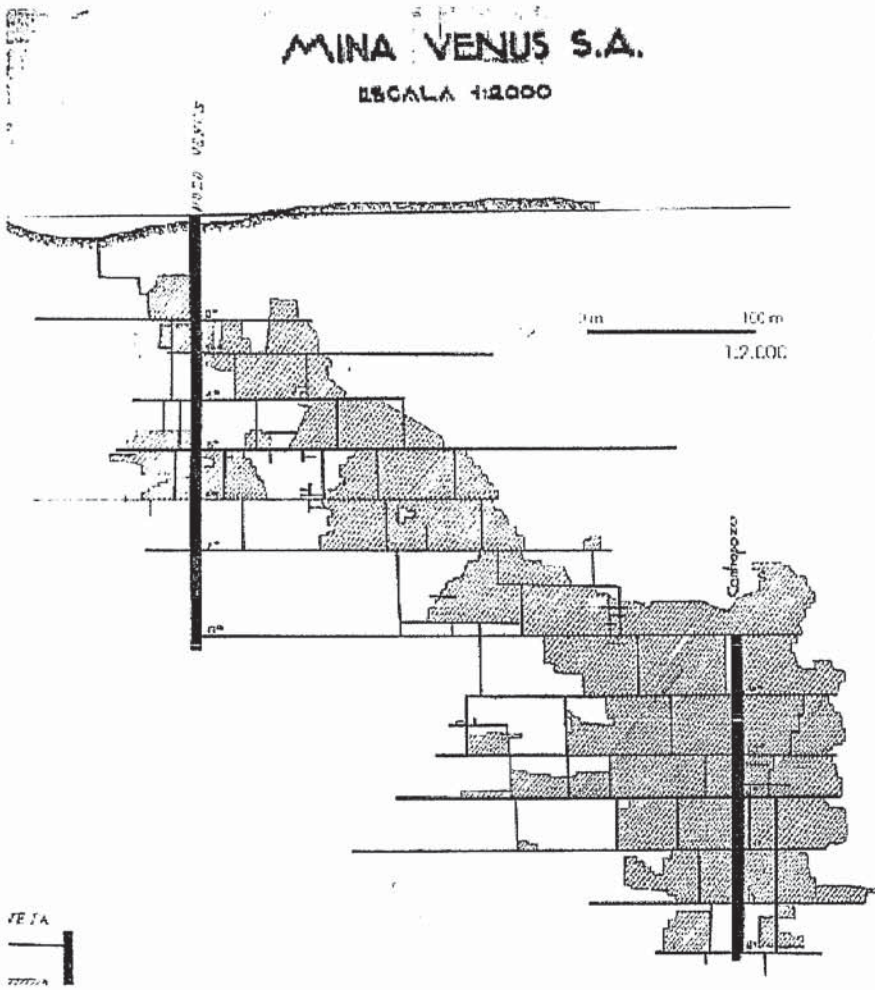


Fig. 1.- Ejemplo de plano de sección vertical de la Mina Venus (distrito de Linares).

Fig. 1.- Example of vertical section plane of Venus Mine (Linares district).

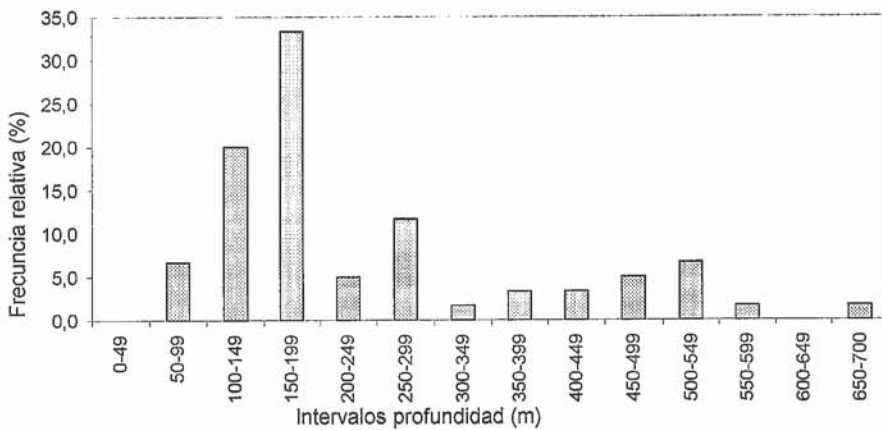


Fig. 2.- Histograma de frecuencias relativas de las profundidades máximas alcanzadas por las minas.

