

<b>Cualificación Profesional</b>	<b>EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA CON EXPLOSIVOS</b>
<b>Familia Profesional</b>	Industrias Extractivas
<b>Nivel</b>	2
<b>Código</b>	IEX133_2
<b>Versión</b>	5
<b>Situación</b>	Publicada

### **Competencia general**

Realizar la excavación y preparación de huecos subterráneos para la extracción de recursos minerales o para la construcción de obras civiles subterráneas, mediante técnicas de perforación y voladuras, y realizando el sostenimiento de los huecos, conforme con la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental vigente.

### **Unidades de competencia**

- UC0417\_2: Realizar la perforación subterránea
- UC0418\_2: Realizar voladuras subterráneas
- UC0419\_2: Realizar el sostenimiento con cuadros, cerchas y anclajes
- UC0420\_2: Realizar proyecciones de hormigones

### **Entorno Profesional**

#### **Ámbito Profesional**

Desarrolla su actividad profesional como trabajador por cuenta ajena en el área de producción de grandes, medianas y pequeñas empresas, públicas o privadas, dedicadas a la excavación subterránea, sostenimiento y consolidación de los terrenos, con aprovechamiento o no de los materiales excavados. Desempeña actividades de carácter técnico, en el marco de las funciones y objetivos asignados por técnicos de un nivel superior, de los cuales recibirá instrucciones generales y a los cuales informará.

La actividad profesional de realización de voladuras con explosivos está sujeta a la reglamentación de la Administración general competente.

#### **Sectores Productivos**

Se ubica en los sectores de industrias extractivas y construcción, y, principalmente, en las siguientes actividades productivas:

- Extracción de minerales energéticos (antracita, hulla, lignito y turba)
- Extracción de minerales de uranio y torio
- Extracción de minerales metálicos
- Extracción de minerales no metálicos ni energéticos (piedra caliza, yeso y creta, arenas y arcillas, minerales para abonos y productos químicos, sal gema y otros)
- Obras singulares de ingeniería civil subterránea (construcción de túneles para carreteras, ferrocarriles, metro, etc.)
- Excavaciones subterráneas para construcción de redes de abastecimiento (gas, petróleo, agua y otros, incluidas las redes de sumideros)

#### **Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes**

- Minero en general
- Minero de preparación y conservación de galerías
- Minero de arranque de minerales
- Minero de sutiraje

Entibador  
Barrenista  
Operador de máquinas perforadoras

**Formación Asociada** ( 600 horas )

**Módulos Formativos**

MF0417\_2: Perforación subterránea(240 h)

MF0418\_2: Voladuras subterráneas(90 h)

MF0419\_2: Sostenimiento con cuadros, cerchas y anclajes(210 h)

MF0420\_2: Proyección de hormigones(60 h)

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 1 Realizar la perforación subterránea**

**Nivel** 2  
**Código** UC0417\_2

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización**

**RP 1:** Preparar los equipos de protección individual, equipos de seguridad y las máquinas, herramientas y materiales necesarios para realizar con eficacia y seguridad la perforación, de acuerdo con las instrucciones de trabajo y la normativa vigente de seguridad.

CR 1.1 Los equipos de protección individual a utilizar durante la perforación están dispuestos y en perfecto estado, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.

CR 1.2 Los equipos de seguridad (detectores de gases y radioactividad) necesarios para reconocer la labor están dispuestos, y verificado su funcionamiento, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.

CR 1.3 Las máquinas, herramientas, útiles y materiales necesarios para la perforación (barrenas, bocas de perforación, perforadoras y otros) están dispuestos y en buen estado, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.

CR 1.4 Las operaciones de verificación y mantenimiento de primer nivel de equipos, máquinas y herramientas de perforación (engrase, niveles de aceite, carga de combustible a máquina parada y otros) se realizan según los procedimientos establecidos por el fabricante de forma que se garantice su óptimo funcionamiento.

**RP 2:** Confirmar que el estado del lugar de trabajo se encuentra dentro de los límites y condiciones de seguridad, para asegurar la realización de la perforación con seguridad y eficacia, de acuerdo con la normativa vigente.

CR 2.1 Las mediciones realizadas con los equipos de seguridad (detectores de gases y de radioactividad) se comprueba que están dentro de los límites de seguridad establecidos en la normativa vigente, comunicando al responsable inmediato cualquier anomalía de los mismos.

CR 2.2 En el lugar de trabajo se observa el estado del frente, su sostenimiento y ventilación, comunicando cualquier anomalía detectada al responsable inmediato.

CR 2.3 El frente de trabajo se revisa para comprobar la existencia de barrenos fallidos (en cuyo caso se detendrán los trabajos y se avisará al responsable de la labor) o de fondos de barreno de una voladura anterior (en cuyo caso está prohibido perforar sobre ellos), de acuerdo con la normativa vigente.

CR 2.4 El entorno de trabajo está en orden y limpio de materiales, equipos, herramientas y útiles.

CR 2.5 Se avisa al personal ajeno a los trabajos del inicio de los mismos para asegurar que el inicio de la perforación no conlleva ningún riesgo.

**RP 3:** Perforar barrenos en el frente de trabajo con equipos de perforación manuales, para efectuar voladuras, bulonado, drenaje, consolidación de terrenos, distensión de macizos, anclajes e instrumentación, logrando perforaciones con la sección, longitud, dirección e inclinación conformes al esquema de perforación y las instrucciones de trabajo.

CR 3.1 La barrena (integral o con su boca de corte incorporada) se acopla al equipo de perforación y es la adecuada a la sección, longitud de perforación y tipo de terreno, y el desgaste del elemento de corte permite la perforación.

CR 3.2 Las mangueras de aire comprimido, latiguillos de hidráulico, en su caso, y agua se conectan a la red correspondiente y al equipo perforador, llegando el aire y agua con la presión necesaria.

CR 3.3 El equipo perforador está montado, con engrasador y barrena, emplazado con su empujador (columna) bien anclado y nivelado, de forma que se eviten desplazamientos durante la perforación.

CR 3.4 La velocidad de perforación es la adecuada al terreno que se perfora, actuando sobre las llaves del empujador y de paso del agua de modo que la perforación sea eficaz y correcta.

CR 3.5 Los barrenos están perforados y libres de obstrucciones, en número, dirección, inclinación, longitud y finalidad, según el esquema de perforación, las instrucciones de trabajo y el manual de funcionamiento del equipo del fabricante.

CR 3.6 Los equipos y herramientas se retiran del frente a lugar seguro finalizada la perforación.

CR 3.7 Las actividades de perforación se realizan prestando atención especial al estado de la atmósfera, posible caída de rocas y niveles de ruido y polvo.

**RP 4:** Posicionar y preparar el jumbo, comprobando gálibos y rasantes, para realizar la perforación con el máximo rendimiento y evitando riesgos en personas y materiales.

CR 4.1 Los brazos, barrenas y otros elementos móviles del jumbo se inmovilizan, comprobando su fijación para evitar desplazamientos durante el traslado a la posición de perforación.

CR 4.2 La rasante, nivelación y gálibos del trayecto de trasladado del jumbo a la posición de perforación están dentro de las condiciones de funcionamiento y seguridad recogidas en los manuales de funcionamiento del fabricante y de las disposiciones de seguridad de la empresa.

CR 4.3 El jumbo se emplaza y queda completamente estable en la posición de perforación, comprobando su anclaje al terreno y nivelación para evitar desplazamientos durante la perforación,

CR 4.4 En jumbos automáticos o semiautomáticos se verifica su posicionamiento con el láser de referencia.

CR 4.5 El control de aislamiento eléctrico, en los jumbos electrohidráulicos, se comprueba que está dentro de los límites de seguridad para su funcionamiento.

CR 4.6 El agua para la limpieza de los barrenos, lucha contra el polvo y refrigeración se conecta y comprueba que tiene la presión suficiente para perforar de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento.

CR 4.7 La boca de corte se acopla a la varilla de perforación, comprobando que es la adecuada a la sección de perforación y tipo de terreno, y su desgaste permite la perforación.

CR 4.8 El varillaje de perforación se dispone en la deslizadera y en el alimentador, en su caso, en número suficiente para alcanzar la longitud de los barrenos.

**RP 5: Perforar los barrenos en el frente de trabajo con jumbo, para efectuar voladuras, bulonado, drenaje, consolidación de terrenos, distensión de macizos, anclajes e instrumentación, logrando perforaciones con la sección, longitud, dirección e inclinación conformes al esquema de perforación y las instrucciones de trabajo.**

CR 5.1 El jumbo se arranca según la secuencia de puesta en marcha de acuerdo con el manual de funcionamiento, comprobando que las presiones y temperatura de los circuitos hidráulicos y de refrigeración están dentro de los valores óptimos y que reacciona a los movimientos de los mandos de control.

CR 5.2 La velocidad de perforación se comprueba que es la adecuada al terreno que se perfora, actuando sobre la regulación del equipo según lo establecido en su manual de funcionamiento, de modo que la perforación sea eficaz y correcta.

CR 5.3 En jumbos automáticos y semiautomáticos se ejecutan las instrucciones del programa.

CR 5.4 Los elementos del varillaje extensible se comprueba que están en buen estado y ajustados correctamente para continuar la perforación.

CR 5.5 La barrena o la sarta se retira evitando el enganche, de modo que el barreno quede libre al finalizar la operación.

CR 5.6 Los barrenos están perforados y libres de obstrucciones, en número, dirección, inclinación, sección, longitud y finalidad, según el esquema de perforación, las instrucciones de trabajo y el manual de funcionamiento del equipo.

CR 5.7 Los gases nocivos (CO, CO<sub>2</sub>, en carros con motores diesel) se comprueba que están en todo momento dentro de los límites de seguridad establecidos en la normativa vigente, controlando su presencia continuamente con los detectores adecuados.

CR 5.8 Los equipos y herramientas se retiran del frente a lugar seguro una vez finalizada la perforación.

CR 5.9 La perforación con jumbo se realiza prestando atención a la posible caída de rocas, así como a impactos o aprisionamientos con los elementos móviles y varillaje.

**RP 6: Perforar los barrenos en terrenos blandos con perforadoras rotativas, neumáticas o electrohidráulicas, para efectuar voladuras, bulonado, drenaje, consolidación de terrenos, distensión de macizos, anclajes e instrumentación, logrando perforaciones con la sección, longitud, dirección e inclinación conforme al esquema de perforación y las instrucciones de trabajo.**

CR 6.1 La perforadora rotativa se sitúa e inmoviliza sobre la columna o soporte, con la dirección e inclinación de perforación precisa conforme a las instrucciones de trabajo, comprobando la fijación de los tensores de sujeción.

CR 6.2 El control de aislamiento eléctrico, en las perforadoras electrohidráulicas se comprueba que está dentro de los límites de seguridad para su funcionamiento.

CR 6.3 Las mangueras de aire comprimido, agua y/o fluido hidráulico se comprueba que están perfectamente conectadas al pupitre de mando, al bloque hidráulico, a la perforadora y a la red, y con las presiones adecuadas para perforar de acuerdo con las instrucciones de funcionamiento.

