

# TÚNELES PROFUNDOS Y EL FENÓMENO DE ESTALLIDO DE ROCAS - RESUMEN

Preparado por:  
**Ing. Winston Lewis Díaz**  
Odebrecht

**L**os túneles se han construido durante cientos de años como parte de la infraestructura necesaria para el desarrollo de las sociedades. Hasta mediados del siglo pasado, estos túneles eran generalmente pequeños y se construían buscando la geología y topografía más favorable. Sin embargo, con el crecimiento de la población, el creciente comercio internacional y el desarrollo de proyectos subterráneos para la producción de energía hidroeléctrica, gas y productos del petróleo, surge la necesidad de construir túneles más largos, a mayor profundidad y que atraviesen condiciones geológicas más complejas. El objetivo del presente artículo es difundir las experiencias vividas, así como los análisis e investigaciones desarrolladas durante la excavación del túnel Trasandino Olmos y, de esta forma, poder proporcionar

información a quienes estén interesados en los proyectos de obras subterráneas.

Al iniciar un proyecto subterráneo surge la siguiente incógnita: ¿cuál es el escenario en el que se debe desarrollar una obra de este tipo? Los proyectos subterráneos se realizan en zonas donde una solución en superficie no es posible. Esto sucede especialmente cuando la topografía de la zona en estudio es accidentada y presenta afloramientos de la corteza terrestre que requieren de una solución subterránea. La presencia de la Cordillera de los Andes que cruza parte del territorio sudamericano propone un reto a la ingeniería subterránea en lo que se refiere a la construcción de túneles con altas coberturas como el caso del Túnel Trasandino Olmos en Perú, que tiene



Fuente: [www.peot.com.pe](http://www.peot.com.pe)



Fuente: [www.peot.com.pe](http://www.peot.com.pe)

coberturas entre 1.3 hasta 2 Km en el cual se ha tenido manifestaciones del fenómeno de estallido de rocas del que se abordará con más detalle más adelante.

La Cordillera de los Andes es la más imponente de Sudamérica, tiene una longitud de 7500 km con picos que sobrepasan los 8000 m.s.n.m. Es un accidente morfológico cuya formación, hace 60 millones de años, está íntimamente ligada a la tectónica de placas (desplazamientos de fragmentos rígidos de litosfera de hasta 100 km de espesor sin presentar deformación interna). En los bordes de las placas se concentra actividad sísmica, volcánica y tectónica, por lo que la cordillera de los Andes se encuentra dentro del área de influencia de las ondas sísmicas, lo que la convierte en un inmenso almacén de energía.

Por otro lado, se diferencian tres tipos de túneles de acuerdo a su posición con respecto al eje longitudinal de la Cordillera de los Andes. Esta apreciación es importante, ya que un factor determinante en la presencia del estallido de rocas es la altura de masa rocosa sobre el perfil de excavación del túnel. En primer lugar, los túneles corticales son aquellos cuyo eje es paralelo o semiparalelo al eje longitudinal de la Cordillera de los Andes. Otro tipo de túneles son los interandinos, en donde el eje del túnel es transversal o semitransversal al eje longitudinal de la cordillera. Son túneles que conectan los valles interandinos. Finalmente, los túneles trasandinos son similares a los anteriores con la diferencia de que estos conectan la cuenca oriental con la cuenca occidental (atraviesan toda la cordillera).

El Túnel Trasandino Olmos es uno de los pocos túneles profundos en la Cordillera de los Andes. Se encuentra ubicado en la región de Lambayeque a 1100 km de la ciudad de Lima. Su función principal es la de transportar las aguas del río Huancabamba embalsadas en la presa Limón. Este túnel tiene una longitud de 20.1 km y una sección de diámetro hidráulico mínimo de 4.80 m desde la cuenca oriental a la cuenca occidental a una cota entre 1100 a 1200 m.s.n.m.

Los estudios geológicos realizados por una misión rusa en la década de 1970 dieron como pronóstico que esta geología estaba conformada de dos grandes grupos de formaciones geológicas: rocas volcánicas de composición dacítica, andesítica y dacita lipártica, y un complejo intrusivo cretáceo-terciario inferior de pórfidos cuarzosos y lipárticos. Según análisis realizados entre el año 2004 y 2006, se trataba de rocas con una resistencia que variaba entre los 140 MPa y 160 MPa. A su vez, estos nuevos estudios confirmaron las unidades geológicas predichas por el estudio ruso, aunque con una ligera variación en la distribución.

