

III. HIDROGEOLOGÍA DEL ENTORNO DE LAS CORTAS MINERAS

El conocimiento existente sobre la hidrogeología del entorno de las cortas se basa principalmente en los diferentes estudios realizados por [Boliden Apirsa, S.L. \(BAPSL\)](#), recogidos en los diferentes informes presentados a la Administración para la obtención de los permisos necesarios para la reanudación de la actividad minera después del accidente ([BAPSL, 1998, 1999, 2000 a y b, y 2001](#)).

La información que a continuación se presenta es una síntesis del informe más moderno, y por tanto el más completo de todos los realizados sobre la hidrogeología del Paleozoico en el entorno de las cortas. Con la información generada en esta serie de informes se alcanza un conocimiento que supera notablemente al de un modelo hidrogeológico conceptual del entorno minero.

Boliden Apirsa, S.L. recalibró con los datos obtenidos hasta el año 2001 el “Modelo hidrogeológico del entorno de las cortas” desarrollado previamente en el año 1999, y que había sido mejorado posteriormente ([BAPSL, 2000 b](#)), introduciendo nuevos datos generados en sondeos de investigación, con ensayos de permeabilidad realizados por el IGME, y nuevos datos piezométricos en el entorno Paleozoico de las cortas.

El objetivo final del modelo era establecer las funciones de transferencia de agua subterránea entre las formaciones paleozoicas y las cortas mineras y el túnel de exploración del yacimiento de Los Frailes, una vez terminada la operación minera correspondiente a la fase 2 del proyecto original de explotación de la mina Los Frailes. Al final de esta fase la corta Los Frailes tendría una cota en el fondo de -170 m, no habría alcanzado al arroyo de Los Frailes, y por tanto no se habría desviado este, y su cota de rebose sería 54 m (todas las cotas están referenciadas respecto al nivel del mar). Es importante señalar que este escenario para la corta Los Frailes, coincide con la situación cuando finalizó la explotación, y por tanto, con su estado actual.

Las cortas se han excavado sobre materiales paleozoicos de naturaleza volcánica (Complejo Vulcano Sedimentario, CVS) y metamórfica (Grupo PQ). Las formaciones del CVS se encuentran limitadas por dos formaciones de baja permeabilidad (entre 10^{-7} y 10^{-9} m/s), las pizarras y grauvacas del Grupo PQ al Norte y las Pizarras Negras al Sur, que forman dos bandas continuas de dirección prácticamente E-O y buzamiento norte.

Las masas mineralizadas, por la intensa tectonización que presentan, constituyen cuerpos de mayor permeabilidad (10^{-5} m/s) y capacidad de almacenamiento que el medio geológico encajante. Es habitual en la FPI que las masas mineralizadas presenten una significativa permeabilidad y capacidad de almacenamiento, que se traduce en la afluencia de importantes caudales de agua cuando son alcanzadas por las labores mineras. Las masas mineralizadas principales presentan la dirección y buzamiento regional, aumentando en profundidad hacia el E.

Las riolitas del CVS es la litología, junto con las masas mineralizadas, que presenta mayor permeabilidad (entre 10^{-5} y 10^{-6} m/s), pero se presentan como cuerpos discontinuos de escaso desarrollo, excepto uno que se extiende desde el flanco oriental de la corta Aznalcóllar (actualmente cubierto por los estériles de la corta Los Frailes)

hasta más al E del túnel de exploración de Los Frailes, sin llegar a aflorar en el cauce del arroyo Los Frailes.

En virtud de los datos obtenidos en los sondeos realizados en la formación Pizarras Negras, litología con orientación este-oeste y fuerte buzamiento al norte (70°), interponiéndose entre las cortas y los materiales terciarios; se puede suponer que ésta actúa como una barrera hidrogeológica ante un flujo subterráneo de dirección norte-sur debido a su baja permeabilidad (en su tramo inferior 10^{-8} - 10^{-9} m/s, con una potencia de más de 150 m). Por tanto, la simulación de esta formación se ha llevado a efecto admitiendo esta baja permeabilidad norte-sur.

En su conjunto el Paleozoico puede asimilarse a una matriz de materiales muy impermeables (10^{-8} - 10^{-9} m/s) que contiene cuerpos husiformes de materiales geológicos (riolitas y piritas), que debido a su intensa tectonización y presencia de fracturas y diaclasas, presentan una permeabilidad secundaria relativamente elevada (10^{-5} a 10^{-6} m/s). La disposición E-O de las formaciones paleozoicas junto a sus diferencias de permeabilidad da origen a una anisotropía en el modelo de flujo subterráneo. Así, para aquellas zonas donde existan materiales de mayor permeabilidad (riolitas o masas mineralizadas) se originará un flujo preferencial en sentido E-O.

