

BIBLIOGRAFÍA COMENTADA

Textos Básicos

- ***Langefors, U. y Khilström, B. (1987): “Técnica moderna de voladura de rocas”.***

URMO, S.A. DE EDICIONES. 2ª edición. Bilbao, España.

En este libro, a partir de una serie de principios e hipótesis básicas y los resultados de la experimentación en el campo de las voladuras, Langefors desarrolla su conocida teoría de cálculo de voladuras.

En su libro, Ulf Langefors, el gran visionario en palabras del Dr. Persson, presenta además, de una forma muy práctica, los resultados de aplicar su teoría para una gran variedad de situaciones, lo cual supone una gran ayuda para el ingeniero dedicado a este campo.

Su primera edición, de 1963 y en lengua inglesa, supuso un salto cualitativo en la técnica de voladuras, al consagrarse como tal: una técnica que puede ser enseñada y aprehendida, frente a su visión anterior como un arte derivado únicamente de la

experiencia, habilidad e intuición. Este libro es, pues, la referencia del diseño de voladuras utilizando el raciocinio.

En la segunda edición en castellano de este libro están incluidos los siguientes temas: mecanismos de rotura, cálculo de la carga en banqueo, voladuras de hileras múltiples con micro-retardo, voladuras en túnel, vibraciones, voladuras de recorte y precorte, voladuras submarinas y voladura no eléctrica. Por lo tanto, este libro se corresponde, aproximadamente, con el bloque IV de la asignatura.

Este libro enseña cómo surge la técnica a partir de la ciencia y la experimentación.

- ***Sanchidrián, J. y Muñiz, E. (2000): “Curso de tecnología de explosivos”.***

Fundación Gómez Pardo. Madrid, España.

Este libro recoge de forma organizada los apuntes, que elaboraron los autores del mismo, para impartir la asignatura de explosivos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. La categoría técnica de ambos autores se refleja en este amplio tratado sobre el saber que nos ocupa.

Su característica principal es la gran diversidad de conocimientos, acerca de los explosivos y voladuras, sobre los que trata: desde los conceptos fundamentales del fenómeno de la detonación hasta la reglamentación española, incluyendo la fabricación de explosivos, los ensayos de caracterización, etc

El libro cubre, de forma general, el programa de la asignatura, constituyendo su uso una gran ayuda para el alumno y, en algunos casos, para dar una mayor profundidad a sus conocimientos.

Estas dos obras constituyen los textos básicos de la asignatura; a continuación, se incluyen los diccionarios tecnológicos, que servirán de apoyo en el trabajo del alumno con la bibliografía recomendada.

- ***Köhler, J. y Meyer, R. (2002): “Explosives”. 5ª. rev. Wiley-VCH. Weinheim, Germany.***

Realmente es una pequeña gran enciclopedia que recopila información referente a los explosivos, ensayos y, en general, a los conceptos relacionados con aquellos.

- ***Rustan, A. (1998): “Rock Blasting Terms and Symbols”. A.A. BALKEMA. Rotterdam, Netherlands.***

Este diccionario viene avalado por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, ya que fue elaborado por su comisión de fragmentación por voladura, con Rustan

como editor. Muy completo ya que incluye términos de la mecánica de rocas que tienen relación con las voladuras.

Bibliografía recomendada adicional

Se comenta brevemente la bibliografía que se recomienda para profundizar los conocimientos de la asignatura.

Para facilitar la tarea del alumno, la bibliografía se ha estructurado de acuerdo con los bloques temáticos de la asignatura, y se limita aquélla a un máximo de tres referencias por bloque. Cuando es conveniente se señalan los capítulos del libro apropiados para los contenidos del bloque en cuestión, ya que, como se ha de entender, alguna obra indicada en un bloque en particular puede cubrir contenidos de otros bloques temáticos, aunque no se haga una referencia explícita o se incluya en ningún otro bloque.

Bloque 1º. Introducción

- **Brown, G. (2000): “The big bang a history of explosives”. *Sutton Publishing. Wiltshire, Great Britain.***

Un libro realmente interesante para todos aquellos alumnos que quieran conocer cómo ha ido evolucionando a través del tiempo la tecnología de los explosivos, cuál ha sido su impacto social e histórico, y cómo eran los personajes que más han influido en su desarrollo.

