



# Sílabo de Túneles y Movimiento de Materiales

## I. Datos generales

<b>Código</b>	AAUC 00596			
<b>Carácter</b>	Obligatorio			
<b>Créditos</b>	5			
<b>Periodo académico</b>	2019			
<b>Prerrequisito</b>	Mecánica de Rocas II			
<b>Horas</b>	<b>Teóricas:</b>	4	<b>Prácticas:</b>	2

## II. Sumilla de la asignatura

---

El curso comprende un panorama amplio sobre los últimos avances de métodos de construcción de túneles, tanto su desarrollo mediante minado continuo (con equipos tuneladoras) y minado discontinuo con perforación y voladura.

La asignatura implica conocer: El tipo de roca, la caracterización del macizo rocoso, diseño de las mallas de perforación, voladura controlada. Carguío, transporte y extracción de los escombros, acuerdo a la magnitud del diseño y tecnología empleada. Vías de transporte para equipos sin rieles. Carguío normal. Carguío mecanizado con equipos sobre rieles. Equipos de transporte sobre rieles.

Además considera: Sostenimiento, rendimientos y cálculo de costos de avance total.

---

## III. Competencia

---

Analiza los mecanismos de arranque en túneles y excavaciones subterráneas empleando correctamente los procedimientos ya sea por el método continuo con tuneladoras o el método convencional de perforación y voladura, comprendiendo la relevancia del contexto geológico-geotécnico para la construcción de túneles; familiarizados con el manejo de las clasificaciones geomecánicas en macizos rocosos y las características geotécnicas en suelos aplicadas a la interacción terreno-sostenimiento.

---



#### IV. Organización de los aprendizajes

Unidad	Conocimientos	Procedimientos	Actitudes
I	<b>Generalidades de las obras subterráneas:</b> Introducción histórica de la construcción de túneles. Definiciones y generalidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza la evolución histórica de la excavación de túneles.</li> <li>Interpreta los conceptos básicos en la dinámica de la construcción de túneles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valora la importancia del estudio del macizo rocoso como base para el diseño de la excavación de túneles.</li> </ul>
II	<b>Diseño geotécnico y geomecánico:</b> Propiedades mecánicas físicas y mecánicas de las rocas.  Clasificación geomecánicas aplicadas al diseño de túneles. Errores en la aplicación de las clasificaciones geomecánicas y su corrección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza las propiedades y comportamiento mecánico de los materiales rocosos y de su respuesta ante la acción de fuerzas aplicadas en su entorno.</li> <li>Analiza la clasificación geomecánicas de los macizos rocosos y su aplicación en el diseño y construcción de túneles.</li> <li>Analiza los errores en la aplicación de las clasificaciones geomecánicas de los macizos rocosos en el diseño de túneles.</li> </ul>	
III	<b>Túneles:</b> Diseño del trazado de túneles. Geometría del túnel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los estudios preliminares y fases en el diseño de túneles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra una actitud analítica para valorar las diferencias entre los métodos convencionales de perforación y voladura con los métodos mecanizados en la excavación de túneles.</li> </ul>
	Clasificación de los métodos constructivos de túneles. El nuevo método austriaco para abertura de túneles, NATM.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los métodos de construcción de túneles.</li> <li>Selecciona el método de excavación del túnel, en función a factores tecno-económicos, geotécnicos, medioambientales, sociales, etc.</li> <li>Analiza el Nuevo Método Austriaco para Abertura de Túneles, NATM.</li> </ul>	
	La excavación de túneles con perforación y voladura. Perforación de túneles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza el método convencional de excavación de túneles con perforación y voladura.</li> <li>Analiza los métodos y equipos a emplear en la perforación de túneles.</li> </ul>	
	Diseño de voladura en túneles. Voladuras de contorno en túneles. Vibraciones producidas por voladuras en las excavaciones de túneles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza los factores a considerar para elaborar un buen diseño de voladura.</li> <li>Calcula y diseñar las mallas empleadas en la voladura de contorno o controlada y la selección y cantidad de explosivo.</li> <li>Analiza las vibraciones producidas por la voladura en túneles y, el efecto del mismo sobre el macizo rocoso, estructuras, edificaciones y personas.</li> </ul>	
	Excavación mecánica de túneles: fundamentos. Máquinas rozadoras: Características generales y herramientas de corte.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplica conocimientos relacionados a la selección de los útiles o herramientas de corte en la excavación mecánica de túneles.</li> <li>Analiza los componentes principales de las máquinas rozadoras.</li> </ul>	
	<b>Evaluación parcial</b>		
Máquinas rozadoras: Tipos y criterios de selección, Práctica operativa y métodos de excavación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplica conocimientos relacionados a las rozadoras o máquinas de ataque puntual.</li> </ul>		



	Rendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza los diferentes tipos de máquinas rozadoras (minadoras) y sus aplicaciones.</li> <li>• Determina los principales criterios a tener en cuenta en la selección de una máquina rozadora, cabeza de corte y tipos de picas. Analizar los parámetros que intervienen en el cálculo del rendimiento de las máquinas rozadoras</li> </ul>	
	Tuneladoras (TBM): Generalidades. Tuneladoras convencionales para rocas duras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza el funcionamiento básico de las tuneladoras (TBM) o topas y su clasificación.</li> <li>• Analiza los componentes principales de las máquinas tuneladoras convencionales para roca dura denominadas TBM o Topos.</li> <li>• Analiza el ciclo de trabajo de las TBM.</li> </ul>	
	Tuneladoras: Tipo escudo simple. Tipo doble escudo. Estimación de rendimientos y costos de excavación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza los componentes principales y ciclos de trabajo de las máquinas tuneladoras de escudo simple y doble escudo.</li> <li>• Analiza los parámetros que intervienen en el cálculo del rendimiento de las máquinas TBM o Topos.</li> </ul>	
	Emboquille de túneles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza las técnicas empleadas en la excavación del emboquille.</li> </ul>	
	Ventilación de túneles. Iluminación de túneles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza los sistemas de ventilación de túneles y su aplicación en función a las características de cada tipo.</li> <li>• Analiza la problemática visual en los túneles y su solución con el planeamiento de una adecuada iluminación artificial.</li> </ul>	
IV	<b>Sostenimiento y revestimiento en túneles:</b> Tipos de sostenimiento. Sostenimiento con pernos o bulones de anclaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica y define el uso adecuado del tipo de sostenimiento.</li> <li>• Diseña y calcula el sostenimiento con pernos de roca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responde positivamente a los retos y está preparado a resolver problemas de sostenimiento en la excavación de túneles.</li> </ul>
	Sostenimiento con cerchas metálicas El hormigón proyectado o Shotcrete.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza las necesidades de sostenimiento en los túneles y la aplicación y diseño del sostenimiento con cerchas o arcos metálicos.</li> <li>• Analiza las necesidades de sostenimiento en los túneles y la aplicación y diseño del sostenimiento con hormigón proyectado o Shotcrete.</li> </ul>	
<b>Evaluación final</b>			



## V. Estrategias metodológicas

El docente utiliza la disertación con ayuda audiovisual, incentivando la participación de los estudiantes con el objetivo de conseguir un aprendizaje activo, reflexivo y vivencial. En la clase práctica se resuelven problemas tipo. Se enfatiza en plantear métodos de resolución y no en los resultados.

Los estudiantes en la clase teórica participan de manera activa planteando dudas y consultas. En la clase práctica participan activamente en la resolución de ejercicios. Como trabajo fuera de aula, realizan lecturas obligatorias, trabajos de investigación y se asignan supuestos prácticos como trabajos basados en los problemas de clase para ser resueltos de manera grupal.

## VI. Sistema de evaluación

Rubros	Instrumentos	Peso
Evaluación diagnóstica	Prueba de desarrollo	
Consolidado 1	Prueba de desarrollo. Rúbrica de evaluación.	20%
Evaluación parcial	Prueba de desarrollo	20%
Consolidado 2	Prueba de desarrollo. Rúbrica de evaluación.	20%
Evaluación final	Prueba de desarrollo	40%
Evaluación sustitutoria (*)	Prueba de desarrollo	

(\*) Reemplaza la nota más baja obtenida en los rubros anteriores

**Fórmula para obtener el promedio:**

$$PF = C1 (20\%) + EP (20\%) + C2 (20\%) + EF (40\%)$$

## VII. Bibliografía

### 7.1 Básica

- López Jimeno, C. y otros autores. U.D. (2012). *Minas*. Proyectos, E.T.S.I.
- Universidad Politécnica de Madrid. *Manual de túneles y obras subterráneas (Vol. 1 y 2)*. Madrid: Gráficas Arias, S.A.
- López Jimeno, C., López Jimeno, E. y García Bermúdez, P. (2010). *Manual de voladuras en túneles*. Madrid: Gráficas Arias, S.A.
- Robles Espinoza, N. (1994). *Excavación y sostenimiento de túneles en roca*. Lima, Perú: CONCITEC.



## 7.2 Complementaria

- Armingol Paz, C. (2006). *Diseño de voladura de rocas de galerías*.
- Armingol Paz, C. (2007). *Diseño de secciones típicas de galerías*.
- Atlas Copco (1984). *Manual de equipos* (4ª ed.). Madrid, España.
- López Jimeno, C. (1988). *Ingeniería de túneles*.
- DS 055-2010 EM. *Reglamento de seguridad e higiene minera*. Lima-Perú.
- Du Pont & Co. *Manual para el uso de explosivos*.
- Hoek, E. y Brown, ET (1985). *Excavaciones subterráneas en roca*.
- Exsa SA. (2000). *Manual de voladura* (4ª ed.). Lima, Perú.
- Instituto Geológico Minero de España (1997). *Manual de perforación y voladura*. Madrid, España.
- Langefors, Ulf y Kihlstrom (1976). *Técnica moderna de voladura de rocas*. España.

## 7.3 Recursos digitales

- <http://www.youblisher.com/p/788214-Tuneles-y-Perforacion-Numero-5/>
- [http://dywidag-systems.com/uploads/media/DSI\\_ALWAG-Systems\\_Sistemas-de-sostenimiento-para-la-construccion-de-tuneles-y-minerias\\_s.pdf](http://dywidag-systems.com/uploads/media/DSI_ALWAG-Systems_Sistemas-de-sostenimiento-para-la-construccion-de-tuneles-y-minerias_s.pdf)
- <https://bsgrupo.com/mineria/Curso-Fortificacion-de-Tuneles-Excavaciones-273>
- <http://www.camiper.com/capacitacion/diplomados/geomecanica-minera-subterranea.php>

2019.