Guia docent
330431 - UE - Ús d'Explosius

Última modificació: 28/04/2025

Unitat responsable: Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa
Unitat que imparteix: 750 - EMIT - Departament d'Enginyeria Minera, Industrial i TIC.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA MINERA (Pla 2016). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA DE RECURSOS MINERALS I EL SEU RECICLATGE (Pla 2021). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA AMBIENTAL / GRAU EN ENGINYERIA DE RECURSOS MINERALS I EL SEU RECICLATGE (Pla 2024). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA DE RECURSOS MINERALS I EL SEU RECICLATGE / GRAU EN ENGINYERIA AMBIENTAL (Pla 2024). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2025 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: Sanmiquel Pera, Lluis

Altres: Cámara Zapata, Eduardo

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. Disseny de voladures a cel obert i d'interior. Voladures de precaució.
2. Capacitat per interpretar els resultats i realitzar modificacions per aconseguir els objectius previstos.

Transversals:
3. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL - Nivell 3: Tenir en compte les dimensions social, econòmica i ambiental en aplicar solucions i dur a terme projectes coherents amb el desenvolupament humà i la sostenibilitat.
4. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.
5. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
6. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.

METODOLOGIES DOCENTS

Totes les classes, incloses les teòriques, estan obertes a la participació dels alumnes; s'imparteixen amb el suport de diapositives, transparències i vídeos sobre voladures. Al laboratori es fan servir materials que simulen els reals i es discuteixen les diferents aplicacions de cada un ells, també es realitza pràctica individualitzada per conèixer el funcionament del sismògraf i la interpretació de les gràfiques obtingudes. Al camp, en voladura realitzada en una explotació minera, es pren contacte amb l'explosiu i detonadors reals, se segueix la càrrega i seqüència d'encesa d'una voladura i s'analitzen els diferents problemes que sorgeixen durant la mateixa, amb explicacions del professor, del tècnic de la càrrega i participació de l'alumnat per l'aclariment dels dubtes que es presentin, finalment es revisa el resultat de la voladura per comparar la granulometria esperada amb la qual s'ha obtingut realment.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Coneixement dels diferents tipus de detonadors i de les famílies d'explosius per a la seva aplicació. Aprendre a dissenyar voladures d'interior i cel obert, d'aplicació a la mineria com a l'obra pública. Saber aplicar la norma UNE 22381 de vibracions per evitar danys als edificis i estructures properes a les voladures. Fabricació, transport i distribució d'explosius. Domini de les normes de seguretat relacionades amb la fabricació, transport i ús de l'explosiu.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	60,0	40.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Títol del contingut 1: DETONADORS I EXPLOSIUS

Descripció:
Fabricació dels explosius industrials i pirotècnics. Control de qualitat i tècnica d'emmagatzematge. Definició dels tipus de detonadors i explosius existents i el seu funcionament i connexió. Determinació dels paràmetres a determinar en l'elecció de l'explosiu més adequat per a cada tipus de voladura a realitzar. Transport de l'explosiu i la seva distribució per l'interior de l'explotació.

Activitats vinculades:
Estudi mitjançant l'ordinador i en el laboratori dels explosius comercials amb identificació de les seves característiques principals.

Dedicació: 30h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 20h

Títol del contingut 2: ACCESSORIS DE VOLADURES I DESTRUCCIÓ DELS EXPLOSIUS SOBRANTS

Descripció:
Elecció de diferents accessoris de voladures necessaris per realitzar-les amb major rapidesa i seguretat. Mesures de seguretat per a l'eliminació de l'explosiu sobrant de la voladura.

Activitats vinculades:
Classe magistral, suport de vídeos, d'ordinador i de pràctiques de laboratori.

Dedicació: 14h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 8h

Títol del contingut 3: MECANISMES DE TRENCAMENT DE LA ROCA. VOLADURES D'EXTERIOR

Descripció:
Desenvolupament de la teoria de trencament de la roca amb l'explosiu. Factors que influeixen en aquesta ruptura. Influència de la geologia local sobre el rendiment. Determinació i càlcul d'una voladura d'exterior (cel obert). Voladures secundàries. Ona aèria i projeccions.