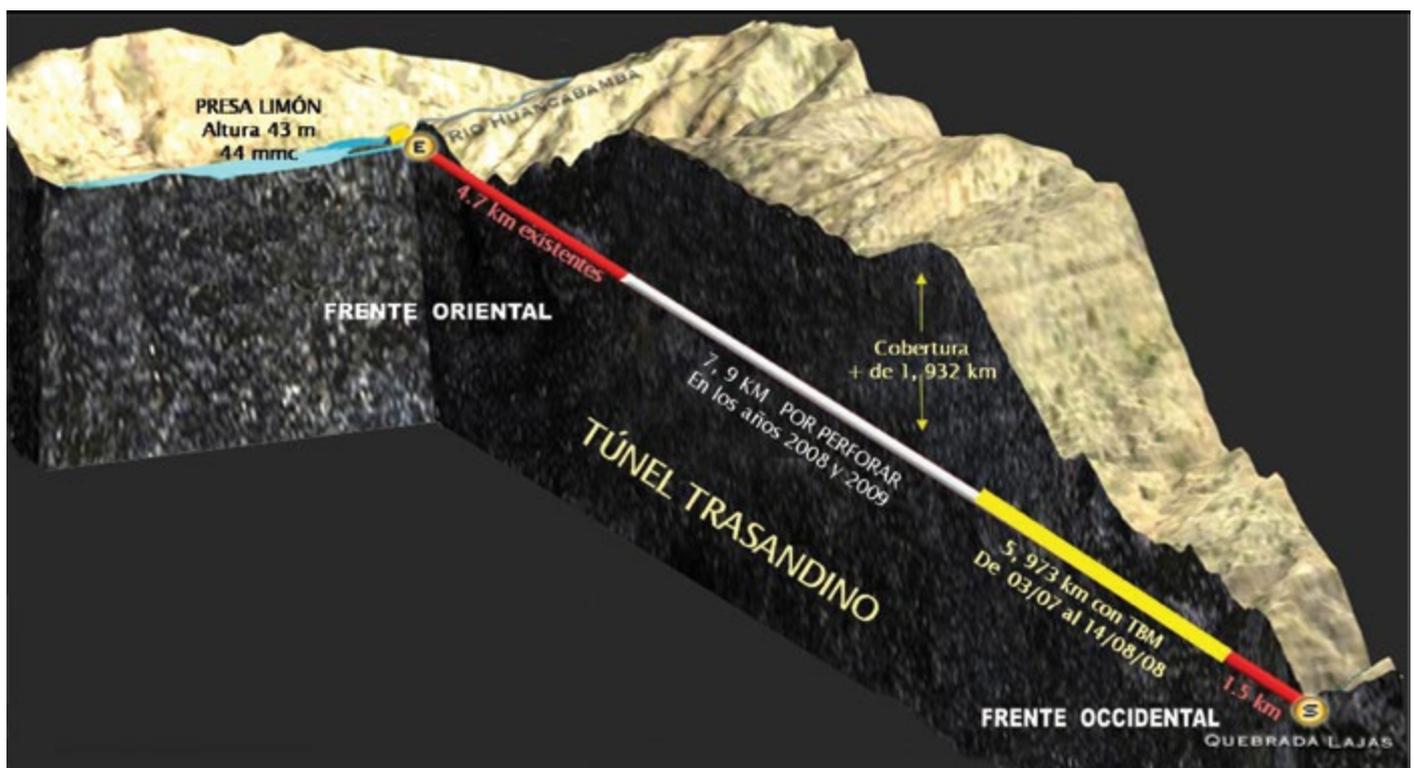
La excavación empezó en el año de 1970 (**Método D&B:** Drill+Blast, método convencional de perforación y voladura), pero los trabajos fueron detenidos en 1980 debido a la falta de financiamiento; sin embargo, esta fue continuada en el año 2007. Por tratarse de un túnel largo construido por un solo frente de ataque, se utilizó el método mecanizado TBM, utilizando una tuneladora de frente abierto tipo hard rock, equipada con un escudo corto de 4 m con el fin de minimizar el peligro de atrapamiento por los escombros en caso de caída de roca.

El principal reto que se presentó fue el fenómeno de estallido de rocas, también denominado rockbursting, que es producto de liberación de energía hacia la cara libre de excavación. En la excavación del Túnel Trasandino Olmos, se registraron más de 16,000 estallidos de rocas, lo cual ocasionó que el ritmo de construcción sea menor al planificado y conllevó a un aumento de los costos de operación. Este es una situación impredecible que involucra una expulsión violenta de fragmentos de roca desde el frente de excavación donde los esfuerzos de compresión superan la resistencia de la roca. Este fenómeno no es muy conocido a nivel mundial y se ha convertido en uno de los retos más difíciles a resolver por la ingeniería subterránea en los próximos años. Proyectos como este servirán como base para un futuro estudio del rockbursting, por lo que se deben brindar datos y resúmenes lo más reales posibles.



Fuente: <http://vigilaperulambayeque.blogspot.com>

Para saber más a detalle sobre este fenómeno en excavaciones, así como del proyecto del Túnel Transandino Olmos a la vanguardia de la ingeniería subterránea, se recomienda leer el artículo completo redactado por el reconocido especialista en túneles, el ingeniero Winston Lewis, en la edición virtual de la revista CIV.



Fuente: [www.peot.com.pe](http://www.peot.com.pe)

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- HOEEK, Evert. Notas de visita Túnel Trasandino Olmos Perú. Noviembre 2009.
- KAIZER, Diederichs. Rock mechanics considerations for construction of deep tunnels in brittle rock. Noviembre 2006.

- LEWIS, Winston. Construcción de Túneles Trasandinos en la Cordillera de los Andes. "Taller Internacional de Túneles y Obras Subterráneas CAF Bogotá-Colombia". Septiembre 2009.
- A.Z. TOPER & R.D. STEWART. Develop and implement preconditioning techniques to face ejection rockbursting. Safety in Mines Research Advisory Committee, GAP 336, Jan 1998, pp. 1-165.