CR 6.4 La boca de corte se acopla a la varilla de perforación y se comprueba que es la adecuada a la sección de perforación y tipo de terreno, y su desgaste permite la perforación.

CR 6.5 La rotación y empuje de la perforación se comprueba que son las adecuadas, controlando su regulación hidráulica o neumática desde el pupitre de mando de acuerdo con las instrucciones del manual de funcionamiento.

CR 6.6 La barrena o la sarta se retira evitando el enganche, de modo que el barreno quede libre al finalizar la operación.

CR 6.7 Los barrenos están perforados y libres de obstrucciones, en número, dirección, inclinación, sección, longitud y finalidad, según el esquema de perforación, las instrucciones de trabajo y el manual de funcionamiento del equipo del fabricante.

CR 6.8 La perforación con perforadoras rotativas se realiza prestando especial atención a las operaciones de fijación del equipo y manipulación del varillaje.

## **Contexto profesional**

### **Medios de producción**

Equipos de protección individual, equipos de seguridad. Martillo perforador. Empujadores. Engrasadores. Jumbo de perforación manual, automático o semiautomático. Perforadoras rotativas. Varillaje y bocas de perforación. Herramientas, útiles, materiales y accesorios.

### **Productos y resultados**

Barrenos perforados para voladuras, para sostenimiento con técnicas de bulonaje, para drenajes, para inyección de cementos de consolidación de terrenos, distensión de terrenos e impermeabilización.

### **Información utilizada o generada**

Instrucciones de trabajo orales o escritas. Manuales de funcionamiento de equipos y máquinas. Instrucciones y esquemas de perforación. Datos topográficos. Normas de prevención de riesgos laborales. Normas básicas de seguridad minera. Instrucciones técnicas complementarias. Disposiciones internas de seguridad. Partes de trabajo y de incidencias.

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 2 Realizar voladuras subterráneas**

**Nivel** 2  
**Código** UC0418\_2

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización**

**RP 1:** Preparar los equipos de protección individual, equipos de seguridad y máquinas, herramientas y materiales necesarios para realizar con eficacia y seguridad la voladura subterránea, de acuerdo con las instrucciones de trabajo y la normativa de prevención de riesgos laborales y protección del medio ambiente vigentes.

CR 1.1 Los equipos de protección individual a utilizar en las voladuras subterráneas están dispuestos y en perfecto estado, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.

CR 1.2 Los equipos de seguridad (detectores de gases u otros) necesarios para reconocer la labor están dispuestos y verificado su funcionamiento, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.

CR 1.3 Las máquinas, herramientas, útiles y materiales necesarios para la voladura (explosor, óhmetro, atacadores, punzones, conectores, tubos omega y otros) están dispuestos y en buen estado, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.

CR 1.4 Las operaciones de verificación y mantenimiento de primer nivel de equipos, máquinas y herramientas para la voladura se realizan según los procedimientos establecidos por el fabricante, de forma que se garantice su óptimo funcionamiento.

**RP 2:** Confirmar que el estado del lugar de trabajo se encuentra dentro de los límites y condiciones de seguridad, para asegurar que las voladuras subterráneas se realizan con seguridad y eficacia, de acuerdo con la normativa vigente.

CR 2.1 Las mediciones realizadas con los equipos de seguridad (detectores de gases, radioactividad u otros) se comprueba que están dentro de los límites de seguridad establecidos, comunicando al responsable inmediato cualquier anomalía de los mismos.

CR 2.2 En las pegas eléctricas, se comprueba que no hay tormentas en las proximidades que puedan provocar el disparo incontrolado de la voladura.

CR 2.3 En el lugar de trabajo se observa el estado del frente, su sostenimiento y ventilación, comunicando cualquier anomalía detectada al responsable inmediato.

CR 2.4 El frente de trabajo se revisa para comprobar la existencia de fondos de barreno y barrenos fallidos utilizados en una voladura anterior, en cuyo caso está prohibido recargarlos de explosivos de acuerdo con la normativa vigente.

CR 2.5 En los barrenos a cargar y disparar se comprueba la presencia de grietas, coqueas, agua u obstrucciones, para tomar las medidas oportunas.

CR 2.6 El entorno de trabajo está en orden y limpio de materiales, equipos, herramientas y útiles.

CR 2.7 Se avisa al personal ajeno a los trabajos del inicio de la voladura, informándoles de su ubicación, hora de disparo, tipo de señalización, etc.

**RP 3:** Transportar, manipular y almacenar los diferentes explosivos, sistemas de iniciación y accesorios, dentro del recinto de la explotación, de acuerdo con la normativa vigente.

CR 3.1 Los vehículos y recipientes utilizados para el transporte, dentro de la explotación, se comprueba que están autorizados.

CR 3.2 El horario de transporte no coincide con los relevos principales de entrada y salida de personal.

CR 3.3 Los explosivos y sistemas de iniciación se almacenan en los depósitos y polvorines autorizados, siguiendo las normas técnicas aprobadas.

CR 3.4 Los explosivos y sistemas de iniciación se comprueba que están dispuestos y en buen estado de conservación y caducidad para su utilización, de acuerdo a sus homologaciones, especificaciones e instrucciones de trabajo.

CR 3.5 Los explosivos y los sistemas de iniciación se distribuyen a sus lugares de utilización separadamente en sus envases de origen, o en mochilas, cartucheras o vehículos autorizados.

CR 3.6 Los explosivos y los sistemas de iniciación se transportan y distribuyen prestando especial atención a evitar choques de los vehículos de transporte, impactos y contactos eléctricos, que puedan provocar su explosión incontrolada.

CR 3.7 La manipulación de explosivos se realiza evitando contactos directos e inhalaciones de sus vapores que puedan causar daños fisiológicos.

**RP 4:** Realizar la carga y retacado de los barrenos utilizando los medios y procedimientos adecuados, de modo que la voladura subterránea quede preparada para la conexión de los iniciadores, siguiendo el plano de tiro y las instrucciones de trabajo, y de acuerdo con la normativa vigente de seguridad.

CR 4.1 Tanto en los sistemas de iniciación eléctricos como no eléctricos, el cartucho-cebo se prepara inmediatamente antes de la carga, de acuerdo con las instrucciones de trabajo y la normativa vigente.

CR 4.2 La carga de explosivo a granel se realiza con equipos homologados o con certificado de conformidad, siguiendo el proyecto de voladura y de acuerdo con la normativa aplicable en cada caso.

CR 4.3 La carga y retacado se realiza evitando acciones violentas sobre el explosivo y sistemas de iniciación, y prestando especial atención a pinchazos con los extremos de los cables, rozaduras o cortes en el cordón detonante o cartuchos de explosivo, contactos químicos e inhalación de vapores de los explosivos.

CR 4.4 Los barrenos quedan perfectamente retacados, con los materiales adecuados en cada caso de acuerdo con las instrucciones de trabajo y la normativa vigente.

CR 4.5 La labor está en todo momento debidamente vigilada o señalizada con la prohibición de acceso.

CR 4.6 Los explosivos y accesorios sobrantes de la carga se retiran del frente siguiendo la normativa aplicable.

CR 4.7 Los envases y envoltorios del explosivo se retiran del lugar de la voladura, evitando así el esparcimiento por las inmediaciones.

**RP 5: Conectar los iniciadores según el esquema de tiro diseñado para la voladura subterránea, siguiendo las instrucciones de trabajo, y de acuerdo con la normativa vigente de seguridad.**

CR 5.1 En las pegas eléctricas las líneas eléctricas en las inmediaciones del frente se comprueba que están sin tensión, verificando su desconexión con la persona responsable.

CR 5.2 En las pegas eléctricas la línea de tiro, exclusiva para el disparo, se comprueba que está instalada y aislada electromagnéticamente, constituida por cables homologados, con la resistencia eléctrica adecuada y cortocircuitada en sus extremos hasta el momento del disparo.

CR 5.3 Los sistemas de iniciación se conectan entre sí, en cada caso, de acuerdo con las instrucciones de trabajo y la normativa vigente.

CR 5.4 Los sistemas de iniciación quedan perfectamente conectados a la línea de disparo, de forma que se garantice su transmisión a las cargas explosivas.

CR 5.5 En las pegas eléctricas las manecillas del explosor están en todo momento en poder del artillero o del responsable de la voladura

CR 5.6 En las pegas con mecha, el corte de la mecha lenta y el engarzado de la mecha al detonador se verifica de acuerdo con la normativa vigente de seguridad en el manejo de explosivos.

**RP 6: Realizar el disparo de la carga explosiva, conforme a la normativa vigente de seguridad para voladuras subterráneas, de modo que se pueda efectuar la pega con seguridad para el personal y para las instalaciones.**

CR 6.1 El disparo se realiza desde la zona protegida, excepto en las pegas con mecha.

CR 6.2 La zona de disparo e inmediaciones se revisa y señala, delimitando el perímetro, comprobando la ausencia de personal y que éste está en lugar seguro, de acuerdo con la normativa aplicable.

CR 6.3 En labores subterráneas clasificadas con riesgo de explosión, se comprueba que las condiciones ambientales (gases y otros) en la zona protegida están dentro de los límites establecidos en la normativa vigente de seguridad, verificando su medida y control con los equipos de seguridad adecuados (detectores y otros).

CR 6.4 En las pegas eléctricas, la línea de tiro tiene continuidad y su resistencia eléctrica se comprueba, mediante el óhmetro y desde la zona protegida, que está dentro de los valores adecuados para efectuar el disparo con eficacia y seguridad.

CR 6.5 En las pegas eléctricas, en caso de alguna anomalía, la línea de tiro se cortocircuita, se revisa visualmente y se comprueba eléctricamente, siempre desde la zona protegida.

CR 6.6 La línea de tiro se conecta al aparato iniciador en la zona protegida y se procede al disparo, comprobando mediante escucha que la pega se llevó a efecto, y en caso de detectar alguna anomalía se procederá de acuerdo con la normativa vigente en estos casos.

CR 6.7 En pegas con mecha, ésta tiene la longitud adecuada para permitir al trabajador alcanzar el lugar donde resguardarse con tiempo suficiente.

CR 6.8 En pegas con mecha se disparan los barrenos, hasta un número máximo de seis, controlando el disparo mediante escucha y evitando el paso a la explotación en media hora si no se está seguro de la detonación de todos.

CR 6.9 El acceso al frente, una vez efectuada la voladura, se realiza previa autorización del encargado de la labor o técnico responsable.

**RP 7: Realizar la destrucción de explosivos y sistemas de iniciación en mal estado o caducados, conforme a los procedimientos establecidos para cada tipo de explosivo y a las Disposiciones Internas de Seguridad, para que toda la operación se realice con eficacia y seguridad para el personal, instalaciones y entorno de trabajo**

CR 7.1 Se comprueba la fecha de caducidad y el posible estado de deterioro de explosivos y sistemas de iniciación.

CR 7.2 La zona de destrucción se comprueba que cumple las condiciones establecidas en las Disposiciones Internas de Seguridad, en especial las referentes a la revisión, señalización, delimitación del perímetro y ausencia de personal.

