

## I. DISPOSICIONES GENERALES

### MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA, RELACIONES CON LAS CORTES E IGUALDAD

- 9551** *Orden PCI/694/2019, de 18 de junio, por la que se actualizan, de acuerdo con el Real Decreto 817/2014, de 26 de septiembre, determinadas cualificaciones profesionales de la familia profesional Industrias Extractivas, recogidas en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, establecidas por el Real Decreto 1087/2005, de 16 de septiembre, por el que se establecen nuevas cualificaciones profesionales, que se incluyen en el Catálogo nacional de cualificaciones profesionales, así como sus correspondientes módulos formativos, que se incorporan al Catálogo modular de formación profesional, y se actualizan determinadas cualificaciones profesionales de las establecidas por el Real Decreto 295/2004, de 20 de febrero.*

La Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, tiene por objeto la ordenación de un sistema integral de formación profesional, cualificaciones y acreditación, que responda con eficacia y transparencia a las demandas sociales y económicas a través de las diversas modalidades formativas. Para ello, crea el Sistema Nacional de Cualificaciones y Formación Profesional, definiéndolo en el artículo 2.1 como el conjunto de instrumentos y acciones necesarios para promover y desarrollar la integración de las ofertas de la formación profesional, a través del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, así como la evaluación y acreditación de las correspondientes competencias profesionales, de forma que se favorezca el desarrollo profesional y social de las personas y se cubran las necesidades del sistema productivo.

El Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, según indica el artículo 7.1, se crea con la finalidad de facilitar el carácter integrado y la adecuación entre la formación profesional y el mercado laboral, así como la formación a lo largo de la vida, la movilidad de los trabajadores y la unidad del mercado laboral. Dicho Catálogo está constituido por las cualificaciones identificadas en el sistema productivo y por la formación asociada a las mismas, que se organiza en módulos formativos.

El artículo 5.3 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, atribuye al Instituto Nacional de las Cualificaciones, la responsabilidad de definir, elaborar y mantener actualizado el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, en su calidad de órgano técnico de apoyo al Consejo General de Formación Profesional, cuyo desarrollo reglamentario se recoge en el artículo 9.2 del Real Decreto 1128/2003, de 5 de septiembre, por el que se regula el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, estableciéndose en su artículo 9.4, la obligación de mantenerlo permanentemente actualizado mediante su revisión periódica que, en todo caso, deberá efectuarse en un plazo no superior a cinco años a partir de la fecha de inclusión de la cualificación en el Catálogo.

La Ley Orgánica 4/2011, de 11 de marzo, complementaria de la Ley de Economía Sostenible, por la que se modifican las Leyes Orgánicas 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional, 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, y 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial, dio una nueva redacción al artículo 7.3 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, incorporando una nueva vía de actualización rápida del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales en la que se rebajan las exigencias de aprobación, para los casos en que los cambios en los sectores productivos y en el mercado laboral no afecten a la competencia profesional definida en la cualificación. En su desarrollo, se aprobó el Real Decreto 817/2014, de 26 de septiembre, por el que se establecen los aspectos puntuales de las cualificaciones profesionales para cuya modificación, procedimiento de aprobación y efectos es de aplicación el artículo 7.3 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional.

Por tanto, la presente orden se dicta en aplicación del Real Decreto 817/2014, de 26 de septiembre.

Así, en la presente orden se actualizan, por sustitución completa de sus anexos, dos cualificaciones profesionales de la Familia Profesional Industrias Extractivas que cuentan con una antigüedad en el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales igual o superior a cinco años, a las que les es de aplicación el Real Decreto 817/2014, de 26 de septiembre.

Esta orden se ajusta a los principios de buena regulación contenidos en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, principios de necesidad, eficacia, proporcionalidad, seguridad jurídica, transparencia y eficiencia, en tanto que la misma persigue un interés general al facilitar el carácter integrado y la adecuación entre la formación profesional y el mercado laboral, así como la formación a lo largo de la vida, la movilidad de los trabajadores y la unidad del mercado laboral, cumple estrictamente el mandato establecido en el artículo 129 de la Ley, no existiendo ninguna alternativa regulatoria menos restrictiva de derechos, resulta coherente con el ordenamiento jurídico y permite una gestión más eficiente de los recursos públicos. Del mismo modo, durante el procedimiento de elaboración de la norma se ha permitido la participación activa de los potenciales destinatarios a través del trámite de información pública, y quedan justificados los objetivos que persigue la ley.

En el proceso de elaboración de esta orden han sido consultadas las comunidades autónomas y el Consejo General de Formación Profesional, y ha emitido dictamen el Consejo Escolar del Estado.

