



AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA
AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES
JORNADA ACADÉMICA SOBRE TÚNELES EN COLOMBIA

Bogotá - 18 de diciembre de 2012

**Condicionantes de Diseño y Construcción de
Túneles**

Manuel Cano (Director de la División de Carreteras de TYPESA)

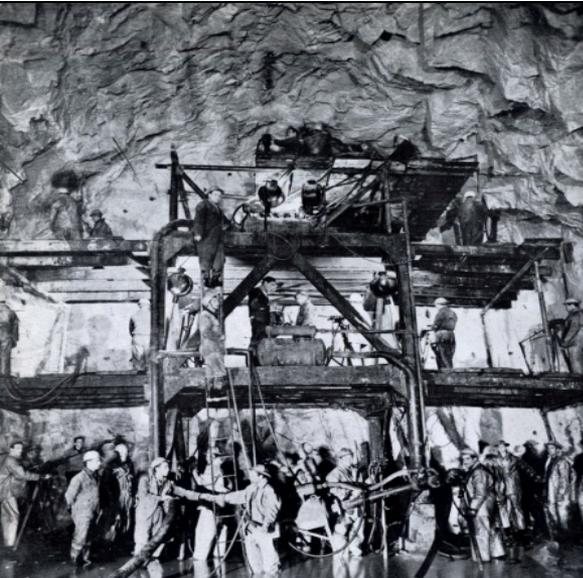
Generalidades

¿Qué es un túnel?

“Paso subterráneo abierto artificialmente para establecer una comunicación a través de un monte, por debajo de un río u otro obstáculo”. (Diccionario de la Real Academia Española)

¿Por qué el diseño y construcción de túneles en el mundo está creciendo exponencialmente en los últimos tiempos?

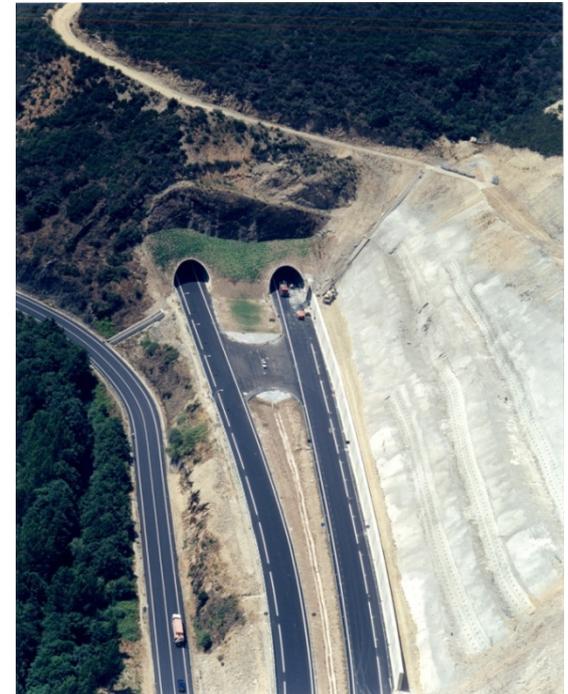
- ✓ Por el **ahorro de costes de transporte** que genera
- ✓ Por sus cualidades **funcionales y medioambientales**
- ✓ Por los **grandes avances** que se han venido produciendo en los últimos tiempos en la ingeniería subterránea, tanto en el diseño como en los sistemas constructivos, gracias a los que se han prácticamente evitado la pérdida de vidas humanas durante la construcción
- ✓ Por la **reducción de los costes de construcción** que ha generado la mecanización de la mayor parte de las actividades



Generalidades

¿Qué obstáculos salva habitualmente un túnel?

- ✓ **Obstáculos orográficos:** esta era la principal función hasta bien entrado el siglo XX, y también una de las más importantes actualmente