Fig. 2.- Relative frequency histogram of maximum depth of mines.

de principios de siglo, en los que los criterios de delineación de las labores mineras no eran homogéneos en lo que se refiere a la utilización de tramas y rellenos diferentes para la

delimitación de las áreas de filón explotadas. Obtener para cada sección estudiada la superficie de huecos mineros existentes ha sido una labor que se ha realizado mediante técnicas de

análisis digital de imágenes (Cardenal *et al.*, 2000 y Marín, 2000) en un total de 70 minas o planos de labores.

El resultado, considerando que los espesores medios de filón excavados en el área están generalmente entre 1.5 y 2m, conduce a un volumen de 8,6 hm³.

Existe, sin embargo, una fracción del conjunto de las minas, con un total de 73 filones, correspondientes por lo general a minas de menor entidad, de las que por diferentes causas no ha sido posible disponer de la información gráfica anteriormente descrita. Para éstas se ha procedido a una estimación indirecta del volumen de las labores mineras, tras un análisis estadístico descriptivo de las variables longitud del filón, medible en los planos de superficie, y profundidad de la mina, a partir de los datos que se recogen en Gutiérrez, (1999).

Resultados y discusión

Las explotaciones subterráneas de origen minero presentan en el área una gran dispersión en sus valores de profundidad máxima. Ello depende, entre otras razones, de la capacidad que tuvieran las empresas en su día para soportar los mayores costes extractivos y, particularmente, de los gastos derivados de las labores de drenaje de las aguas subterráneas. Es de destacar, a este respecto, que el predominio mundial de Linares en la minería del plomo debe relacionarse con la implementación en las tareas de desagüe, primero, de la máquina de vapor, a finales del siglo XIX, y más tarde con el uso de la electricidad. En la figura 2 se representa una distribución de frecuencias de las profundidades alcanzadas de las minas evaluadas. De dicha figura se desprende la conveniencia de distinguir en el análisis estadístico tres grupos de minas de acuerdo con otros tantos intervalos de profundidad: I (0-200 m); II (200-400 m); III (>400).

Las minas con documentación gráfica, y en las que se ha determinado su volumen de huecos, se han incluido en cada uno de estos tres grupos. Se ha efectuado para cada grupo o clase una correlación volumen - longitud de filón, con ajuste de rectas de regresión lineal (figura 3). Los coeficientes de correlación obtenidos para las clases I,II y III son de 0.79, 0.99 y 0.96, respectivamente, lo que indica el buen ajuste de las rectas de

Conclusiones

La cuantificación del volumen de los huecos mineros del batolito de Linares se ha efectuado, en una primera fase, a partir del análisis digital de imágenes de secciones verticales de las explotaciones. En los casos en los que no se disponía de tales documentos gráficos se ha efectuado una estimación indirecta a partir de la longitud del filón, previa categorización de las minas en función de la variable profundidad máxima. El volumen total de huecos obtenidos supera ligeramente los 13 hm³.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto HID98-0983 del Plan Nacional de I+D de la DGICYT y gracias a la colaboración de la oficina de proyectos del IGME en Granada con motivo del desarrollo de una beca de formación de uno de los firmantes (C.M.L.). Agradecemos a un revisor anónimo la crítica favorable del artículo y los comentarios al mismo. No sería posible incluir respuestas a las interesantes cuestiones que plantea sin alterar la composición original de forma sensible, aunque sus sugerencias serán tenidas en cuenta en la difusión de los resultados posteriores de la investigación.

Asimismo, es de reseñar la inestimable ayuda prestada por el profesor de la Escuela Universitaria Politécnica de Linares (Universidad de Jaén) D. José Dueñas Molina, al facilitar la consulta de la documentación gráfica y planos de labores mineras.

Referencias

- Cardenal, J.; García, S; Delgado, J; Hidalgo, C; Marín, C; Benavente, J. (2000): *Patrimonio Geológico y Minero en el marco del desarrollo Sostenible. Colección temas Geológico Mineros, v. 31 (Rábano, I., ed.), I.G.M.E.: 149-158.*
- Diputación de Jaén - ITGE (1999): *Atlas Hidrogeológico Provincia de Jaén.* 175 pp.
- Gutierrez, F. (1999): *Las Minas de Linares.* 667 pp. Col. Of. Ing. Téc. Min.
- ITGE (1989): *Investigación hidrogeológica de un área granítica situada al NE de Linares.* Informe interno.
- Marín, C. (2000): *Memoria anual sobre los trabajos desarrollados en relación con la beca de formación ITGE.* Inédito.
- Rubio, J.C; González, A; Rosino, J; Castillo, E. (1991): *III Simposio sobre el Agua en Andalucía (Córdoba), 585-597.*