En su virtud, a propuesta conjunta de las Ministras de Educación y Formación Profesional y de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, dispongo

#### Artículo 1. *Objeto y ámbito de aplicación.*

Esta orden tiene por objeto actualizar dos cualificaciones profesionales correspondientes a la Familia Profesional Industrias Extractivas, procediéndose a la sustitución de los anexos correspondientes, en aplicación del Real Decreto 817/2014, de 26 de septiembre, por el que se establecen los aspectos puntuales de las cualificaciones profesionales para cuya modificación, procedimiento de aprobación y efectos es de aplicación el artículo 7.3 de la Ley Orgánica 5/2002, de 19 de junio, de las Cualificaciones y de la Formación Profesional.

Las cualificaciones profesionales que se actualizan son:

Sondeos. Nivel 2. IEX132\_2.

Tratamiento y beneficio de minerales, rocas y otros materiales. Nivel 2. IEX134\_2.

Las cualificaciones profesionales actualizadas por este procedimiento tienen validez y son de aplicación en todo el territorio nacional, y no constituyen una regulación del ejercicio profesional.

Artículo 2. *Modificación del Real Decreto 1087/2005, de 16 de septiembre, por el que se establecen nuevas cualificaciones profesionales, que se incluyen en el Catálogo nacional de cualificaciones profesionales, así como sus correspondientes módulos formativos, que se incorporan al Catálogo modular de formación profesional, y se actualizan determinadas cualificaciones profesionales de las establecidas por el Real Decreto 295/2004, de 20 de febrero.*

Conforme a lo establecido en la disposición adicional única del Real Decreto 1087/2005, de 16 de septiembre, se procede a la actualización de las cualificaciones profesionales cuyas especificaciones están contenidas en los anexos CXXXII y CXXXIV del citado real decreto:

Uno. Se da una nueva redacción al Anexo CXXXII, Cualificación Profesional «Sondeos». Nivel 2. IEX132\_2, que se sustituye por la que figura en el Anexo I de la presente orden.

Dos. Se da una nueva redacción al Anexo CXXXIV, Cualificación Profesional «Tratamiento y beneficio de minerales, rocas y otros materiales». Nivel 2. IEX134\_2, que se sustituye por la que figura en el Anexo II de la presente orden.

Disposición final primera. *Título competencial.*

Esta orden se dicta en virtud de las competencias que atribuye al Estado el artículo 149.1.30.ª de la Constitución, sobre regulación de las condiciones de obtención, expedición y homologación de los títulos académicos y profesionales.

Disposición final segunda. *Entrada en vigor.*

La presente orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Madrid, 18 de junio de 2019.–La Vicepresidenta del Gobierno y Ministra de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad, Carmen Calvo Poyato.

## ANEXO I

**(Sustituye al Anexo CXXXII establecido por el Real Decreto 1087/2005, de 16 de septiembre)**

*Cualificación profesional: Sondeos*

Familia Profesional: Industrias Extractivas

Nivel: 2

Código: IEX132\_2

Competencia general

Realizar sondeos de prospección minera, de investigación geológica, geotécnica e hidrogeológica, geotérmica, de explotación, inyección y recarga, entre otros, incluyendo mediciones, toma de muestras y ensayos, desarrollando las actividades preparatorias en relación con los equipos y útiles, abastecimientos y áreas de trabajo, aplicando la normativa de prevención en riesgos laborales y de protección medioambiental.

Unidades de competencia

UC0414\_2: Preparar los equipos para realizar el sondeo

UC0415\_2: Realizar sondeos

UC0416\_2: Recoger testigos, tomar muestras y realizar ensayos y mediciones geotécnicas e hidrogeológicas

Entorno Profesional

Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área de producción, dedicada a la realización de sondeos, en entidades de naturaleza privada, en empresas de tamaño pequeño y mediano, tanto por cuenta propia como ajena, con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o

jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal, diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

## Sectores Productivos

Se ubica en los sectores productivos de las actividades de apoyo a las industrias extractivas, actividades de construcción especializada e ingeniería civil; en los subsectores de extracción de petróleo y gas natural, otras industrias extractivas como combustibles minerales sólidos, minerales metálicos y no metálicos; subsectores de demolición y preparación de terrenos, y captación de aguas, entre otros.

## Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprendivo de mujeres y hombres.

Sondistas de prospección minera

Sondistas de geotecnia

Operadores de tren de sondeos por rotación

Operadores de máquina perforadora de pozos en explotación

Sondistas y trabajadores afines

Operadores de máquina de ensayos penetrométricos

Operadores de máquina perforadora (minas)

Operadores de maquinaria de perforación de pozos (construcción)

Formación Asociada (540 horas)

## Módulos Formativos

MF0414\_2: Preparación del sondeo (150 horas)

MF0415\_2: Realización de sondeos (180 horas)

MF0416\_2: Toma de muestras y ensayos y mediciones geotécnicas e hidrogeológicas (210 horas)

## UNIDAD DE COMPETENCIA 1: PREPARAR LOS EQUIPOS PARA REALIZAR EL SONDEO

Nivel: 2

Código: UC0414\_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Disponer el área de trabajo para la ubicación del sondeo, localizando y reconociendo la misma, siguiendo las instrucciones del personal responsable y cumpliendo los criterios de seguridad, orden y racionalidad.