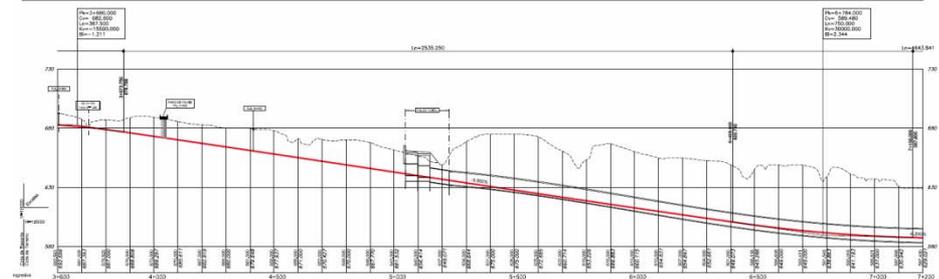
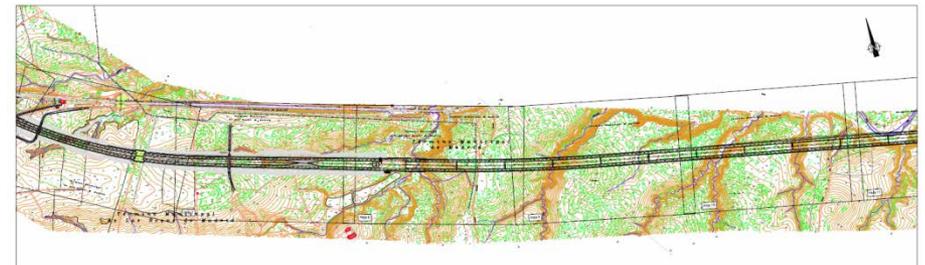


Jornada Académica sobre Túneles en Colombia

Bogotá - 18 de diciembre de 2012

Generalidades

- ✓ **Obstáculos medioambientales:** En los últimos años los túneles se han convertido en uno de los instrumentos más importantes para evitar las afecciones a espacios con valor medioambiental, y de hecho en muchos casos **son exigidos por las declaraciones de impacto ambiental (licencias ambientales)**. Por ejemplo, el túnel del Monte de El Pardo de 11 km, gracias al cual se atraviesa el citado espacio natural protegido, situado al norte de Madrid, con vistas a poder cerrar el anillo de circunvalación M-50



Jornada Académica sobre Túneles en Colombia

Bogotá - 18 de diciembre de 2012



Generalidades

- ✓ **Obstáculos urbanos.** También en los últimos años se han construido numerosos túneles bajo las ciudades con vistas a descongestionar el tráfico, soterrar vías urbanas y crear grandes espacios verdes en superficie, etc. Ejemplos: la A-86 en París, la M-30 en Madrid o el túnel de Seattle, en USA



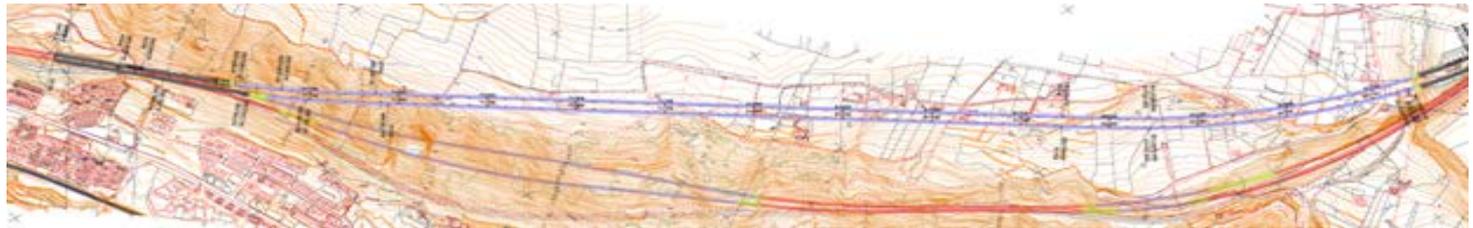
Soterramiento e integración medioambiental de la M-30, en Madrid.

Jornada Académica sobre Túneles en Colombia

Bogotá - 18 de diciembre de 2012

Generalidades

- ✓ **Como solución a problemas de inestabilidad de ladera.** El diseño de un túnel constituye, en muchos casos, una alternativa que evita los problemas de inestabilidad que presentan trazados a media ladera en formaciones geotécnicas complejas. Ejemplo: Autostrada Salerno – Reggio (Italia) (proyectistas TYPSA y RPA) en la que un túnel largo (3,6 km) permitió evitar los problemas de inestabilidad geotécnica de un trazado a media latera con tres túneles cortos y numerosos desmontes



Autostrada Reggio Calabria. Galeria de Pizzo (Italia)

Condiciones de diseño y construcción de túneles

El medio físico



- ✓ Emplazamiento y localización: orografía, profundidad longitud, etc.
- ✓ Características del corredor: rural, semiurbano, urbano, industrial
- ✓ Orografía: montañosa, ondulada, etc.
- ✓ Medioambiente: afecciones potenciales al entorno temporales o permanentes, impermeabilización y drenaje, ruido y vibraciones, subsidencias, arqueología, afecciones hidrogeológicas, etc.