El Paleozoico se podría considerar de este modo como un “acuífero libre” de muy baja permeabilidad. La recarga se produce a partir de la pluviometría que cae directamente sobre él, y la descarga a través de los valles fluviales que lo surcan. La excavación de las cortas y la perforación del túnel, con sus correspondientes bombeos, suponen una importante alteración del sistema de flujo natural de las aguas subterráneas en ese entorno. Por lo que las cortas mineras constituyen los sumideros en el sistema hidrogeológico Paleozoico, con gradientes piezométricos importantes en las proximidades de las cortas.

BAPSL ha estimado que la recarga que reciben las formaciones paleozoicas a partir de la infiltración de la precipitación directa sobre las mismas es del orden de 5 mm/año para pizarras y cuarcitas, 4 mm/año en rocas volcánicas, 8 mm/año si la roca volcánica es una riolita, y 2 mm/año en pizarras negras. En cuanto al coeficiente de almacenamiento o porosidad eficaz, que presentan las diferentes litologías, se ha estimado en 0,1 % para pizarras negras y materiales volcánicos (excluyendo riolitas y volcanitas muy fracturadas), 0,25 % para cuarcitas y pizarras, 0,5 % para zonas muy tectonizadas y con intrusiones ácidas, 5 % para riolitas muy fracturadas y zonas encajantes de la mineralización, y 5-10% para masas de pirita. En cuanto a la evaporación anual estiman, si bien con escasos datos, que puede ser del orden de 1.500 mm/año.

Una vez calibrado el modelo matemático, se ha utilizado para evaluar la variabilidad en el tiempo de los caudales subterráneos transferidos entre el Paleozoico, las cortas y el túnel, para distintos estados de la cota de la lámina de agua en las cortas, en las condiciones de clausura (cota 0 m en Aznalcóllar) y abandono de la actividad minera. Para calcular la evolución de los niveles de agua en las cortas se desarrolló un modelo específico de balance en las cortas (BAPSL, 2000 a y b).

En la Figura 3.1, a modo de síntesis, se tiene la evolución de los caudales transferidos entre el Paleozoico y los huecos mineros (cortas y túnel) en función de la cota de la lámina de agua en la corta Los Frailes (CFRF), fijando la cota cero en la corta Aznalcóllar (CAZ). Esta condición sobre la cota de la lámina de agua en la corta Aznalcóllar es necesario recordar que se viene manteniendo desde el abandono de la explotación. Por tanto los resultados plasmados en esta gráfica son aplicables a la situación actual.

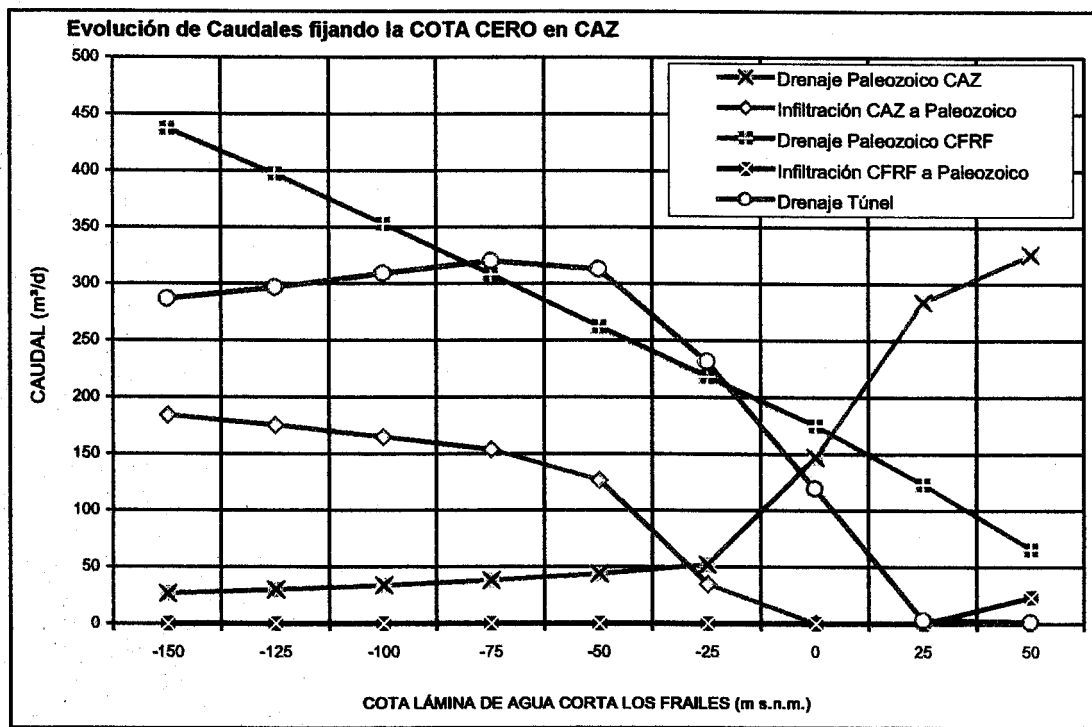


Figura 3.1. Estimación de los caudales transferidos entre el Paleozoico y los huecos mineros (corta Aznalcóllar (CAZ), corta Los Frailes (CFRF) y túnel), en función de la cota de la lámina de agua en la corta Los Frailes, manteniendo la cota cero para la lámina de agua en la corta Aznalcóllar (BAPSL, 2001).