CR 7.3 La destrucción se realiza teniendo en cuenta la naturaleza de los distintos tipos de explosivos y sistemas de iniciación, siguiendo las instrucciones de trabajo y las Disposiciones Internas de Seguridad.

CR 7.4 La destrucción de explosivos se realiza prestando atención a sus posibles efectos en el medioambiente: contaminación de acuíferos, incendios, humos, gases y ruido.

## **Contexto profesional**

### **Medios de producción**

Equipos de protección individual, equipos de seguridad. Óhmetros. Explosores. Cables. Detonadores. Equipos de carga de explosivos. Explosivos. Sistemas de iniciación. Herramientas, útiles, accesorios y materiales. Medios de transporte

### **Productos y resultados**

Huecos excavados. Rocas rotas y disgregadas. Explosivos y sistemas de iniciación en mal estado destruidos.

### **Información utilizada o generada**

Instrucciones de trabajo orales o escritas. Manuales técnicos de funcionamiento de equipos (máquina de carga mecánica, óhmetro, explosor, detectores). Manuales técnicos con las características y aplicaciones de los diferentes tipos de explosivos, sistemas de iniciación y accesorios. Planos de tiro. Normas de prevención de riesgos laborales. Reglamento de explosivos. Normas básicas de seguridad minera e instrucciones técnicas complementarias. Disposiciones internas de seguridad. Partes de trabajo y parte de incidencias. Actas de uso de explosivos. Libro-registro de consumo de explosivos.

### **UNIDAD DE COMPETENCIA 3 Realizar el sostenimiento con cuadros, cerchas y anclajes**

**Nivel** 2  
**Código** UC0419\_2

#### **Realizaciones profesionales y criterios de realización**

- RP 1: Preparar los equipos de protección individual, equipos de seguridad y las máquinas, herramientas y materiales necesarios para realizar con eficacia y seguridad el sostenimiento, de acuerdo con las instrucciones de trabajo y la normativa vigente de prevención de riesgos laborales y protección ambiental.**
- CR 1.1 Los equipos de protección individual a utilizar en las labores de sostenimiento están dispuestos y en perfecto estado, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.
- CR 1.2 Los equipos de seguridad (detectores de gases y radioactividad) necesarios para reconocer la labor están dispuestos y verificado su funcionamiento, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.
- CR 1.3 Las máquinas, herramientas, útiles y materiales necesarios para el sostenimiento (llave de impactos, cuadros, madera, grapas, cementos y otros) están dispuestos y en buen estado, solicitando al responsable inmediato aquellos equipos que faltan o cuyo estado de funcionamiento no sea el adecuado.
- CR 1.4 Las operaciones de verificación y mantenimiento de primer nivel de equipos, máquinas y herramientas para el sostenimiento (engrase, niveles de aceite y otros) se realizan según los procedimientos establecidos por el fabricante de forma que se garantice su óptimo funcionamiento.
- RP 2: Confirmar que el estado del lugar de trabajo se encuentra dentro de los límites y condiciones de seguridad para realizar con eficacia el sostenimiento, de acuerdo con la normativa vigente.**
- CR 2.1 Las mediciones realizadas con los equipos de seguridad (detectores de gases y de radioactividad) se comprueba que están dentro de los límites de seguridad establecidos en la normativa vigente, comunicando al responsable inmediato cualquier anomalía de los mismos.
- CR 2.2 El frente de trabajo y el sostenimiento más próximo, ya colocado, se comprueba que está seguro y estable, sin riesgo de posibles desprendimientos de rocas y otros materiales, tanteando y desprendiendo desde posición segura con la barra de saneo o con la máquina saneadora las rocas inestables del frente y del hueco excavado, comprobando que éste tiene la sección conforme con las instrucciones de trabajo.
- CR 2.3 El frente de trabajo se revisa y se comprueba la existencia de barrenos fallidos, en cuyo caso se detendrán los trabajos y se avisará al responsable de la labor.
- CR 2.4 El entorno de trabajo se comprueba que está en orden y limpio de materiales, equipos, herramientas y útiles.
- CR 2.5 Se avisa al personal ajeno a los trabajos del inicio de los mismos, para asegurar que los trabajos de sostenimiento no conllevan ningún riesgo.
- RP 3: Colocar el sostenimiento de cuadros o cerchas metálicas y su recubrimiento, de modo que se consiga el mantenimiento del hueco con seguridad y con la sección prevista, de acuerdo con las instrucciones de trabajo y procedimientos establecidos.**
- CR 3.1 La vigueta de sostenimiento queda desplazada en voladizo por delante del último cuadro o cercha entibada, firmemente fijada a los cuadros o cerchas anteriores y con voladizo suficiente para colocar las coronas del cuadro, de acuerdo con la densidad de entibación y las instrucciones de trabajo.
- CR 3.2 Las trabancas o coronas se colocan sobre la vigueta a la distancia de entibación establecida, firmemente unidas entre sí, con las longitudes de solape, ubicación de grapas y aprietes de las mismas establecidos, y unidas con el cuadro anterior mediante tresillones, de acuerdo con la densidad de entibación adoptada.
- CR 3.3 Los postes del cuadro o cercha se colocan sobre las balsas, unidos a las coronas, con las longitudes de solape, ubicación de grapas y aprietes de las mismas establecidos y unidos al cuadro o cercha anterior, formando una estructura única y estable.
- CR 3.4 En secciones grandes, el cuadro o cercha entera se arma previamente a su colocación con plataforma, con las coronas y postes firmemente unidos, con las longitudes de solape, ubicación de grapas y aprietes de las mismas establecidos, de acuerdo con las instrucciones de montaje, formando una estructura única y estable.
- CR 3.5 El recubrimiento del cuadro o cercha se coloca con un grado de empaquetamiento y estabilidad que dificulte el desplazamiento de terrenos del perímetro excavado.
- CR 3.6 El sostenimiento se realiza prestando especial atención a la posible caída de rocas, así como a golpes y lesiones musculoesqueléticas derivadas de la manipulación de cargas pesadas y posturas inadecuadas.
- RP 4: Realizar el sostenimiento con diferentes tipos de bulones, de modo que se consiga el mantenimiento del hueco con seguridad y con la sección prevista, de acuerdo con las especificaciones técnicas de fijación e instrucciones de trabajo.**

CR 4.1 Se comprueba que los barrenos para alojar los bulones están perforados en número, sección, longitud, dirección e inclinación adecuados según el esquema de perforación y la densidad de bulonado que contempla el proyecto de sostenimiento.

CR 4.2 El correcto funcionamiento de los bulones con encaje puntual se garantiza comprobando el funcionamiento del dispositivo de fijación (cuña, elemento de expansión y otros) antes de introducirlo, de acuerdo con las instrucciones de utilización del fabricante.

CR 4.3 Los bulones de anclaje repartido con resinas responden a sus especificaciones, los cartuchos que la contienen cubren toda la longitud del barreno sin estar superpuestos, los componentes de las resinas quedan correctamente mezclados y dicha mezcla rellena completamente el espacio anular entre bulón y barreno.

CR 4.4 El funcionamiento correcto de los bulones de anclaje repartido mediante la utilización de cementos de fraguado rápido se consigue introduciendo el número adecuado de cartuchos o mediante lechada de mortero, cuyo contenido rellene completamente el espacio anular entre bulón y barreno y siguiendo las instrucciones del fabricante.

CR 4.5 La cimentación de bulones mediante lechada de mortero se realiza correctamente mediante la firme fijación de la cánula de inyección y la de rebose en su caso durante el proceso de relleno del barreno.

CR 4.6 El grado de fijación de los bulones se comprueba someténdoles a tensión mediante máquina dinamométrica u otro sistema similar de acuerdo a los procedimientos establecidos por el fabricante y a las instrucciones de trabajo.

CR 4.7 La ejecución del sostenimiento activo o suspendido mediante bulones se realiza prestando especial atención a la posible caída de rocas, ruido y contactos con productos químicos en su caso.

**RP 5: Recuperar o ampliar gálibos y secciones de huecos excavados mediante labores de estaja y levantamiento de hundimientos que puedan haberse producido en los huecos excavados, con las condiciones de seguridad establecidas.**

CR 5.1 El sostenimiento de la zona próxima a la de hundimiento o pérdida de sección se refuerza según lo establecido en las instrucciones de trabajo para garantizar las excavaciones posteriores con la máxima seguridad.

CR 5.2 Los escombros y restos de materiales existentes en el frente se retiran según las instrucciones de trabajo.

CR 5.3 La nueva sección tiene las dimensiones establecidas en el proyecto de sostenimiento.

CR 5.4 El nuevo sostenimiento se coloca de acuerdo con la definición que figura en el proyecto de sostenimiento.

## **Contexto profesional**

### **Medios de producción**

Equipos de protección individual. Detectores de gases. Herramientas, útiles y materiales. Barra de sanear, bulones, resinas, cementos y morteros, cuadros metálicos, grapas, tresillones y cerchas metálicas, parrilla, madera, malla, chapa tipo Bernorld. Llave de impacto. Máquina saneadora, plataforma metálica, plataforma elevadora, equipos de perforación, inyección, de tracción. Máquina dinamométrica.

### **Productos y resultados**

Sostenimiento de huecos. Consolidación de terrenos antes y después de la excavación. Impermeabilización de terrenos.

### **Información utilizada o generada**

Manuales técnicos constructivos y de funcionamiento de equipos y máquinas (máquina de sanear, plataforma elevadora). Manuales técnicos con las características y aplicaciones de los principales bulones y resinas. Normas de prevención de riesgos laborales. Normas básicas de seguridad minera. Instrucciones técnicas complementarias. Disposiciones internas de seguridad. Partes de trabajo y de incidencias.

## **UNIDAD DE COMPETENCIA 4 Realizar proyecciones de hormigones**

**Nivel** 2  
**Código** UC0420\_2

### **Realizaciones profesionales y criterios de realización**

RP 1: Posicionar y preparar los equipos para efectuar la proyección del hormigón con el máximo rendimiento y evitando riesgos a personas y materiales.

CR 1.1 Los elementos móviles se colocan y fijan correctamente para realizar los traslados hasta la posición de trabajo.

CR 1.2 El equipo se emplaza y queda estable en la posición de proyección para evitar movimientos no deseados durante la misma.

CR 1.3 El control de aislamiento eléctrico, en las máquinas de proyección eléctricas, se comprueba que está dentro de los límites de seguridad para su funcionamiento.

CR 1.4 La máquina se limpia una vez finalizada la proyección, comprobando que las tuberías no están obstruidas.

CR 1.5 Los elementos móviles se colocan y se fijan correctamente para la retirada de la máquina a un lugar seguro.

CR 1.6 El mantenimiento de primer nivel de la máquina se efectúa siguiendo instrucciones del manual del fabricante.

RP 2: Realizar la proyección de hormigones siguiendo las especificaciones de cada producto y las instrucciones de trabajo.

CR 2.1 La superficie que va a ser revestida se comprueba que está correctamente regularizada, saneada y drenada.

CR 2.2 En el caso de colocación de malla metálica, ésta se fija a los bordes de la excavación con los sistemas de fijación y solapes adecuados de acuerdo a las instrucciones de trabajo.