Condicionantes de diseño y construcción de túneles

Condicionantes técnicos y económicos

- ✓ **Normativa referente al trazado geométrico:** velocidad de proyecto, parámetros mínimos de trazado en planta y en alzado, gálibos horizontales y verticales, etc.
- ✓ **Normativa relativa a instalaciones de seguridad**
- ✓ **Volúmenes de tráfico y niveles de servicio** mínimos de diseño: ¿Túnel único bidireccional o doble de calzadas separadas? ¿ N° de carriles por calzada? ¿Composición del tráfico?
- ✓ **Geología, geotecnia, hidrogeología,** agresividad del medio, tectónica, sismicidad.
- ✓ **Posibilidades de reconocimientos,** accesos, topología de emboquilles,
- ✓ **Procedimiento constructivo** (equipos disponibles maquinaria, etc.)
- ✓ **Presupuesto** disponible para su diseño y construcción y futura explotación.
- ✓ **Plazo** de las obras



Condiciones de diseño y construcción de túneles

Condiciones ambientales

- ✓ La propia **legislación medioambiental** aplicable al emplazamiento del túnel
- ✓ **Vertederos** provisional y definitivo e integración de materiales excedentarios (vertederos: ubicación, geomorfología, integración ambiental)
- ✓ En función de los métodos constructivos cobran mayor o menor importancia los impactos asociados a **las instalaciones de obra, las vías de acceso, el vertido del agua de proceso, etc.** (es necesario evaluar con cuidado su ubicación, acceso, dimensiones, restauración ambiental final)
- ✓ **Afección a acuíferos** (hay medidas para minimizar estos efectos negativos, importante identificarlos en las primeras fases de desarrollo del proyecto)
- ✓ **Integración ambiental de emboquilles**
- ✓ **Contaminación puntual del aire** durante las fases de construcción y de explotación (concentración en emboquilles o chimeneas de ventilación)
- ✓ **Ruido y vibraciones** asociado a voladuras durante las obras o a las instalaciones de ventilación (principalmente en ámbitos urbanos) durante funcionamiento



Condiciones de diseño y construcción de túneles

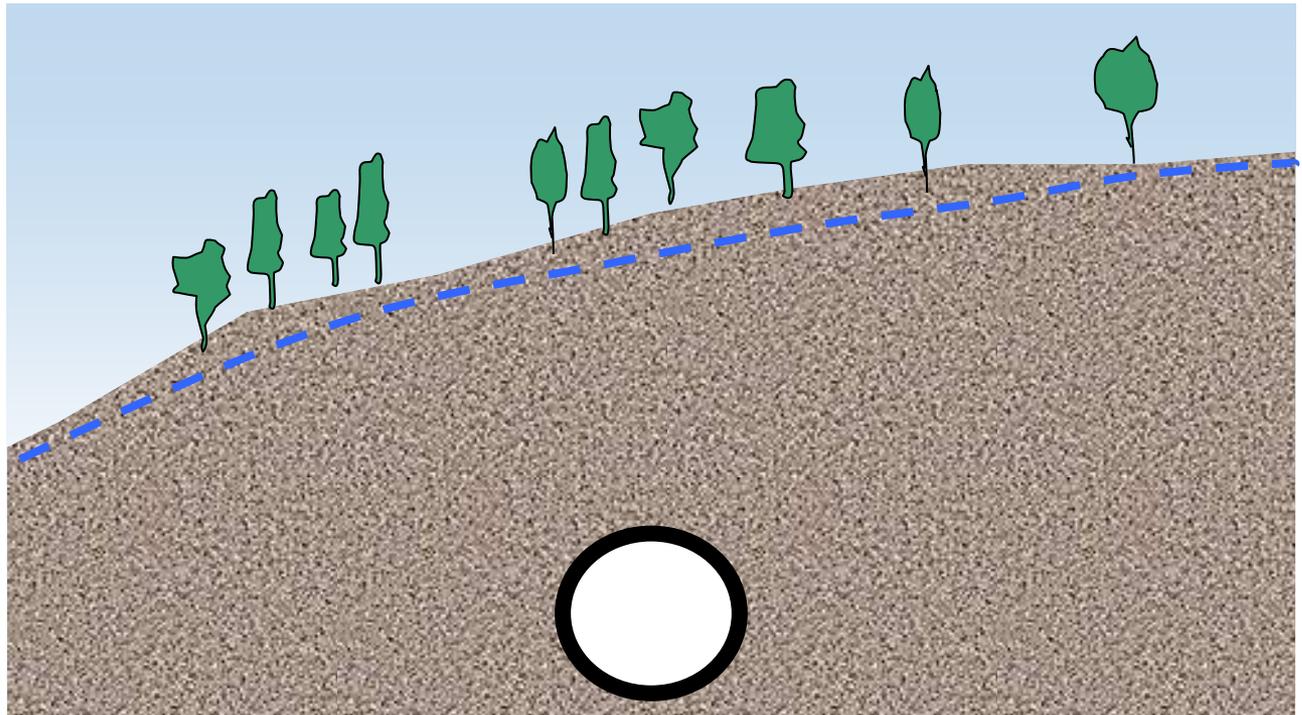
Principales impactos ambientales (túneles versus obras de tierra a cielo abierto -taludes y trincheras-)