- **Hustrulid, W. (1999): “Blasting principles for open pit mining. Vol 1. General Design Concepts”. *A.A. BALKEMA. Rotterdam, Netherlands.***

William Hustrulid, profesor emérito de la Escuela de Minas de Colorado, presenta una gran obra en dos volúmenes, el primero de ellos centrado en el diseño de voladuras a cielo abierto.

Su inclusión como bibliografía recomendada del bloque que nos ocupa deriva del capítulo segundo del libro: “The fragmentation system concept”, en el que expone de

forma extraordinaria, la relación entre los diferentes procesos del laboreo, y su implicación en el coste de la fragmentación.

La gran calidad de esta obra hace que sea requerida como bibliografía recomendada para otros bloques del programa, en particular, los referidos a tecnología e ingeniería de los explosivos.

Bloque 2º. Explosivos y Accesorios de Voladura

- ***Akhavan, J. (1998): “The chemistry of explosives”. The Royal Society of Chemistry. Cambridge, U.K.***

Este libro presenta los principios básicos necesarios para comprender los mecanismos que producen la explosión de las sustancias explosivas. Además, aborda de forma clara y sencilla, los fundamentos de termoquímica y cinética-química de los explosivos, incluyendo algunos ejemplos de cálculo. Es un libro muy adecuado para adquirir y profundizar en las bases químicas del fenómeno de la detonación.

- ***Cooper, P. (1996): “Explosives engineering”. Wiley-VCH. New York, USA.***

Bastante más completo y algo más complejo que el anterior, en este libro Paul Cooper integra los fundamentos de las diferentes disciplinas que participan en la teoría de la detonación.

Estructurado en seis secciones, las dos primeras complementan el texto de Akhavan al versar sobre la química de los explosivos. Las secciones III, IV y V del libro, dedicadas a ondas de choque, detonación real e iniciación de los explosivos, respectivamente, son muy adecuadas para completar los conocimientos básicos sobre la teoría y la realidad de la detonación.

La sección VI trata sobre las aplicaciones de los explosivos en la ingeniería e incluye un interesante capítulo sobre la soldadura por voladura.

- ***Persson, P., Holmberg, R. y Lee J. (1994): “Rock blasting and explosives engineering” CRC Press. Florida, USA.***

Per Anders Persson, uno de los pioneros en el campo de los explosivos y voladuras e inventor del sistema de iniciación NONEL, plasma en esta magnífica obra parte de sus conocimientos. El texto está enfocado tanto para ingenieros que trabajen en este campo como para estudiantes de universidad, por lo que su lectura resulta relativamente accesible.

El capítulo 2 del libro “Explosives”, y el capítulo 3, “Shock waves and Detonations, Explosive Performance”, son particularmente interesantes para desarrollar los contenidos de este bloque.

- ***Hustrulid, W. (1999): “Blasting principles for open pit mining. Vol 1. General Design Concepts”. A.A. BALKEMA. Rotterdam, Netherlands.***

Se cita de nuevo esta obra haciendo referencia ahora a los capítulos 7 y 8 de la misma. En el primero se tratan los agentes de voladura: anfo y sus derivados, hidrogeles y emulsiones. El capítulo 8 aborda el tema sobre sistemas de iniciación de forma muy ilustrativa, combinando fotografías, esquemas y figuras.

- ***Olofsson, S. (2002): “Applied explosives technology for construction and mining”. Applex A B. Ärla, Sweden.***

Otro texto que ya sólo por la calidad de sus fotografías e ilustraciones merece ser recomendado a los estudiantes. A esto se ha de añadir que trata de forma sencilla y completa, en sus capítulos tercero y cuarto, los explosivos y los sistemas de iniciación. Un libro muy práctico que volverá a ser referido en el siguiente bloque.

Bloque 3°. Diseño de Voladuras

- ***International Society of Explosives Engineers (1998): “Blasters’ Handbook”. 17th Edition. ISEE. Ohio, USA.***

El manual de la Sociedad Internacional de Ingenieros de los Explosivos es uno de los textos de mayor relevancia en el campo de las voladuras. Son ya 17 las ediciones publicadas de este manual (la primera, de 1918, fue publicada por DuPont) en la que participan más de 200 profesionales de los explosivos y voladuras.