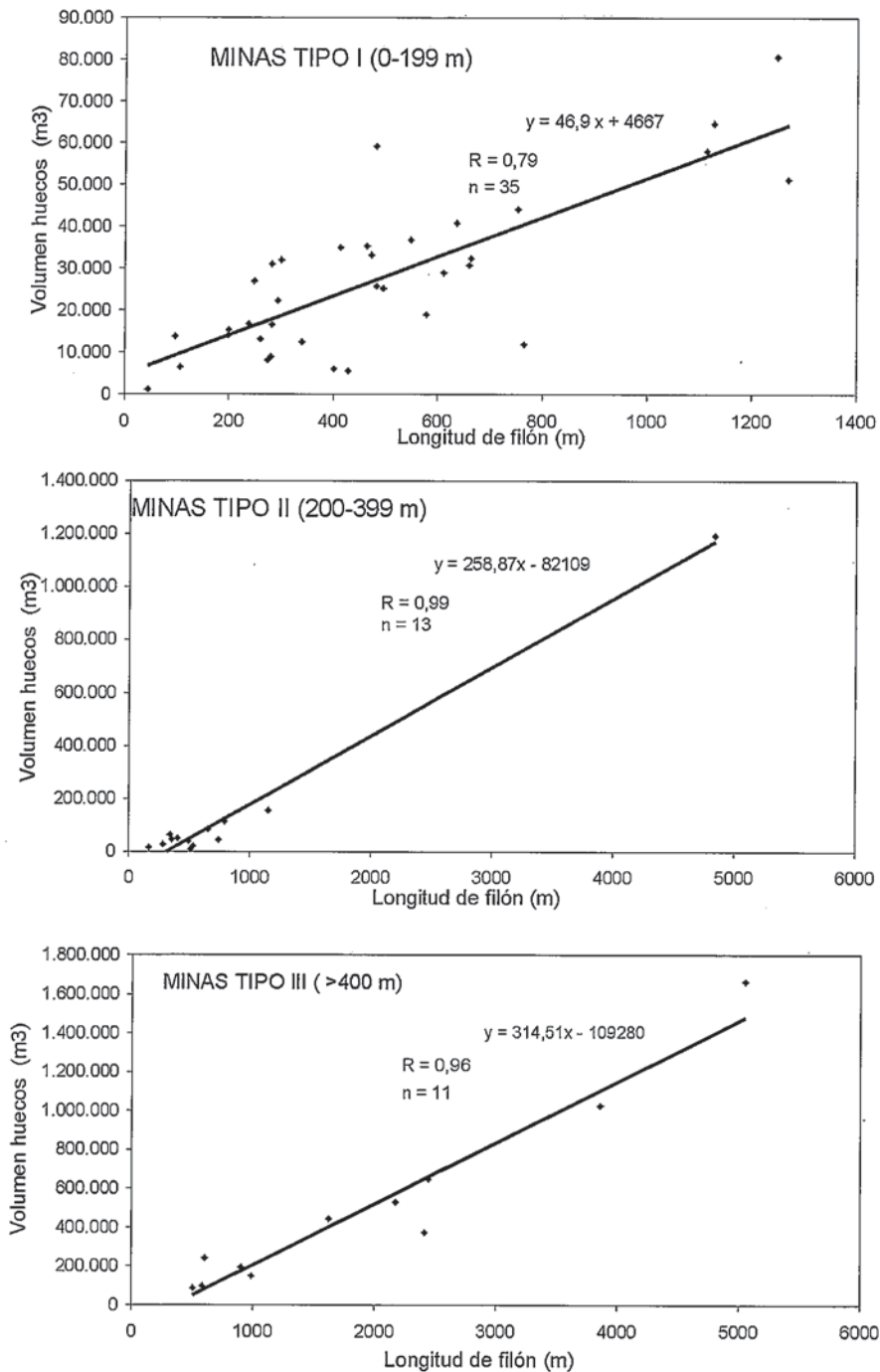


Fig. 3.- Funciones lineales de regresión longitud del filón-volumen de huecos de cada grupo.

Fig. 3.- Linear regression functions, vein longitude versus voids volume from each class.

regresión. Las pendientes de las rectas de regresión son crecientes a medida que la clase o grupo pertenece a un intervalo de mayor profundidad. Esto es coherente, pues a igualdad de longitud de filón el volumen de huecos es mayor al aumentar la profundidad de la mina.

La determinación del volumen huecos de las restantes minas se ob-

tiene a partir de la longitud del filón y de la función lineal volumen-longitud correspondiente al grupo al que pertenezca la mina según su profundidad.

El resultado de los volúmenes de huecos estimados para el conjunto de minas en el distrito es de 2.24 hm³ (grupo I), 5.11 hm³ (grupo II) y 5.79 hm³ (grupo III).