Activitats vinculades:
Classe magistral definint i fent exemples dels conceptes bàsics més importants: consum específic, càrrega operant, malla de perforació, seqüència d'encesa, com aclariment als conceptes explicats. Sortida de camp per veure sobre el terreny una voladura real i observar les diferents fases de càrrega, els objectius de la voladura i el resultat final de la mateixa.

Dedicació: 49h
Grup gran/Teoria: 16h
Grup petit/Laboratori: 7h
Aprenentatge autònom: 26h

Títol del contingut 4: VOLADURES EN TÚNELS I GALERIES (VOLADURES SUBTERRÀNIES)

Descripció:
Es desenvolupen els conceptes d'avanç i destrossa en aquest tipus de voladura. El concepte de cuele mecànic i cuele realitzat mitjançant l'explosiu. Els diferents tipus de cueles que s'apliquen amb més assiduïtat i el càlcul i desenvolupament d'una voladura subterrània.

Activitats vinculades:
Classe magistral definint i fent exemples dels conceptes bàsics més importants en la determinació del cuele i dels paràmetres de càrrega i perforació.

Dedicació: 30h
Grup gran/Teoria: 10h
Aprenentatge autònom: 20h

Títol del contingut 5: VOLADURA DE CONTORN. NORMA UNE 22381 DE VIBRACIONS

Descripció:
Estudi dels tipus de voladures de contorn més utilitzades: pre-tall i retallada, control de la sobreexcavació. Desenvolupament de la Norma UNE de vibracions, per complir amb el seu Criteri de prevenció de danys cap a estructures i edificis. Seguretat de l'explosiu en el transport i distribució.

Activitats vinculades:
Pràctica de laboratori amb un sismògraf real on a més de saber manejar es calculen les gràfiques que donen els sismes que es provoquen durant la pràctica.

Dedicació: 27h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 16h

ACTIVITATS

1. PRÀCTICA: CONEIXEMENT DELS DIFERENTS TIPUS D'EXPLOSIUS I ELEMENTS AUXILIARS DE VOLADURES. SABER MANEJAR EXPLOSORS I OHMETRE.

Descripció:
Pràctica que es desenvolupa en el laboratori de mines per identificar i conèixer les característiques dels diferents tipus d'explosius i elements complementaris que són necessaris per realitzar les voladures. Es realitza amb material que simula els explosius, detonadors i dispositius comercials.

El professor explica el contingut i els alumnes han d'intervenir i discutir els dubtes que es presentin.

Objectius específics:
Els alumnes, en grups màxims de deu, han de saber realitzar els diferents tipus de connexions tant amb detonadors electrònics, elèctrics, no elèctrics i ordinaris. Identificar els explosius comercials i les seves característiques principals. També conèixer el funcionament dels aparells de mesura imprencisdibles per al control i tret de les voladures de tipus elèctric.

Material:
Explosor, óhmetre homologats per voladures reals i material de voladures que simula el real en ser el mateix que s'utilitza en la pràctica, però sense càrrega explosiva.

Lliurament:
Cada alumne ha de presentar un treball resum de la pràctica, la valoració forma part de la nota final. Tant la realització de la pràctica com el treball són condicions ineludibles per a superar l'assignatura.

Dedicació: 3h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 1h

2. PRÀCTICA: FUNCIONAMENT I PROGRAMACIÓ DEL SISMÒGRAF UTILITZAT EN LES VOLADURES PER DETERMINAR LA VELOCITAT DE TRANSMISSIÓ DE LES ONES AL TERRENY

Descripció:
Pràctica que es desenvolupa al laboratori i al pati interior de l'escola per conèixer el funcionament del sismògraf, saber programar i realització d'un sisme provocat per veure el valor de la velocitat de transmissió de l'ona en el terreny.

Objectius específics:
Els alumnes, en grups màxims de deu, han de saber programar el sismògraf i interpretar els valors que s'obtenen en la pràctica. L'objectiu fonamental és el control de les voladures per evitar danys als edificis i/o estructures pròximes a les voladures.

Material:
Sismògraf homologat utilitzat en voladures reals.

Lliurament:
Cada alumne ha de presentar un treball resum de la pràctica, la valoració forma part de la nota final. Tant la realització de la pràctica com el treball són condicions ineludibles per a superar l'assignatura.