CR 2.3 El comportamiento correcto del hormigón proyectado se consigue mediante la mezcla homogénea de áridos, cementos, aditivos y agua, en las proporciones establecidas en las instrucciones y procedimientos de trabajo, realizándose su control mediante ensayos de muestras o probetas.

CR 2.4 Los hormigones se proyectan sobre las paredes de los huecos excavados mediante capas uniformes y espesores indicados en el proyecto de sostenimiento.

CR 2.5 La proyección de hormigones en sus versiones vía seca o vía húmeda se realiza prestando especial atención a la generación de polvo y al contacto con productos químicos.

### **Contexto profesional**

#### **Medios de producción**

Máquina de proyectar hormigón. Equipos de protección individual. Herramientas, útiles y materiales. Hormigones y morteros, cementos, áridos, fibras y aditivos. Mallas metálicas y elementos de fijación.

#### **Productos y resultados**

Hormigón proyectado para el sostenimiento de huecos y consolidación del terreno.

#### **Información utilizada o generada**

Manuales técnicos de funcionamiento de equipos proyección de hormigón/mortero. Manuales técnicos con las características y aplicaciones de los principales hormigones y cementos. Normas de prevención de riesgos laborales aplicables al manejo de estos equipos.

Partes de trabajo y de incidencias.

<b>MÓDULO FORMATIVO</b>	<b>1 Perforación subterránea</b>
<b>Nivel</b>	2
<b>Código</b>	MF0417_2
<b>Asociado a la UC</b>	Realizar la perforación subterránea
<b>Duración horas</b>	240

### Capacidades y criterios de evaluación

- C1: Describir las actividades de trabajo y las condiciones de entorno en excavaciones subterráneas, identificando especialmente los riesgos y las medidas de seguridad a adoptar.**
- CE1.1 Definir las características singulares de los huecos subterráneos, señalando su influencia sobre las actividades que en ellos se realizan.
  - CE1.2 Enumerar las principales finalidades de los huecos subterráneos y su carácter permanente o temporal.
  - CE1.3 Describir las actividades principales que se realizan una excavación subterránea.
  - CE1.4 Describir las distintas técnicas y procedimientos de excavación (perforaciones y voladuras y medios mecanizados), identificando sus características principales.
  - CE1.5 Describir de forma general la secuencia de operaciones para la excavación subterránea con perforación y voladura, relacionándola con los principales medios que se emplean.
  - CE1.6 Definir la perforación de barrenos, señalando sus características, aplicaciones y técnicas empleadas.
  - CE1.7 Identificar los riesgos genéricos en las excavaciones subterráneas, relacionándolos con las correspondientes medidas de seguridad.
- C2: Emplear los equipos de protección individual adecuados para la perforación, identificando los diferentes riesgos del puesto de trabajo.**
- CE2.1 Describir los riesgos específicos de la perforación relacionándolos con las medidas preventivas correspondientes.
  - CE2.2 Identificar los equipos de protección individual a utilizar en las operaciones de perforación en función de los riesgos.
  - CE2.3 Explicar el funcionamiento correcto de los equipos de protección individual a utilizar en las operaciones de perforación, de acuerdo con el manual de utilización del fabricante.
- C3: Aplicar los procedimientos establecidos para confirmar que las condiciones de seguridad de la labor (gases, sostenimiento y otros) están dentro de los límites permitidos para realizar la perforación con seguridad y eficacia de acuerdo con la normativa vigente.**
- CE3.1 Describir el funcionamiento de la ventilación principal y secundaria y la correcta disposición de los elementos que conforman la instalación de ventilación.
  - CE3.2 Citar los gases más comunes en las excavaciones subterráneas, sus características, efectos nocivos, aparatos de detección y límites permitidos de trabajo, de acuerdo con la normativa vigente.
  - CE3.3 Identificar los diferentes tipos de terreno a perforar, reconociendo sus características geomecánicas y perforabilidad.
  - CE3.4 Describir el comportamiento del terreno ante la apertura de huecos y las causas de desprendimientos de rocas.
  - CE3.5 Reconocer la funcionalidad de los diferentes tipos de sostenimiento y su configuración en su entorno de trabajo.
  - CE3.6 Definir las características de los barrenos fallidos señalando las medidas a adoptar de acuerdo con la normativa vigente.
  - CE3.7 Definir las características de los fondos de barrenos señalando las medidas a adoptar de acuerdo con la normativa vigente.
  - CE3.8 En un supuesto práctico perfectamente identificado:
    - Comprobar la ventilación
    - Medir los gases
    - Comprobar la estabilidad del hueco y la colocación del sostenimiento establecido.
    - Detectar barrenos fallidos y fondos de barreno.
- C4: Interpretar el esquema de perforación, para realizar la perforación de forma óptima, identificando los datos y la simbología empleada.**
- CE4.1 Explicar un esquema de perforación en general.
  - CE4.2 Explicar un esquema de perforación para voladuras subterráneas.
  - CE4.3 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado: establecer la dirección correcta de la perforación, interpretando planos y datos topográficos.
- C5: Operar con el equipo de perforación manual, de acuerdo con los esquemas de perforación y el manual de funcionamiento del equipo.**

CE5.1 Identificar los elementos del equipo de perforación y su función, explicando el montaje y funcionamiento del equipo perforador, de acuerdo con su documentación técnica.

CE5.2 Establecer las características que debe reunir el emplazamiento y orientación del equipo según su funcionalidad.

CE5.3 Reconocer la disponibilidad de redes de agua y energía y conexiones de la instalación.

CE5.4 Distinguir las bocas de perforación y varillaje, para seleccionar las más adecuadas por sus características y en función del tipo de terreno.

CE5.5 Describir el procedimiento para operar el equipo de perforación manual, de acuerdo con el manual de funcionamiento del fabricante.

CE5.6 Describir las operaciones de mantenimiento de primer nivel del equipo y sus elementos de conexión para asegurar el buen funcionamiento durante la perforación y evitar averías.

CE5.7 Enumerar las medidas de prevención de los riesgos más específicos de la perforación con equipo manual: atmósfera, caída de rocas, ruido y polvo.

CE5.8 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Seleccionar las bocas de perforación y varillaje adecuados en función del tipo de terreno y las instrucciones de trabajo.
- Realizar las conexiones de mangueras a las redes de agua y energía, así como al equipo perforador, y las reparaciones necesarias en su caso.
- Emplazar y orientar el equipo de perforación, para emboquillar los barrenos de acuerdo con el esquema de perforación.
- Realizar la perforación, regulando el caudal de agua y el empuje de forma que no se produzcan atascos, la velocidad de perforación sea óptima, no haya deterioros en los barrenos y la emisión de polvo sea mínima.
- Realizar las operaciones de mantenimiento de primer nivel.
- Aplicar las medidas preventivas establecidas para la perforación manual.
- Emplear los equipos de protección individual adecuados a las actividades de perforación.

**C6: Realizar las operaciones necesarias para emplazar el jumbo en su posición de trabajo, realizando las comprobaciones y conexiones necesarias para realizar la perforación con eficacia y seguridad.**

CE6.1 Distinguir los diferentes tipos de jumbo (manual, automático y semiautomático), identificando sus componentes y su función en el equipo.

CE6.2 Explicar el funcionamiento de los diferentes tipos de jumbo, de acuerdo con su documentación técnica.

CE6.3 Definir las condiciones de traslado y emplazamiento de los diferentes tipos de jumbo, con especial atención a la rasante, nivelación y gálibos, de acuerdo con el manual de funcionamiento.

CE6.4 Reconocer la disponibilidad de redes de agua y energía, y conexiones de la instalación.

CE6.5 Distinguir las bocas de perforación y varillaje, para seleccionar las más adecuadas de acuerdo con sus características y en función del tipo de terreno.

CE6.6 Citar las normas sobre comprobación y lectura del control de aislamiento eléctrico de los equipos eléctricos, para evitar la electrocución por contacto indirecto.

CE6.7 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Trasladar, emplazar y orientar el equipo de perforación, para emboquillar los barrenos de acuerdo con el esquema de perforación.
- Seleccionar las bocas de perforación y varillaje adecuados en función del tipo de terreno.
- Realizar las operaciones de montaje del varillaje y colocación en la deslizadera con los acoplamientos adecuados.
- Realizar las conexiones de mangueras a las redes de agua y energía, así como al equipo perforador, y las reparaciones necesarias en su caso.

**C7: Operar con el jumbo, de acuerdo con los esquemas de perforación y el manual de funcionamiento del equipo.**

CE7.1 Identificar los valores óptimos de las presiones y temperatura de los circuitos hidráulicos y de refrigeración del jumbo.

CE7.2 Describir el procedimiento para operar los jumbos manuales, automáticos y semiautomáticos, de acuerdo con el manual de funcionamiento del fabricante.

CE7.3 Describir las operaciones de mantenimiento de primer nivel del equipo y elementos de conexión para asegurar el buen funcionamiento durante la perforación y evitar averías.

CE7.4 Enumerar las medidas de prevención para los riesgos más específicos de la perforación con jumbo: atmósfera, caída de rocas, ruido, polvo, impactos o aprisionamientos con elementos móviles y varillaje.

CE7.5 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Realizar la perforación, regulando el empuje de forma que no se produzcan atascos, la velocidad de perforación sea óptima y no haya deterioros en los barrenos.
- Realizar las operaciones de mantenimiento de primer nivel.
- Aplicar las medidas preventivas establecidas para la perforación con jumbo.
- Emplear los equipos de protección individual adecuados a las actividades de perforación.

**C8: Operar con perforadoras rotativas neumáticas o electrohidráulicas, de acuerdo con el esquema de perforación y el manual de funcionamiento del equipo.**

CE8.1 Identificar los elementos del equipo de perforación y su función, explicando el montaje y funcionamiento del equipo perforador, de acuerdo con su documentación técnica.

CE8.2 Establecer las características que debe reunir el emplazamiento y orientación del equipo según su funcionalidad.

CE8.3 Reconocer la disponibilidad de redes de agua y energía, y conexiones de la instalación.

CE8.4 Distinguir las bocas de perforación y varillaje, para seleccionar las más adecuadas por sus características y en función del tipo de terreno.

CE8.5 Citar las normas sobre comprobación y lectura del control de aislamiento eléctrico de los equipos eléctricos.

CE8.6 Describir el procedimiento para operar la perforadora rotativa de acuerdo con el manual de funcionamiento del fabricante.

CE8.7 Describir las operaciones de mantenimiento de primer nivel del equipo y sus elementos de conexión para asegurar el buen funcionamiento durante la perforación y evitar averías.

CE8.8 Enumerar las medidas de prevención de los riesgos más específicos de la perforación con perforadoras rotativas: atmósfera, impactos o aprisionamientos por desplazamientos del equipo perforador y manipulación del varillaje.