- ✓ **Menor ocupación superficial**
- ✓ **Menor impacto ambiental** sobre los aspectos del medio físico y biológico superficial: vegetación y flora, fauna, hidrología superficial, edafología, patrimonio cultural, etc.
- ✓ **Menor afección a corredores faunísticos** (conectividad)
- ✓ **Menor impacto sobre los procesos socioeconómicos del territorio** (población, infraestructuras, edificios, sistemas productivos, etc.)
- ✓ **Menor generación de materiales excedentarios**, menor impacto final
- ✓ **Menor impacto final sobre la hidrogeología** pues permiten adoptar medidas de prevención y/o corrección de los efectos negativos en las obras de túneles
- ✓ **Menor impacto visual y paisajístico final**



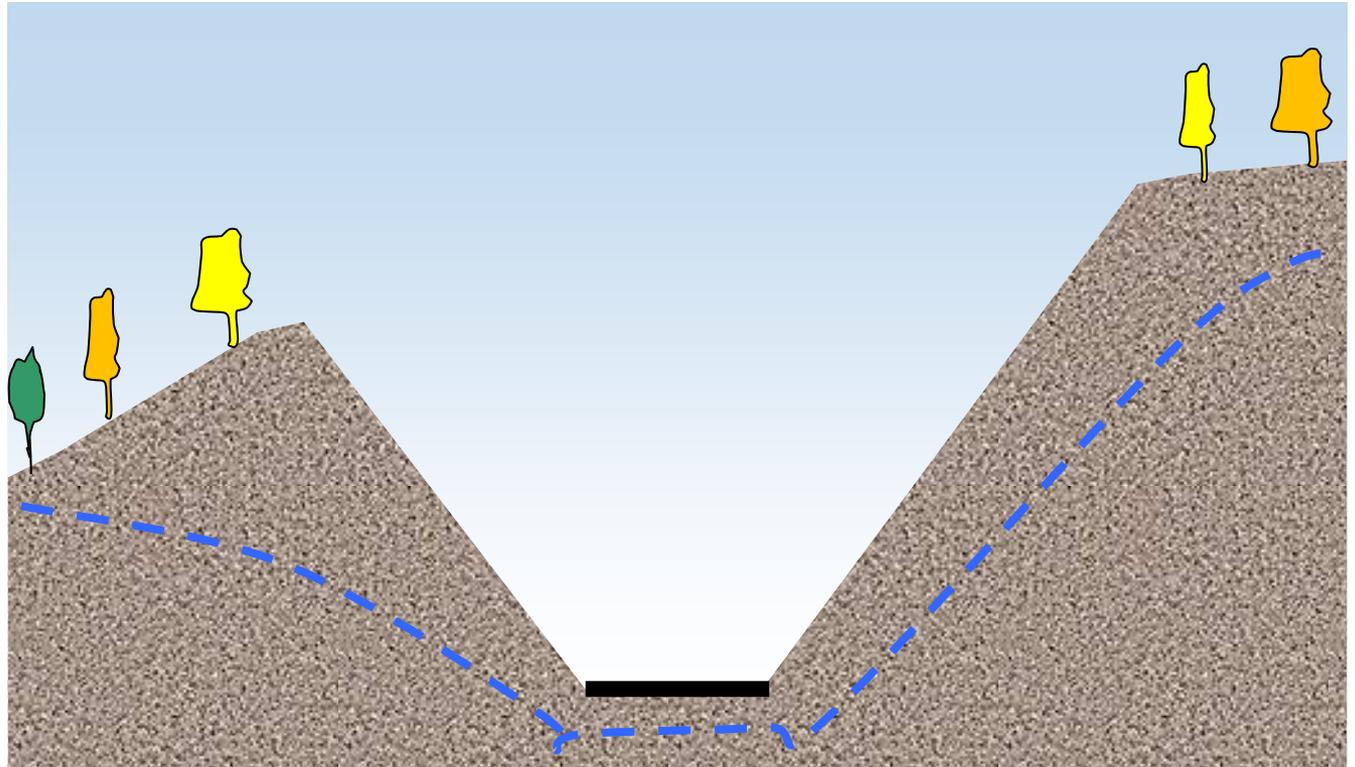
Condiciones de diseño y construcción de túneles