Dedicació: 3h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 1h

3. PRÀCTICA: SORTIDA DE CAMP A VEURE UNA VOLADURA REAL (OPTATIVA)

Descripció:
Assistència a una voladura a realitzar en una pedrera o en obra pública. En ella es fa el seguiment del procés de càrrega i connexió de detonadors, conèixer els problemes reals que es presenten durant la mateixa i veure les solucions aportades. Conèixer de primera mà quines són les mesures de seguretat que s'utilitzen.

El professor i els tècnics de la voladura expliquen el procés de càrrega i l'esquema d'encesa així com les mesures bàsiques de seguretat. Els alumnes han d'intervenir per aclarir els dubtes que es presentin.

Objectius específics:
Veure i aclarir dubtes sobre:
La manera de càrrega de les barrinades. Saber interpretar la diferència entre la càrrega de fons i de columna. Saber relacionar l'esquema d'encesa amb la càrrega operant.
Control d'accessos i mesures de seguretat a utilitzar.

Material:
Casc de seguretat i armilla reflectant.

Lliurament:
L'assistència a la pràctica és totalment voluntària i es realitzarà sempre i quan sigui possible trobar una obra o pedrera propera a l'Escola que realitzi voladures.

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 7h
Aprenentatge autònom: 2h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

A final de curs es realitzarà un examen. La qualificació final es calcula amb la fórmula següent:

Nfinal= 0,85 Nex + 0,15 Nlb
Nfinal: qualificació final.
Nex: qualificació examen.
Nlb: qualificació pràctiques de laboratori.

L'examen consta d'una part teòrica on s'han de demostrar els coneixements adquirits en la matèria i una altra pràctica amb algun dels exercicis explicats durant les classes.

Els alumnes que no superin el curs es podran presentar a l'examen final de l'assignatura. L'examen final constarà de part teòrica i part pràctica. La nota obtinguda en aquest l'examen final serà la nota definitiva de l'assignatura.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Atès que la pràctica de laboratori complementa la formació i els continguts fonamentals de l'assignatura, és obligatori la seva realització, fins i tot per presentar-se a examen final és indispensable haver realitzat les esmentades pràctiques.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Gustafsson, Rune. Técnica sueca de voladuras. Suecia: SPI, Nova, 1977.
- López Jimeno, Carlos; López Jimeno, Emilio; García Bermúdez, Pilar. Manual de perforación y voladura de rocas [en línia]. Madrid: Carlos López Jimeno, 2003 [Consulta: 13/06/2024]. Disponible a: https://search-ebscohost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=865624&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_Cover. ISBN 8496140032.
- Langefors, U.; Kihlström, B. Técnica moderna de voladura de rocas. 2ª ed. Bilbao: Urmo, 1987. ISBN 8431404701.

Complementària:

- Bauer, A.; Crosby, W. A. "Blasting". Kennedy, Bruce A., ed. Surface mining [en línia]. Littleton: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 1990. p. 540-564 [Consulta: 07/10/2025]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/reader.action?docID=655791&ppg=553&c=UERG.- Konya, Calvin J.; Walter, Edward J. Surface blast design. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, cop. 1990. ISBN 0138779945.
- Ash, R. L. "Design of blasting rounds". Kennedy, Bruce A., ed. Surface mining [en línia]. Littleton: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 1990. p. 565-583 [Consulta: 05/06/2024]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=655791.- Manuales técnicos [en línia]. Madrid: MAXAM, 2018- [Consulta: 03/02/2020]. Disponible a: https://www.maxamcorp.com/es.
- Menéndez Arias, Juan Bautista. Detonadores y explosivos: su aplicación en las explotaciones mineras y en la obra pública. Manresa: EUPM. EMRN, 2000. ISBN 8488894678.
- Muñoz García, Javier, col. Guía de buenas prácticas en el diseño y ejecución de voladuras en banco [en línia]. Madrid: Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, 2015 [Consulta: 17/12/2020]. Disponible a: https://docplayer.es/59183803-Guia-de-buenas-practicas-en-el-diseno-y-ejecucion-de-voladuras-en-banco.html.