CE8.9 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Emplazar y orientar el equipo de perforación, para emboquillar los barrenos de acuerdo con el esquema de perforación.
- Seleccionar las bocas de perforación y varillaje adecuados en función del tipo de terreno y las instrucciones de trabajo.
- Realizar las operaciones de montaje del varillaje y colocación en la deslizadera con los acoplamientos adecuados de acuerdo con las normas de funcionamiento del equipo perforador.
- Realizar las conexiones de mangueras a las redes de agua y energía, así como al equipo perforador, y las reparaciones necesarias en su caso.
- Realizar la perforación, regulando el empuje de forma que no se produzcan atascos, la velocidad de perforación sea óptima y no haya deterioros en los barrenos.
- Realizar las operaciones de mantenimiento de primer nivel.
- Aplicar las medidas preventivas establecidas para la perforación con perforadoras rotativas.
- Emplear los equipos de protección individual adecuados a las actividades de perforación.

**C9: Demostrar cierta autonomía, a su nivel y en el marco de sus responsabilidades, en la resolución de contingencias relacionadas con su profesionalidad.**

CE9.1 Identificar las responsabilidades inherentes a su puesto de trabajo, así como mostrar una actitud responsable en el manejo y mantenimiento de los equipos, maquinaria e instalaciones.

CE9.2 Organizar y planificar las tareas que le corresponden, a su nivel y en el ámbito de sus competencias, y en el marco de las instrucciones técnicas recibidas.

CE9.3 Integrarse en los equipos de trabajo que le corresponden, coordinando su trabajo con el del grupo para lograr los objetivos establecidos.

CE9.4 Resolver problemas y tomar decisiones individuales, de carácter técnico u organizativo, siempre en el marco de las normas establecidas o procedimientos definidos.

CE9.5 Demostrar capacidad para autoevaluar, y en su caso corregir, el trabajo realizado.

## **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo**

C3 respecto al CE3.8

C5 respecto al CE5.8

C6 respecto al CE6.7

C7 respecto al CE7.5

C8 respecto al CE8.9

C9 respecto a los CE9.1, CE9.2, CE9.3, CE9.4, CE9.5

## **Contenidos**

### **Perforación subterránea: principios generales, riesgos generales y condiciones de seguridad**

- Condiciones de entorno de las perforaciones subterráneas
  - . Definición de la excavación subterránea. Distintas aplicaciones: minería e infraestructuras.
  - . Condiciones de entorno del hueco subterráneo: luz, ventilación, ruidos, confinamiento, estabilidad.
  - . Principales riesgos en el entorno de una excavación subterránea. Medidas de seguridad.
  - . Distintos tipos de terreno. Características y comportamiento de los distintos tipos de terreno.
  - . Ejecución de la excavación subterránea. Principales actividades: Arranque. Carga y transporte.
- . Sostenimiento. Ventilación.
  - . Técnicas de excavación. Perforaciones y voladuras. Medios mecánicos.
  - . Técnicas de perforación. Principales equipos, herramientas y útiles.

- Riesgos en la perforación. Equipos de protección individual
  - . Riesgos y medidas preventivas para el puesto de trabajo de perforación.
  - . Equipos empleados en función de los riesgos en la perforación.
  - . Manual de funcionamiento de los equipos de protección individual.
- Medidas de protección medioambiental en la perforación: gestión de residuos y materiales desechables.
- Atmósfera de mina:
  - . Ventilación primaria y secundaria (conceptos, equipos, distancias al frente).
  - . Tipos de gases: características físico-químicas. Daños fisiológicos. Origen y localización. Detección. Medidas Preventivas. Detectores utilizados: funcionamiento y procedimientos de medición.
  - . Normativa general sobre ventilación.
  - . Normativa específica sobre ventilación en labores con riesgo de explosión.
- Estabilidad del hueco excavado
  - . Comportamiento del hueco excavado en función del tipo y estado del terreno.
  - . Tipos de sostenimiento y configuración en el entorno de trabajo.
  - . Saneamiento con herramientas manuales.
- Barrenos fallidos y fondos de barreno
  - . Barrenos fallidos: actuaciones y métodos de eliminación.
  - . Fondos de barreno y señalización.
- Esquemas de perforación para voladuras y otras aplicaciones:
  - . Esquema de perforación: forma y dimensión de la labor, cuadrícula, número, dirección e inclinación, sección y profundidad del barreno. Tipo de terreno.
  - . Información específica del esquema de perforación para voladuras: número de detonador/número de cartuchos.
  - . Diferentes tipos de barrenos y su cometido en la voladura. Cuele y contracuele. Destroza. Contorno.

### **Perforación con equipo manual**

- Principios de funcionamiento de los órganos mecánicos, oleohidráulicos y neumáticos de perforación.
- Descripción del equipo y montaje.
- Manual de funcionamiento del equipo y procedimiento operativo.
- Mangueras de aire y agua: uniones, acoplamientos, procedimientos de reparaciones de mangueras.
- Tipos de barrenas y bocas de perforación.
- Mantenimiento de primer nivel según el manual del fabricante. Principios elementales del engrase.
- Evaluación de riesgos y medidas preventivas tipo del puesto de trabajo de perforación con equipos manuales.

## **Perforación con jumbo**

Jumbos de perforación manuales, automáticos y semiautomáticos.

Órganos mecánicos, eléctricos, oleohidráulicos y neumáticos del jumbo.

Descripción del equipo y montaje

Manual de funcionamiento del equipo y procedimiento operativo.

Tipos de barrenas, varillas y bocas de perforación.

Mangueras de aire y agua: uniones, acoplamientos, procedimientos de reparaciones de mangueras.

Control de aislamiento. Aislamiento, derivaciones de corriente eléctrica y electrocución. Normativa sobre control de aislamiento eléctrico: límites admisibles y revisiones periódicas.

Mantenimiento de primer nivel. Principios elementales del engrase.

Evaluación de riesgos y medidas preventivas tipo del puesto de trabajo de perforación con jumbo.

## **Perforación con perforadoras rotativas neumáticas o electrohidráulicas**

Órganos mecánicos, eléctricos, oleohidráulicos y neumáticos de las perforadoras rotativas neumáticas o electrohidráulicas.

Descripción del equipo y montaje.

Manual de funcionamiento del equipo y procedimiento operativo.

Tipos de barrenas, varillas y bocas de perforación.

Mangueras de aire y agua: uniones, acoplamientos, procedimientos de reparaciones de mangueras.

Control de aislamiento. Aislamiento, derivaciones de corriente eléctrica y electrocución. Normativa sobre control de aislamiento eléctrico: límites admisibles y revisiones periódicas.

Mantenimiento de primer nivel según el manual del fabricante. Principios elementales del engrase.

Evaluación de riesgos y medidas preventivas tipo del puesto de trabajo de perforación con perforadoras rotativas.

## **Requisitos básicos del contexto formativo**

### **Espacios e instalaciones:**

Aula-taller de 50 m<sup>2</sup>.

Espacio confinado simulando huecos subterráneos, con secciones semicircular y rectangular de 9 a 15 m<sup>2</sup>, con frente de hormigón o similar. (Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación)

Aula polivalente de un mínimo de 2 m<sup>2</sup> por alumno.

### **Perfil profesional del formador:**

1. Dominio de los conocimientos y técnicas relacionados con la perforación subterránea, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica: de Ingeniero Técnico y de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.

- Experiencia profesional: un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este

módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

<b>MÓDULO FORMATIVO</b>	<b>2 Voladuras subterráneas</b>
<b>Nivel</b>	2
<b>Código</b>	MF0418_2
<b>Asociado a la UC</b>	Realizar voladuras subterráneas
<b>Duración horas</b>	90

### Capacidades y criterios de evaluación

- C1: Emplear los equipos de protección individual adecuados para las voladuras subterráneas, en función de los diferentes riesgos del puesto de trabajo**
- CE1.1 Describir los riesgos específicos de las voladuras subterráneas relacionándolos con las medidas preventivas correspondientes.
- CE1.2 Identificar los equipos de protección individual a utilizar en las operaciones de voladura subterránea en función de los riesgos.
- CE1.3 Explicar el funcionamiento correcto de los equipos de protección individual a utilizar en las operaciones de voladura subterránea, de acuerdo con el manual de utilización del fabricante.
- C2: Aplicar los procedimientos establecidos para confirmar que las condiciones de seguridad de la labor están dentro de los límites permitidos para realizar la voladura subterránea con seguridad y eficacia de acuerdo con la normativa vigente.**
- CE2.1 Describir el funcionamiento de la ventilación primaria y la disposición de los elementos que conforman la instalación de ventilación secundaria.
- CR2.2 Citar los gases más comunes en las excavaciones subterráneas: características, efectos nocivos, aparatos de detección y límites permitidos de trabajo de acuerdo con la normativa vigente.
- CE2.3 Describir el comportamiento del terreno ante la apertura de huecos subterráneos y su sostenimiento, así como los efectos de las voladuras.
- CE2.4 Definir las características de los barrenos fallidos y fondos de barrenos señalando las medidas a adoptar de acuerdo con la normativa vigente.
- CE2.5 Identificar las herramientas y describir los procedimientos de comprobación de limpieza de barrenos, reconocimiento de grietas y cavidades, y presencia de agua.
- CE2.6 En un supuesto práctico perfectamente identificado:
- Comprobar la ventilación.
  - Medir los gases.
  - Comprobar desprendimientos de rocas y estabilidad del sostenimiento.
  - Detectar barrenos fallidos y fondos de barreno.
  - Realizar la limpieza de barrenos mediante soplado o empleo de otros útiles permitidos en la normativa vigente.
- C3: Distinguir los distintos tipos de explosivos y sistemas de iniciación utilizados en las voladuras subterráneas, relacionándolos con las distintas clases de voladura y las distintas aplicaciones, e indicando las condiciones generales para su manipulación, según establece la normativa vigente.**
- CE3.1 Reconocer los distintos tipos de explosivos y sistemas de iniciación autorizados según la normativa vigente para las voladuras subterráneas, identificando los distintos tipos y grupos, sus características y aplicaciones.
- CE3.2 Seleccionar los distintos tipos de explosivos y sistemas de iniciación en función del tipo y clase de voladura, la clase de labor y modalidad de disparo, de acuerdo con la normativa vigente.
- CE3.3 Interpretar las instrucciones del plano de tiro para elegir el tipo de explosivo, sistemas de iniciación y cantidad.
- C4: Aplicar los procedimientos establecidos para transportar, manipular y almacenar los explosivos, sistemas de iniciación y accesorios, de acuerdo con la normativa vigente.**
- CE4.1 Identificar los explosivos y sistemas de iniciación a utilizar, comprobando que están en buen estado de conservación y sin caducar, según establece la normativa vigente
- CE4.2 Identificar los equipos y herramientas necesarias para realizar las operaciones de limpieza de los barrenos, preparación del cartucho-cebo, carga de los barrenos, conexión de los explosivos y los sistemas de iniciación y el retacado.
- CE4.3 Identificar los vehículos o recipientes autorizados para realizar el transporte de explosivos y accesorios en el recinto de la explotación.
- CE4.4 Citar las normas de seguridad y procedimientos a seguir en el almacenamiento de explosivos y sistemas de iniciación en depósitos y polvorines, de acuerdo con la normativa vigente.
- CE4.5 Citar las normas de seguridad y procedimientos a seguir en el transporte de explosivos y sistemas de iniciación, de acuerdo con la normativa vigente.
- CE4.6 Enumerar las medidas de prevención de los riesgos para la salud más específicos en la manipulación de explosivos: contactos químicos e inhalación de vapores de los explosivos.

