



RESUMEN DE LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
GEOLOGICAS EN EL TUNEL DE LO PRADO DURANTE EL AÑO 1966

Durante 1966 el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG) ha efectuado varios estudios geológicos en el área del túnel de Lo Prado. Estos se describen y analizan brevemente a continuación.

1. Se completó un perfil geológico a lo largo del trazado del túnel de 2675 m y se entregó un informe preliminar. En este se describe la litología y estructura del cordón del cerro San Francisco, el que eventualmente sería atravesado por el túnel. Allí se recomienda la realización de un perfil resistivimétrico para resolver las zonas de falla.

2. Se entregó un informe acerca del avance de la galería que se comenzó en la clave de la boca oriental del túnel, determinándose la mala calidad de la roca fracturada por efectos de fallamiento. Se prevé que la roca estaría fracturada hasta unos 180 a 200 m al oeste de la boca oriental, hasta pasar una falla de dirección norte a esa distancia.

3. Se recomendó la perforación de 5 sondajes en el trazado del túnel de 2675 m. Estos fueron comenzados el 31 de agosto con la iniciación del sondaje casi horizontal S-1 sobre la clave en la boca oriental del túnel. Este sondaje alcanzó una profundidad de 300 m. A mediados de septiembre se iniciaron los sondajes inclinados S-3 y S-4 en la ladera occidental del cerro San Francisco. El sondaje inclinado S-1 en la falda oriental del cerro se inició a fines de octu-



bre y a mediados de diciembre se instaló el sondaje vertical S-2 también en la ladera oriental.

4. Se entregó un informe geotécnico acerca de las características geológicas del trazado en túnel de 690 m de una variante del túnel de Lo Prado, recomendándose la perforación de sondajes y la realización de un perfil resistivimétrico para dilucidar algunos problemas.

5. Se hizo un estudio geofísico aplicando el método de resistividad eléctrica en los trazados del túnel de 2675 y del de 690 m. En este estudio se concluye que hay dos zonas peligrosas para excavaciones en el túnel de 2675 m.

6. Actualmente, se trabaja en el estudio y descripción de los testigos que se extraen en los sondajes. Además, están realizándose los trabajos de laboratorio correspondientes, como son la preparación de cortes de roca y su estudio bajo el microscopio.

Relación entre perfil de resistividad y sondajes realizados

El perfil resistivimétrico comprobó la existencia de zonas fracturadas, indicadas como fallas en el informe geotécnico preliminar basado en datos geológicos de superficie. En especial, indicó la extensión que tienen las zonas de falla en la boca oriental del túnel y en la falda occidental del cerro San Francisco. Además, indicó una zona de baja resistividad superficial entre los kilómetros 21.940 y 22.070. Con el sondaje Sli-1, que se perforó con una inclinación de 7° hacia el oeste con respecto a la horizontal, se comprobó que la roca que será excavada los primeros doscientos metros es de calidad variable entre mala y regular.



Según el sondeo, los primeros 60 metros son roca intensamente fracturada, con caolín y arcilla en los planos de fractura. Las fracturas tienen direcciones variables y sus inclinaciones también varían entre horizontales y verticales. La densidad promedio de la roca es 2,62. La sobrecarga de roca sobre el túnel en esa porción varía entre 20 m en el kilómetro 21.325 y 40 m en el kilómetro 21.380.

Entre el kilómetro 21.380 y el kilómetro 21.415 la roca es de mejor calidad, poco alterada, aunque fracturada. La densidad promedio es 2,49 y la sobrecarga alcanza a 60 m de roca.

Desde el kilómetro 21.415 al 21.445 la roca vuelve a estar intensamente fracturada. Entre el kilómetro 21.445 y 21.470 la roca está menos fracturada y es más resistente. Desde ahí hasta el kilómetro 21.530 la calidad de la roca es muy variable, con trochos de 3 a 5 m intensamente fracturados, inestables en la excavación y otros similares de buena calidad. La densidad de la roca varía entre 2,5 y 2,6, dependiendo del tipo de roca según se indica en el perfil geológico del sondeo.

Entre el kilómetro 21.530 y el kilómetro 21.600, la roca aparece de mucho mejor calidad, con menos fracturas y menos arcilla, estimándose que se comportará bien en la excavación, sin producir mucha sobreexcavación ni derrumbes. Los últimos veinte metros del sondeo nuevamente presentan una roca muy fracturada y de inferior calidad.