De este modo se prevé que el agua infiltrada desde el Paleozoico a la corta Aznalcóllar es inferior a 50 m³/día mientras el agua de la corta Los Frailes no este cercana a la cota -25 m. Y la pérdida desde la corta Aznalcóllar al Paleozoico se estima en algo menos de 150 m³/día con el nivel actual del agua en la corta Los Frailes (-61 m).

La entrada de agua subterránea desde el Paleozoico a la corta Los Frailes dependerá de la cota de la lámina de agua en su interior. Por ejemplo, para un nivel de agua en la corta de -150 m el modelo calcula que entran alrededor de 450 m³/día, con el nivel actual (-61 m) la entrada de agua estaría en unos 275 m³/día. Sería necesario que el agua en la corta alcanzara la cota +25 m para que se infiltrara agua al Paleozoico desde la misma.

En la situación actual el caudal drenado desde el Paleozoico por el túnel de exploración superaría los 300 m³/día, y sería necesaria la elevación de la lámina de agua en la corta Los Frailes hasta los -50 m, para iniciarse su reducción. Este túnel de exploración tiene

su boca de entrada al sur de la corta Los Frailes a cota 56 m, y siguiendo una dirección N 15° E durante 1.200 m alcanza la corta Los Frailes a cota -123 m. Este túnel actúa como una línea de drenaje de los materiales paleozoicos perforados.

En resumen, y para la situación actual, estando el agua de la corta Aznalcóllar en la cota 0 m y la de Los Frailes en -61 m, las entradas de agua a esta última se estiman en ~600 m³/día provenientes como infiltración desde el Paleozoico y como drenaje desde el túnel. Para la corta Aznalcóllar el balance de intercambio con el Paleozoico es negativo, resultando una pérdida de agua de ~150 m³/día.

En definitiva, según los resultados obtenidos de la utilización del modelo digital calibrado de flujo subterráneo en el entorno de las cortas mineras (BAPSL, 2001), una vez que se abandonó la mina Los Frailes, y mientras se mantenga indefinidamente la cota 0 m en la corta Aznalcóllar, a medida que aumenta el nivel del agua en la corta Los Frailes se están produciendo los siguientes efectos:

- i) Un aumento progresivo de los caudales drenados desde el Paleozoico a la corta de Aznalcóllar.
- ii) Una disminución de los caudales infiltrados desde la corta Aznalcóllar a las formaciones paleozoicas, de tal manera que cuando el nivel en la corta Los Frailes alcance la cota 0 m, la corta Aznalcóllar no infiltrará ningún caudal de agua a las formaciones paleozoicas circundantes.
- iii) La corta Los Frailes actúa como un dren preferencial de las formaciones paleozoicas, hasta que el agua en ella alcance un nivel por encima de los 25 m. A partir de este instante, comenzaría a infiltrarse el agua en ella almacenada hacia el medio geológico circundante.
- iv) El túnel tiene un efecto dren mientras que la corta Los Frailes mantenga su nivel de agua por debajo de la cota 25 m.

Por último mencionar, que el comportamiento hidrogeológico de las escombreras se puede asimilar a pequeños acuíferos libres que descargan por surgencias que están condicionadas por el contraste de permeabilidad con el substrato y el relieve de éste.

La escombrera SE, al S de la corta Los Frailes, se apoya, en parte, sobre unas riolitas fracturadas más permeables que el resto de formaciones paleozoicas cubiertas por la escombrera. La infiltración estimada para esta escombrera es de 10 l/s, de los que 2-3 l/s emergen de modo difuso por la base de la escombrera y el resto pasa como escorrentía subterránea a las riolitas, la cual es drenada por el túnel de exploración. Las filtraciones superficiales de esta escombrera se conducen por canales a la balsa de escorrentía, desde la que se bombea a la corta Aznalcóllar.

Para la escombrera NO, situada al N de la corta Aznalcóllar, estudios previos realizados por Boliden-Apirsa estiman una descarga de unos 10 l/s que van directamente a la corta de Aznalcóllar siguiendo el antiguo cauce del río Agrio.