CE4.7 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Recepcionar los explosivos y sistemas de iniciación y proceder a su carga en los vehículos o recipientes autorizados.
- Transportar los explosivos y sistemas de iniciación a los depósitos y polvorines de almacenamiento.
- Distribuir los explosivos y sistemas de iniciación al frente de trabajo.

**C5: Aplicar los procedimientos establecidos en las voladuras subterráneas para instalar en las pegas eléctricas la línea de tiro, comprobar su continuidad y aislamiento eléctrico de acuerdo con la normativa vigente.**

CE5.1 Distinguir los cables adecuados y homologados para instalar la línea de tiro.

CE5.2 Citar las normas de seguridad establecidas en la normativa vigente para efectuar la instalación de la línea de tiro.

CE5.3 Calcular la resistencia eléctrica teórica de la línea de tiro y del circuito de disparo.

CE5.4 Emplear el óhmetro para medir la resistencia eléctrica del circuito.

CE5.5 Verificar el aislamiento y la continuidad de la línea de tiro, contrastando la resistencia eléctrica medida con el óhmetro con la teórica calculada, de acuerdo con la normativa vigente.

CE5.6 Describir las operaciones para dejar la línea de tiro aislada y en cortocircuito, de acuerdo con la normativa vigente.

CE5.7 Identificar las medidas de prevención aplicables a los riesgos más específicos de la instalación y comprobación de la línea de tiro: pinchazos con los extremos de los cables y posibles contactos eléctricos.

CE5.8 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Instalar la línea de tiro, en las pegas eléctricas.
- Verificar el aislamiento de la línea de tiro.
- Aislar y cortocircuitar la línea de tiro.

**C6: Aplicar los procedimientos establecidos para realizar, en las voladuras subterráneas, la preparación del cartucho-cebo, la carga, el retacado y las conexiones de los sistemas de iniciación siguiendo las normas de seguridad vigentes.**

CE6.1 En labores con riesgo de explosión, citar los límites de gases permitidos para proceder con seguridad a la carga de explosivos, de acuerdo con la normativa vigente.

CE6.2 Interpretar las instrucciones del plano de tiro para proceder a la carga.

CE6.3 Describir el procedimiento de preparación del cartucho-cebo para los distintos sistemas de iniciación de acuerdo con la normativa vigente.

CE6.4 Describir el procedimiento de introducción del cartucho-cebo y carga de explosivos en el barreno, en el orden establecido para los distintos tipos y clases de voladuras, de acuerdo con la normativa vigente.

CE6.5 Describir el procedimiento de utilización de la máquina de carga a granel de explosivos de acuerdo con el manual de funcionamiento del fabricante y la normativa vigente.

CE6.6 Describir los procedimientos y normas de ejecución del retacado de los barrenos para las distintas clases de voladuras, de acuerdo con la normativa vigente.

CE6.7 Describir los procedimientos de conexión entre los diferentes sistemas de iniciación entre sí, para los distintos tipos de voladuras, de acuerdo con la normativa vigente.

CE6.8 Enumerar las medidas de prevención aplicables a los riesgos más específicos en la preparación del cartucho-cebo, carga y retacado de los barrenos: contactos químicos e inhalación de vapores de los explosivos y pinchazos con los extremos de los cables de los detonadores eléctricos.

CE6.9 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Preparar el cartucho-cebo para los distintos sistemas de iniciación.
- Introducir el cartucho-cebo y la carga de explosivos, con diferentes configuraciones de carga (cartuchos y a granel), y de introducción, y el retacado, de acuerdo con los diferentes tipos y clases de voladura.
- Conectar los diferentes sistemas de iniciación entre sí, utilizando los diferentes accesorios de conexión.

**C7: Aplicar los procedimientos establecidos para disparar la voladura subterránea en condiciones de seguridad, de acuerdo con la normativa vigente.**

CE7.1 En labores con riesgo de explosión, citar los límites de gases permitidos en la labor y en el refugio, para proceder con seguridad al disparo de explosivos, de acuerdo con la normativa vigente.

CE7.2 Describir los procedimientos de conexión entre los diferentes sistemas de iniciación y la línea de disparo, para los distintos tipos de voladuras, de acuerdo con la normativa vigente.

CE7.3 En las pegas eléctricas, contrastar desde el refugio que la línea de tiro tiene continuidad y su resistencia eléctrica, medida con el óhmetro, está dentro de los valores teóricos adecuados para efectuar el disparo con eficacia y seguridad.

CE7.4 Citar las normas de seguridad sobre revisión, señalización, delimitación del perímetro en su caso, y ausencia de personal en la zona de disparo e influencia, para las distintas clases de voladura, de acuerdo con la normativa vigente.

CE7.5 Identificar el aparato explosor adecuado al sistema de iniciación de la voladura, en cada caso, y al conjunto de la voladura.

CE7.6 Describir el procedimiento de disparo, para los diferentes sistemas de iniciación de acuerdo con la normativa vigente.

CE7.7 Enumerar las medidas de prevención aplicables a los riesgos más específicos en el disparo: vibraciones, proyecciones de rocas provocadas por la onda explosiva, generación de gases y ruido.

CE7.8 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Realizar la conexión de los diferentes sistemas de iniciación con la línea de tiro.
- En las pegas eléctricas, realizar la comprobación de la continuidad y aislamiento del circuito de disparo.
- Realizar el disparo con el aparato explosor adecuado al sistema de iniciación y al conjunto de la voladura.

**C8: Aplicar los distintos procedimientos para destruir explosivos y sistemas de iniciación siguiendo las disposiciones internas de seguridad.**

CE8.1 Identificar los signos de deterioro de los explosivos y sistemas de iniciación y la fecha de caducidad, de acuerdo con la normativa vigente.

CE8.2 Describir los sistemas utilizados para la destrucción: por combustión, por explosión y por disolución química.

CE8.3 Describir los sistemas y procedimientos de destrucción para los explosivos industriales.

CE8.4 Describir los sistemas y procedimientos de destrucción para los sistemas de iniciación.

CE8.5 Interpretar las disposiciones internas de seguridad para identificar las diferentes actuaciones a seguir, en especial las que definen las distancias de seguridad para el personal operativo, circulación de personas, lugares habitados e infraestructuras.

CE8.6 Enumerar las medidas de prevención y protección medioambiental aplicables a los riesgos más específicos en la destrucción de explosivos: contaminación química de manantiales y acuíferos, incendios y emisión de humos, ruidos y gases.

CE8.7 En un supuesto práctico de simulación de una destrucción de explosivos:

- Identificar los explosivos y sistemas de iniciación deteriorados o caducados.
- Establecer la vigilancia o señalización adecuada en el perímetro de la zona de destrucción de acuerdo con las distancias de seguridad.
- Establecer la ubicación adecuada para el personal que va a realizar la destrucción.
- Realizar las operaciones previas a la destrucción.

**C9: Aplicar los distintos métodos establecidos para eliminar barrenos fallidos, de acuerdo con la normativa vigente.**

CE9.1 Identificar las características de los barrenos fallidos.

CE9.2 Enumerar las medidas de seguridad y de señalización a adoptar ante la presencia de barrenos fallidos de acuerdo con la normativa vigente.

CE9.3 Describir los diferentes métodos utilizados en la eliminación de barrenos fallidos según la normativa vigente.

CE9.4 Enumerar las medidas de prevención aplicables a los riesgos más específicos en la eliminación de barrenos fallidos: vibraciones, proyecciones de rocas provocadas por la onda explosiva, generación de gases y ruido.

CE9.5 En un supuesto práctico de simulación de eliminación de barrenos fallidos:

- Identificar barrenos fallidos y señalizarlos.
- Realizar la eliminación de barrenos fallidos aplicando los diferentes métodos establecidos.

**C10: Organizar los trabajos de voladuras y responsabilizarse de la labor desarrollada y del cumplimiento de los objetivos establecidos, en el marco de las instrucciones y procedimientos de trabajo establecidos.**

CE10.1 Discriminar las fuentes de información, así como las relaciones técnico-profesionales que se establecen en las empresas.

CE10.2 Reconocer y respetar los procedimientos y normas internas de la empresa, identificando las responsabilidades inherentes a su puesto de trabajo.

CE10.3 Organizar y coordinar, a su nivel y en el ámbito de sus competencias, su trabajo y, en su caso, el de sus ayudantes.

CE10.4 Asumir la responsabilidad en el control, manejo y mantenimiento adecuado de los equipos y herramientas que maneja.

CE10.5 Responsabilizarse de la correcta ejecución de su trabajo y el de sus ayudantes, en su caso, demostrando capacidad para autoevaluar objetivamente y siguiendo criterios establecidos el trabajo realizado.

CE10.6 Valorar las medidas de prevención de riesgos laborales, responsabilizándose de la adopción de las medidas de seguridad correspondientes.

## **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo**

C2 respecto al CE2.6

C6 respecto al CE6.9

C7 respecto al CE7.8

C10 respecto a los CE10.2, 10.3, 10.4 0.5 y 10.6

## **Contenidos**

### **Riesgos y condiciones de seguridad en las voladuras subterráneas**

Riesgos generales y medidas preventivas para el puesto de trabajo de artillero: riesgos en la

manipulación, en el transporte y almacenamiento, y en la carga, disparo y destrucción. Equipos empleados en función de los riesgos en la voladura. Manual de funcionamiento de cada equipo de protección individual.

Riesgos en las voladuras subterráneas:

- Nociones básicas de ventilación primaria y secundaria (conceptos, equipos, distancias al frente)
- Tipos de gases: características físico-químicas. Daños fisiológicos. Origen y localización. Detección y medidas preventivas. Detectores utilizados, funcionamiento y procedimientos de medición.
- Normativa general sobre ventilación.
- Normativa específica sobre ventilación en labores con riesgo de explosión.
- Comportamiento del hueco excavado en función del tipo y estado del terreno. Tipos de sostenimiento y configuración en el entorno de trabajo.
- En pegas eléctricas proximidad a líneas eléctricas y elementos conductores no activos.

Medidas de protección medioambiental: Gestión de residuos y materiales desechables. Productos de la voladura: proyecciones de rocas, gases, ruidos, vibraciones, polvo. Productos de la destrucción de explosivos: contaminación química, incendios, humos

## **Explosivos**

Definición y características generales de los explosivos: Potencia explosiva. Poder rompedor. Velocidad de detonación. Densidad de encartuchado. Resistencia al agua. Humos. Sensibilidad: al detonador, a la onda explosiva, al choque y al rozamiento. Estabilidad química.

Explosivos industriales. Dinamitas: gomas y pulverulentas. Anfos. Hidrogeles. Emulsiones. Heavy Anfo. Explosivos de seguridad. Pólvoras de mina.

## **Sistemas de iniciación y transmisión. Accesorios**

Sistemas de iniciación no eléctricos: Detonadores no eléctricos y tubo de transmisión. Mecha y detonadores. Cordón detonante. Relés de microretardo Multiplicadores.