Es un libro muy completo que incluye desde una breve reseña histórica sobre los explosivos hasta los “Always and Never”, un conjunto de instrucciones sobre lo que siempre y nunca se debe hacer durante el transporte, almacenaje y manipulación de explosivos.

Dividido en seis secciones, para el bloque que nos atañe se recomiendan las secciones cuarta y sexta sobre las aplicaciones de los explosivos y el control de vibraciones, respectivamente.

- ***Hustrulid, W. (1999): “Blasting principles for open pit mining. Vol 1. General Design Concepts”. A.A. BALKEMA. Rotterdam, Netherlands.***

Por tercera vez aparece esta obra como bibliografía recomendada. Ahora se hace referencia a los capítulos cuarto y quinto del libro. En el primero de ellos Hustrulid desarrolla una teoría de cálculo de voladuras, ofreciendo al alumno la interesante oportunidad de poder hacer una comparación con la teoría de Langefors. En el capítulo quinto, sobre esquemas de perforación y secuencia de encendido, se exponen de forma razonada sus principios de diseño.

- ***Konya, C.J. y Albarrán, E. (1998): “Diseño de voladuras”. EDICIONES CUICATL. México.***

Libro que recopila las ideas y técnicas que sobre diseño de voladuras han desarrollado los autores del mismo, a partir de sus experiencias.

De manera sencilla analiza cómo influyen los parámetros de diseño en los resultados de la voladura, siendo también de gran interés los capítulos referentes a las vibraciones y el correspondiente al desarrollo del modelo Kuz-Ram de predicción del grado de fragmentación.

El libro cubre parte del bloque IV de la asignatura.

- ***Olofsson, S. (2002): “Applied explosives technology for construction and mining”. Applex A B. Ärla, Sweden.***

Olofsson, haciendo uso de la teoría de Langefors, expone de forma clara, práctica e ilustrada el cálculo de voladuras de banqueo (capítulos 5 y 6). Prácticamente el resto del libro se dedica a otras aplicaciones de los explosivos: voladura de zanjas, voladuras subacuáticas, voladuras de contorno, etc. manteniendo el pragmatismo y la claridad que aportan las figuras y fotografías.

Bloque 4º. Reglamentación

En este bloque se ha considerado que la bibliografía recomendada para el alumno debería partir de la propia reglamentación española aún a pesar de su escaso valor didáctico.

- ***Reglamento de Explosivos. (RD 230/1998). MINISTERIO PRESIDENCIA. BOE 12 marzo 1998.***
- ***Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. Capítulo X. (RD 863/1985). MINISTERIO INDUSTRIA Y ENERGÍA. BOE 12 junio 1985 (modificado por ORDEN 29-4-1987 y ORDEN 29-7-1994).***
- ***Real Decreto sobre Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera. (RD 2115/1998). MINISTERIO PRESIDENCIA. BOE 16 octubre 1998.***

- **Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera. (RCL 1997\1446). MINISTERIO ASUNTOS EXTERIORES. BOE 10 junio 1997. Actualmente en vigor el ADR 2021.**

Manuales Prácticos

Se incluyen a continuación tres manuales prácticos que pueden resultar muy útiles en el comienzo de la profesión.

- **EXSA S.A. (2001): “Manual práctico de voladura”. EXSA. Lima, Perú.**

Muy práctico, como indica su nombre, ilustra muy claramente los sistemas de iniciación, así como los procedimientos de cálculo de los diferentes tipos de voladura y los criterios generales de diseño.

- **López Jimeno, C., López Jimeno, E. y García Bermúdez, P. (2003): “Manual de perforación y voladuras de rocas”. Edita Carlos López Jimeno. Madrid, España.**

Muy completo, es un buen manual sobre aplicaciones y usos de los explosivos.

- **UNIÓN ESPAÑOLA DE EXPLOSIVOS S.A. (1997): “Manual de empleo de explosivos”. UEE. Madrid, España.**

Un mini compendio que reúne las principales características de las diferentes familias de explosivos, y las recomendaciones y reglamentación en cuestión de seguridad en el uso y manejo de explosivos.