En general, hay una buena correlación entre lo que indicó el perfil de resistividad y lo que se comprobó con los testigos del



sondaje SK. La zona de falla, que se extiende entre la boca oriental del túnel y aproximadamente el kilómetro 21.500, requerirá cuidado en la excavación. Seguramente se necesitará colocar cerchas con enrejado entre ellas para evitar desmoronamientos de las rocas del techo. Se estima que no es necesario diseñarlas para que resistan empujes especiales, sino que solamente la sobrecarga de la roca.

La segunda zona importante en que se determinó resistividad baja está entre el kilómetro 23.140 y el kilómetro 23.440. Esta corresponde a la influencia de la falla indicada en el perfil geológico en el kilómetro 23.190. Los sondajes S-3 y S-4, ubicados primitivamente en el kilómetro 23.204 e inclinados al este y al oeste respectivamente, tenían el objeto de determinar físicamente esta zona de falla. El sondaje S-3, con 50° de inclinación hacia el este con respecto a la horizontal, fue perforado hasta los 112,05 m hacia mediados de noviembre deteniéndose en esa profundidad debido a dificultades técnicas del equipo perforista. La recuperación de testigos en los primeros 55 m fue muy mala, mejorando éste entre 55 m y 95 m. En la superficie se aprecia que la roca en que se comenzó el sondaje (una ignimbrita gris algo porosa y muy fluidal) es de buena calidad, dura y resistente, sin mucho fracturamiento. Asimismo, la andesita rojiza que está debajo aparece de buena calidad en superficie. La alternancia de tobas y lavas brechosas que sigue hasta los 41 m en el sondaje tiene características, según los escasos testigos recuperados, que no son tan malas. Se trata de rocas duras y sin mucha alteración. Desde los 41 m hasta el final del sondaje se cortó andesita, brechosa en parte, la que, asimismo por los escasos testigos recuperados, aparece dura y con mediana alteración a limonita.



Debido a la baja recuperación lograda en el sondeo S-3, es tarea difícil informar acerca de las características constructivas de las rocas en profundidad. Se cree que en la operación del sondeo se utilizó un método de perforación que no era el adecuado. Especialmente, el uso de coronas de tungsteno es, a nuestro juicio, el causante del mal resultado del sondeo. Por decisión de la Dirección de Vialidad del M.O.P., no se continúa actualmente con ese sondeo y se ha buscado una nueva ubicación cercana para repetirlo. Esta no es de responsabilidad del IIG y el estudio de ese sondeo se hará sólo si fuera solicitado expresamente.

El sondeo S-4, con 55° de inclinación hacia el oeste, alcanzó 34 m antes de que fuera reubicado. La reubicación del sondeo se hizo en atención a que los perforistas manifestaron la imposibilidad de continuar perforándolo. Se recuperaron allí 4,33 m de testigo, lo que significa un 12,7% de recuperación total. Se cambió este sondeo al kilómetro 23.350, haciéndose vertical y se comenzó a principios de noviembre. Llegó a 59 m a fines de noviembre, estando detenido por dificultades de operación desde entonces. Se recuperaron 11,74 m de testigo, lo que significa una recuperación total de 20%. En este sondeo se cortó una roca brachosa de color rojo ladrillo entre 0 y 55 m que presenta un intenso fracturamiento. Algunas fracturas tienen arcilla y presentan alteración a limonita o están rellenas con cuarzo. Desde 55 m a 59 m aparece andesita de calidad variable según los escasos testigos recuperados.

El sondeo S-1 que tiene 33° de inclinación hacia el oeste está ubicado en el kilómetro 22.179. La roca que ha cortado es de buena a regular calidad y la recuperación ha sido superior al 90% hasta



los 240 m, profundidad que había alcanzado el 13 de diciembre. Algunas zonas están muy fracturadas, pero no tienen gran extensión.

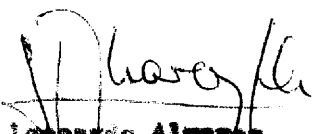
Posteriormente se entregará el perfil geológico detallado.

Estudios propuestos para 1967

Con el objeto de continuar la investigación geológica del túnel de Lo Prado, se recomienda perforar un sondeo que determine las características de la roca en las inmediaciones de la boca occidental del túnel. Lo más adecuado sería hacer un sondeo similar al SH, el que podría quedar ubicado en el kilómetro 23.920 aproximadamente, con una inclinación de 10° hacia el este.

Además, para el túnel de 690 m se recomienda la realización de los 3 sondeos indicados en el informe respectivo.

Cuando se recomience con la faena de excavación del túnel de 2675 m, se recomienda mantener un control geológico permanente. Además con el fin de ir previniendo los posibles problemas que puedan aparecer, se recomienda realizar sondeos horizontales en el frente de ataque, que reconozcan la roca 30 a 50 m en avance.


Leopoldo Alvarez
GEOLOGO