Sistemas de iniciación eléctrica:

- Conductores eléctricos. Circuitos eléctricos para voladura. Línea de tiro: línea fija y línea móvil.
- Detonadores eléctricos: Descripción. Potencia. Características eléctricas. Clasificación.
- Cálculo de la resistencia eléctrica de la línea de tiro y del circuito completo con detonadores eléctricos.

Fallos.

- Derivaciones de corriente: línea de tiro y conexiones. Efectos electromagnéticos y corrientes extrañas.

Sistemas de iniciación electrónica:

- Detonadores electrónicos: Descripción. Características. Clasificación.
- Equipos y programación de la voladura

Accesorios, equipos y herramientas: Conexiones y aisladores. Óhmetros. Explosores para voladuras eléctricas. Iniciador de tubo de transmisión y mechero homologado. Punzones, tenacillas, atacadores, cinta

adhesiva, cuchilla, cucharilla. Tubos omega y obturador de aletas. Tubos de conexión. Máquina de carga a granel. Tacos de arcilla, de sal.

Transporte y almacenamiento de los explosivos y sistemas de iniciación. Vehículos autorizados. Depósitos y polvorines. Normas de almacenamiento. Distribución de explosivos: Envases o mochilas y normas de distribución.

### **Preparación del cartucho-cebo, carga, retacado y disparo**

Procedimientos para preparar el cartucho-cebo: Mecha. Detonador no eléctrico. Detonador eléctrico. Detonador no eléctrico con tubo transmisor.

Otras formas de transmisión de voladura: Cordón detonante. Explosivo. Detonador. Relé de microretardo. Multiplicador.

Procedimientos para la carga de explosivos. Encartuchado y a granel. Cartucho-cebo en fondo o en cabeza y carga de cartuchos o granel. Carga espaciada con cordón detonante en todo el barreno. Carga en tubo omega (sutirajes en minas de carbón). Carga de explosivo a granel con máquina.

Procedimientos para realizar conexiones entre explosivos y sistemas de iniciación. Detonador eléctrico y no eléctrico. Cordón detonante. Tubo transmisor: en manojos y con línea maestra de cordón. Tubo transmisor con conector individual. Relé de microretardo. Mecha.

Procedimientos para realizar el retacado.

Comprobación de la línea de tiro y disparo. Medición de resistencias en las pegas eléctricas: óhmetros. Procedimientos de comprobación en las pegas eléctricas y no eléctricas. Aparatos de disparo: explosor, mechero homologado e iniciador de tubo de transmisión.

### **Clases de voladuras subterráneas. Interpretación de planos de tiro**

Voladuras subterráneas. Trabajo de los explosivos. Línea de menor resistencia. Línea menor de resistencia máxima. Superficie de desprendimiento. Disparo con superficie de desprendimiento. Cuele y contracuele. Tipos de barrenos: cuele y contracuele, barrenos de franqueo o destroza, y perfil. Tipos de cuele: Sarrois. Sueco. Coromat. Cuña. Abanico. Plano de tiro para voladuras subterráneas. Normas de seguridad específicas.

### **Eliminación de barrenos fallidos y destrucción de explosivos en mal estado**

Barrenos fallidos: actuaciones y métodos de eliminación.

Fondos de barreno y señalización.

Explosivos en mal estado y caducidad

Métodos de destrucción. Combustión. Explosión: al aire, confinamiento en barreno, bajo arena, bajo agua.

Disolución química.

Distancias de seguridad: zonas habitadas o vías de comunicación. Zona protegida del personal. Destrucción de los diferentes explosivos industriales y sistemas de iniciación. Troceo de piedras gruesas.

### **Requisitos básicos del contexto formativo**

#### **Espacios e instalaciones:**

Aula-taller de 50 m<sup>2</sup>.

Espacio confinado simulando huecos subterráneos, con secciones semicircular y rectangular de 9 a 15 m<sup>2</sup>, con frente de hormigón o similar. (Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación)

Aula polivalente de un mínimo de 2 m<sup>2</sup> por alumno.

#### **Perfil profesional del formador:**

1. Dominio de los conocimientos y técnicas relacionados con la voladura con explosivos, que se acreditará mediante una de las formas siguientes:

- Formación académica: de Ingeniero Técnico y de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.

- Experiencia profesional: un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

<b>MÓDULO FORMATIVO</b>	<b>3 Sostenimiento con cuadros, cerchas y anclajes</b>
<b>Nivel</b>	2
<b>Código</b>	MF0419_2
<b>Asociado a la UC</b>	Realizar el sostenimiento con cuadros, cerchas y anclajes
<b>Duración horas</b>	210

### Capacidades y criterios de evaluación

- C1: Emplear los equipos de protección individual adecuados para el sostenimiento, identificando los diferentes riesgos del puesto de trabajo.**
- CE1.1 Describir los riesgos específicos del sostenimiento relacionándolos con las medidas preventivas correspondientes.
  - CE1.2 Identificar los equipos de protección individual a utilizar en las operaciones de sostenimiento en función de los riesgos.
  - CE1.3 Explicar el funcionamiento correcto de los equipos de protección individual a utilizar en las operaciones de sostenimiento, de acuerdo con el manual de utilización del fabricante.
- C2: Aplicar los procedimientos establecidos para confirmar que las condiciones de seguridad de la labor (gases, sostenimiento y otros) están dentro de los límites permitidos para realizar el sostenimiento con seguridad y eficacia de acuerdo con la normativa vigente.**
- CE2.1 Describir el funcionamiento de la ventilación principal y secundaria y la correcta disposición de los elementos que conforman la instalación de ventilación.
  - CE2.2 Citar los gases más comunes en las excavaciones subterráneas: características, efectos nocivos, aparatos de detección y límites permitidos de trabajo de acuerdo con la normativa vigente.
  - CE2.3 Describir el comportamiento del terreno ante la apertura de huecos y las causas de desprendimientos de rocas.
  - CE2.4 Reconocer la funcionalidad de los diferentes tipos de sostenimiento y su configuración en su entorno de trabajo.
  - CE2.5 Describir los procedimientos de trabajo establecidos para realizar la operación de saneo.
  - CE2.6 Describir el procedimiento de utilización de la máquina saneadora de acuerdo con el manual de funcionamiento del fabricante.
  - CE2.7 Describir las operaciones de mantenimiento de primer nivel de la máquina saneadora para asegurar el buen funcionamiento durante el saneo y evitar averías
  - CE2.8 Definir las características de los barrenos fallidos señalando las medidas a adoptar de acuerdo con la normativa vigente.
  - CE2.9 Definir las características de los fondos de barrenos señalando las medidas a adoptar de acuerdo con la normativa vigente.
  - CE2.10 En un supuesto práctico perfectamente identificado:
    - Comprobar la ventilación.
    - Medir los gases.
    - Comprobar la estabilidad del hueco y la colocación del sostenimiento establecido.
    - Detectar barrenos fallidos y fondos de barreno.
    - Sanear la labor.
- C3: Realizar el sostenimiento con cuadros o cerchas metálicas siguiendo el procedimiento establecido, de modo que se consiga la estabilización del hueco con seguridad y con la sección prevista.**
- CE3.1 Identificar los distintos elementos del cuadro o cercha, los accesorios de unión y materiales de recubrimiento.
  - CE3.2 Describir las operaciones de montaje de los elementos del cuadro o cercha, aplicando las distancias de solape entre las distintas piezas del cuadro o cercha.
  - CE3.3 Describir el procedimiento de trabajo establecido para adelantar y fijar la vigueta de sostenimiento, de acuerdo con la distancia de entibación.
  - CE3.4 Describir el procedimiento de trabajo establecido para colocar las coronas por encima de la vigueta y realizar la unión con tresillones al cuadro anterior.
  - CE3.5 Enumerar la secuencia de operaciones establecida para colocar los postes y unir estos con las coronas, y con el cuadro o cercha anterior.
  - CE3.6 En secciones grandes, explicar las operaciones necesarias para montar el cuadro o cercha previamente, uniendo las diferentes piezas, y colocándolo posteriormente con plataforma y uniéndolo con tresillones al cuadro anterior.
  - CE3.7 Identificar el recubrimiento adecuado y describir su colocación, de modo que el grado de empaquetamiento y estabilidad dificulte el desplazamiento de terrenos del perímetro excavado.
  - CE3.8 Enumerar las medidas de prevención para los riesgos más específicos de la colocación de cuadros o cerchas: atmósfera, caída de rocas, golpes o impactos con cuadros o cerchas metálicas y lesiones musculoesqueléticas derivadas de la manipulación de cargas pesadas y posturas inadecuadas.

CE3.9 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Mover la vigueta hacia delante.
- Colocar las coronas y unir al último cuadro o cercha.
- Realizar las balsas, colocar los postes, y unir al último cuadro.
- Emplear la llave dinamométrica para comprobar la presión de apriete de los elementos de unión de los distintos elementos.
- Colocar el recubrimiento.
- Montar un cuadro o cercha completo para su posterior colocación en secciones grandes con plataforma.

**C4: Realizar el sostenimiento con diferentes tipos de bulones, de acuerdo con las especificaciones técnicas de fijación, de modo que se consiga el sostenimiento del hueco excavado, con seguridad y con la sección prevista.**

CE4.1 Interpretar correctamente el esquema de perforación y bulonado.

CE4.2 Distinguir los distintos tipos de bulones, relacionando sus características técnicas con las aplicaciones adecuadas.

CE4.3 Reconocer los diferentes tipos de cartuchos de resina o componentes de morteros para la fijación de bulones de anclaje repartido, interpretando sus especificaciones técnicas.

CE4.4 Explicar el funcionamiento de los bulones de anclaje puntual, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

CE4.5 Describir las operaciones de introducción y fijación de los bulones, relacionando los diferentes tipos de bulones con los distintos sistemas de fijación, de forma manual o mecanizada.

CE4.6 En la fijación de bulones con morteros, identificar, a partir de las especificaciones del fabricante, las proporciones adecuadas de los componentes y el tiempo de elaboración y fraguado.

CE4.7 Enumerar las medidas de prevención para los riesgos más específicos del sostenimiento con bulones: caída de rocas, ruido, y contactos con productos químicos en su caso.

CE4.8 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Realizar la limpieza de barrenos mediante soplado.
- Introducir diferentes tipos de bulones y fijarlos con las diversas técnicas empleadas.
- Reconocer la correcta sujeción de la cánula de inyección y la de rebose en su caso, en la fijación con lechada de cemento.
- Comprobar el grado de fijación de los diferentes tipos de bulones con los sistemas adecuados para cada tipo.

**C5: Aplicar las técnicas de estaja y levantamiento de hundimientos en la ampliación o recuperación de secciones de huecos excavados, en las condiciones de seguridad establecidas.**

CE5.1 Interpretar correctamente los planos de ampliación a la nueva sección.

CE5.2 Identificar los distintos tipos de elementos de refuerzo establecidos para asegurar el sostenimiento de la zona próxima a estajar o levantar

CE5.3 Enumerar las operaciones necesarias para retirar el sostenimiento anterior de la sección a ampliar o recuperar.