¿Túnel o excavación a cielo abierto?



Condiciones de diseño y construcción de túneles

¿Túnel o excavación a cielo abierto?





N-VI Autovía del Noroeste. Tramo Villafranca del Bierzo - Ambasmestas

Condiciones de diseño y construcción de túneles

Conclusión Impactos Ambientales (túneles versus trincheras u obras más largas a media ladera)

- ✓ **La afección ambiental durante las obras suele ser en ambos casos importante, si bien en túneles es más puntual** (asociada exclusivamente a los emboquilles o chimeneas de ventilación) y en los otros casos se extiende a lo largo del territorio que acompaña a la carretera.
- ✓ **La afección final de los túneles se reduce a los emboquilles**, las zonas de depósito de materiales y las zonas de instalaciones auxiliares. Su integración ambiental es relativamente sencilla y se consiguen buenos resultados.



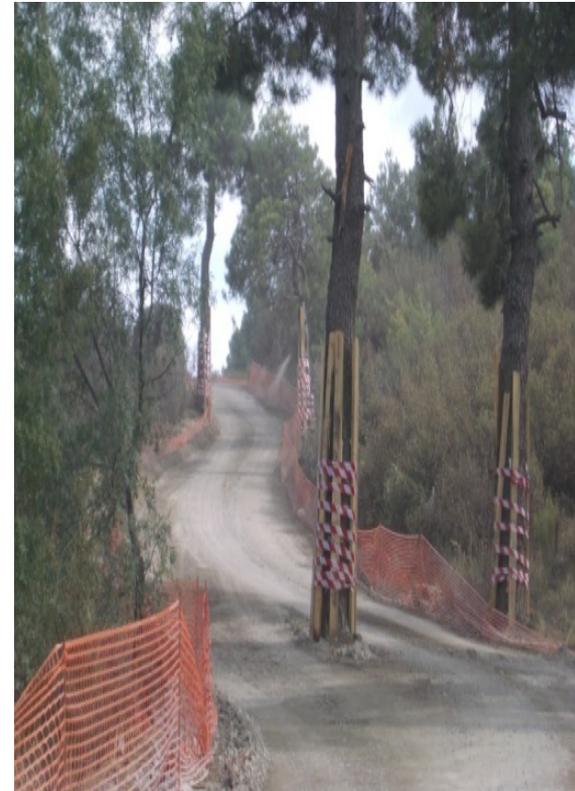
Condicionantes de diseño y construcción de túneles

➤ Principales Medidas de Mitigación:

- Depósitos provisionales y definitivos de materiales excedentarios
 - ✓ Selección ubicación y diseño
 - ✓ Proyecto de integración ambiental final
- Instalaciones auxiliares
 - ✓ Selección ubicación y diseño
 - ✓ Limpieza y restauración geomorfológica tras las obras
 - ✓ Integración ambiental final
- Diseño y gestión durante la obra de balsas de decantación eficientes
- Gestión de residuos
- Medidas para reducir la contaminación atmosférica (filtros, etc.) y para favorecer la difusión de las emisiones
- Proyecto de integración ambiental final



Condiciones de diseño y construcción de túneles



Condiciones de diseño y construcción de túneles



AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA
AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES
JORNADA ACADÉMICA SOBRE TÚNELES EN COLOMBIA
Bogotá - 18 de diciembre de 2012

**MUCHAS GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**