CE5.4 Describir las operaciones de empquetado desde el último sostenimiento colocado para evitar desprendimientos importantes de rocas al efectuar la estaja o levantamiento.

CE5.5 Identificar las operaciones necesarias para franquear la nueva sección, mediante martillo picador o perforación y voladura, en función de la naturaleza y estado del terreno.

CE5.6 Enumerar las secuencia de los trabajos establecidos para colocar el nuevo sostenimiento en la sección recuperada.

CE5.7 Identificar las medidas de prevención para los riesgos más específicos del trabajo en estajas y levantamientos: caída de rocas, generación de polvo, ruido, golpes y lesiones musculoesqueléticas derivadas de la manipulación de cargas pesadas y posturas inadecuadas.

CE5.8 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Realizar el refuerzo de la zona próxima a estajar.
- Retirar el sostenimiento de la zona a estajar, en su caso.
- Retirar los escombros y materiales del frente.
- Realizar el franqueo a martillo picador empquetando.
- Realizar el franqueo con perforación y voladura.
- Colocar el nuevo sostenimiento.

**C6: Adaptarse a la organización específica de la empresa y responsabilizarse del trabajo a desarrollar, en especial en todo lo relativo al cumplimiento de las condiciones de seguridad.**

CE6.1 Identificar, valorar y asumir los procedimientos y normas internas de la empresa.

CE6.2 Identificar las relaciones técnico-laborales que se establecen en la empresa.

CE6.3 Identificar y asumir la responsabilidad que le corresponde sobre su propio trabajo, en el marco del trabajo en equipo y de las relaciones con sus superiores y ayudantes, en su caso.

CE6.4 Asumir la responsabilidad en el control, manejo y mantenimiento adecuado de los equipos, máquinas y herramientas que maneja, así como en el orden y limpieza de su entorno de trabajo.

CE6.5 Demostrar interés por la identificación de riesgos laborales y responsabilizarse de la adopción y respeto de las medidas de seguridad que le corresponden.

**Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo**

C2 en relación al CE2.10  
C3 en relación al CE3.8  
C4 en relación al CE4.8  
C5 en relación al CE5.8  
C6 en relación al CE6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5

## **Contenidos**

### **Riesgos y condiciones de seguridad en el sostenimiento de huecos subterráneos**

Riesgos en el sostenimiento. Equipos de protección individual

- Riesgos y medidas preventivas en las actividades de sostenimiento: colocación de cuadros metálicos, bulonado, estajas y levantamientos.
- Equipos empleados en función de los riesgos en el sostenimiento.
- Manual de funcionamiento de cada equipo de protección individual.
  - . Medidas de protección medioambiental en el sostenimiento: gestión de residuos y materiales desechables: polvo, productos químicos.
    - . Atmósfera en los huecos subterráneos
- Ventilación primaria y secundaria (conceptos, equipos, distancias al frente).
- Tipos de gases. Características físico-químicas. Daños fisiológicos. Origen y localización. Detección y medidas preventivas.
- Detectores utilizados, funcionamiento y procedimientos de medición.
- Normativa general sobre ventilación. Circulación de la corriente de aire. Ventilación principal y secundaria. Concentraciones límites de gases. Condiciones ambientales: lucha contra el polvo, temperatura y humedad.
- Normativa específica sobre ventilación para minas de carbón y labores con riesgo de explosión.
  - . Estabilidad del hueco excavado. Saneamiento de la labor
- Tipos de terrenos y comportamiento de las paredes del hueco excavado.
- Tipos de sostenimiento y configuración en el entorno de trabajo.
- Procedimientos de trabajo establecidos para el saneamiento. Herramientas utilizadas: barra de saneamiento y máquina saneadora. Mantenimiento de primer nivel de la máquina saneadora.
  - . Barrenos fallidos y fondos de barreno
- Barrenos fallidos: identificación y actuaciones.
- Fondos de barreno y señalización.
  - . Sostenimiento de los huecos excavados
- Clases de esfuerzos: Tracción. Compresión. Flexión. Pandeo. Torsión. Cizalladura.
- Tipos de terrenos: elásticos, plásticos.
  - Tensiones y deformaciones de los terrenos. Empujes, roturas, desplazamiento de bloques, convergencias o pérdidas de sección.
  - Factores a considerar en el comportamiento de los terrenos. Naturaleza de los terrenos: quebradizos, rígidos, derrabosos. Grado de facturación. Estructura del macizo rocoso. Presencia de agua.
- Factores externos: influencia de huecos próximos, hundimientos de huecos próximos.

### **Sostenimiento pasivo: cuadros o cerchas metálicos.**

Características de la entibación: Resistencia. Flexibilidad. Estabilidad.

Elementos de la entibación: Armazón. Arriostramiento. Recubrimiento.

Entibación metálica deslizante, perfil TH. Elementos del armazón: postes y coronas. Elementos de unión: grapas. Elementos de arriostramiento: trabanquillas y tresillones. Procedimientos de montaje y de trabajo establecidos (solapes, distancias, etc.). Interpretación de un catálogo de cuadros metálicos TH.

Cerchas metálicas. Tipos de perfiles utilizados.

Herramientas, utillaje y accesorios:

- Llaves: fija y de impactos. Mantenimiento de primer nivel
- Martillo picador. Despiece y mantenimiento de primer nivel.
- Principios de funcionamiento de los órganos mecánicos, oleohidráulicos y neumáticos
- Principios elementales del engrase: filtros, engrasadores, lubricantes
  - Mangueras de aire comprimido, uniones, acoplamientos, procedimientos de reparaciones de mangueras.
- Llave dinamométrica.
- Barrillas, mazas, etc.

Recubrimiento. Grado de compactación y estabilidad. Materiales: madera, parrilla, chapas metálicas, escombros y otros materiales. Procedimientos de trabajo establecidos.

### **Sostenimiento activo: bulonaje**

Trabajo de sostenimiento suspendido.

Tipos de bulonaje. Anclaje puntual. Anclaje repartido. Anclaje puntual y repartido (barra-bulón). Metálicos y no metálicos. Expansión-deformación.

Fijación de bulones: materiales y equipos empleados:

- Fijación con resinas.
- Cementos de fraguado rápido y morteros.

Densidad de bulonado.

Procedimientos de trabajo establecidos para los diferentes bulones.

Comprobación de tensión de los bulones: máquinas dinamométricas.

Equipos, herramientas y accesorios.

### **Ampliación o recuperación de gálibos: estajas y levantamiento de hundimientos**

Interpretación de planos de ampliación de sección.

Elementos de refuerzo de la entibación o del hueco a ampliar.

Empiquetado.

Procedimientos de trabajo establecidos para empiquetar.

Procedimientos de trabajo establecidos para estajar o levantar hundimientos.  
Colocación del sostenimiento.

### **Requisitos básicos del contexto formativo**

#### **Espacios e instalaciones:**

Aula-taller de 50 m<sup>2</sup>.

Espacio confinado simulando huecos subterráneos, con secciones semicircular y rectangular de 9 a 15 m<sup>2</sup>, con frente de hormigón o similar. (Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación)

Aula polivalente de un mínimo de 2 m<sup>2</sup> por alumno.

#### **Perfil profesional del formador:**

1. Dominio de los conocimientos y técnicas relacionados con el sostenimiento de huecos, que se acreditará mediante una de las formas siguientes:

- Formación académica: de Ingeniero Técnico y de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.

- Experiencia profesional: un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones Competentes

<b>MÓDULO FORMATIVO</b>	<b>4 Proyección de hormigones</b>
<b>Nivel</b>	2
<b>Código</b>	MF0420_2
<b>Asociado a la UC</b>	Realizar proyecciones de hormigones
<b>Duración horas</b>	60

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Realizar las operaciones necesarias para preparar el equipo de proyección en su posición de trabajo y su posterior retirada, realizando las comprobaciones necesarias para ejecutar la proyección con eficacia y seguridad.

CE1.1 Identificar los diferentes equipos de proyección y sus componentes.

CE1.2 Explicar el funcionamiento de los equipos de acuerdo con su documentación técnica.

CE1.3 Definir las condiciones de traslado y emplazamiento del equipo, de acuerdo con las instrucciones de trabajo y manual de funcionamiento.

CE1.4 Reconocer la disponibilidad de redes de agua y energía y conexiones de la instalación.

CE1.5 Citar las normas sobre comprobación y lectura del control de aislamiento eléctrico de los equipos eléctricos.

CE1.6 Describir las operaciones de colocación y fijación de los elementos móviles de la máquina para su traslado de acuerdo con el manual del fabricante.

CE1.7 Describir las operaciones de limpieza y mantenimiento de primer nivel de la máquina de proyección, según manual del fabricante.

**C2:** Proyectar hormigones, según las especificaciones de cada producto, de modo que se consiga una proyección eficaz y un acabado correcto.

CE2.1 Reconocer si la superficie a revestir está regularizada, saneada y drenada para la correcta aplicación de la proyección.

CE2.2 Describir las operaciones necesarias para colocar la malla metálica en los bordes del hueco, de acuerdo con los solapes y elementos de sujeción establecidos.

CE2.3 Describir las medidas de prevención a los riesgos más específicos de la proyección de hormigón: generación de polvo y contactos con productos químicos.

CE2.4 En un supuesto práctico perfectamente caracterizado:

- Realizar las mezclas de componentes en las proporciones establecidas.
- Operar el equipo de proyección de acuerdo con el manual de funcionamiento del fabricante.
- Realizar la proyección de hormigones por vía seca y húmeda, de forma uniforme y con el espesor establecido.
- Limpiar la máquina de proyección de hormigón y realizar las operaciones de mantenimiento de primer nivel.

### **Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo**

C2 en relación al CE2.4

### Contenidos

#### **1. Proyección de hormigones y morteros**

Características de los hormigones proyectables. Componentes del hormigón y mezcla: cementos, áridos, fibras y aditivos.

Sistemas de proyección de hormigones: vía seca y vía húmeda. Procedimientos de trabajo establecidos.

Malla metálica, procedimientos de colocación.

Equipos, accesorios y herramientas utilizados:

- Máquina de proyección, compresor, bomba.
- Mantenimiento de primer nivel de los diferentes equipos.
- Manual de funcionamiento de los diferentes equipos.

Condiciones de la superficie a revestir

## 2. Riesgos y condiciones de seguridad en la proyección de hormigones

Principales riesgos. Medidas preventivas. Equipos de protección individual,

Medidas de protección medioambiental en la proyección de hormigones: gestión de residuos y materiales desechables.

### Requisitos básicos del contexto formativo

#### **Espacios e instalaciones:**

Aula-taller de 50 m<sup>2</sup>.

Espacio subterráneo real o modelo simulado de 50 m<sup>2</sup> para realizar prácticas de proyección de hormigón (Espacio singular no necesariamente ubicado en el centro de formación)

Aula polivalente de un mínimo de 2 m<sup>2</sup> por alumno.

#### **Perfil profesional del formador:**

1. Dominio de los conocimientos y técnicas relacionados con la proyección de hormigones, que se acreditará mediante una de las formas siguientes:

- Formación académica: de Ingeniero Técnico y de otras de superior nivel relacionadas con este campo profesional.

- Experiencia profesional: un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.