CR1.1 El área de trabajo se localiza utilizando mapas, planos fotografías aéreas y sistemas de posicionamiento global.

CR1.2 El área de trabajo se inspecciona visualmente comprobando que admite la instalación del equipamiento de sondeo y que hay vías de acceso para el transporte del mismo hasta ella.

CR1.3 Los trabajos puntuales de acondicionamiento de accesos se realizan comunicando al personal responsable la necesidad de maquinaria, si fuera preciso.

CR1.4 Las balsas de lodos se preparan comprobando que tienen la capacidad suficiente para alojar el volumen de lodos indicado por la persona responsable y que están impermeabilizadas, según normativa aplicable de protección medioambiental.

CR1.5 La zona de trabajo localizada se señala colocando marcas y balizamiento, entre otras, para garantizar la seguridad del personal operario y de terceros.

CR1.6 Los equipos de protección colectiva, incluidos los sistemas de iluminación en labores de interior y medios necesarios se instalan según instrucciones del personal responsable conforme a la normativa aplicable en materia de seguridad de la zona de perforación.

RP2: Transportar el equipo y los materiales necesarios para realizar el sondeo comprobando previamente su estado y preparándolo según indicaciones del personal responsable, cumpliendo la normativa aplicable de seguridad.

CR2.1 El funcionamiento del equipo de sondeo se prueba comprobando sus componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos.

CR2.2 Los equipos auxiliares para el sondeo (bombas, grupo electrógeno, entre otros) se preparan revisando su estado, funcionamiento y adecuación a la normativa aplicable en materia de seguridad.

CR2.3 Las herramientas, útiles de perforación y consumibles necesarios se cargan en los vehículos de transporte, comprobando su colocación y sujeción para evitar desperfectos durante el desplazamiento.

CR2.4 El material de protección individual se prepara, comprobando la ausencia de desperfectos, conforme a la normativa aplicable en materia de seguridad.

RP3: Emplazar el equipo y los elementos auxiliares para la realización del sondeo según indicaciones del personal responsable y siguiendo criterios de orden y racionalidad, utilizando la maquinaria adecuada y cumpliendo con la normativa aplicable en prevención de riesgos laborales.

CR3.1 El equipo de sondeo se sitúa ubicándolo en la posición indicada por la persona responsable.

CR3.2 El varillaje, tuberías de revestimiento, herramientas, útiles de perforación y materiales, se colocan en la zona de trabajo de forma ordenada y accesible.

CR3.3 El suministro de agua para el proceso del sondeo se prepara evitando que se produzcan paradas imprevistas en la ejecución.

CR3.4 Las mangueras de impulsión, aspiración y trasiego de fluidos se colocan de forma ordenada, garantizando su funcionamiento y evitando fugas, pérdidas de presión y riesgos.

CR3.5 La torre del equipo de sondeo se iza posicionando previamente los estabilizadores, asegurando su ubicación según indicaciones de la persona responsable.

RP4: Desmontar el equipo, medios auxiliares y útiles de perforación para su traslado a un nuevo emplazamiento de sondeo, según indicaciones de la persona responsable y siguiendo criterios de orden y racionalidad, cumpliendo la normativa aplicable de seguridad y protección medioambiental.

CR4.1 La sarta de perforación se extrae desenroscando el varillaje pieza a pieza, utilizando las herramientas adecuadas y separando los útiles de perforación.

CR4.2 La entubación se recupera, en su caso, utilizando las herramientas según el procedimiento indicado o las instrucciones de la persona responsable.

CR4.3 Las bombas, tuberías y mangueras se limpian con agua, dejándolas preparadas para un nuevo uso.

CR4.4 La columna o torre de la máquina de sondeos se pliega, o en su caso, se desmonta siguiendo el procedimiento establecido en los manuales de instrucciones a fin de evitar desperfectos.

RP5: Restituir las condiciones iniciales del terreno tras la realización del sondeo, según lo establecido en el plan de rehabilitación y cumpliendo la normativa aplicable de protección medioambiental, para proteger el nivel freático y el normal discurrir de las aguas en la zona de trabajo.

CR5.1 El emboquille del sondeo se acondiciona protegiéndolo contra la entrada de aguas superficiales, sellándolo con hormigón en el caso de abandono, o colocando una tapa retirable para trabajos posteriores.

CR5.2 Los residuos generados en el área de trabajo durante la ejecución del sondeo se retiran separándolos según su naturaleza para su posterior gestión.



CR5.3 Los terrenos se restituyen rellenando los huecos de las balsas, regularizando y nivelando los espacios afectados, siguiendo instrucciones de la persona responsable, de acuerdo a lo establecido en el plan de restauración para devolver el terreno a su situación inicial.

RP6: Realizar el mantenimiento básico de máquinas y equipos auxiliares de sondeo para asegurar su funcionamiento, cumpliendo la normativa aplicable relativa a prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental, siguiendo lo establecido en los manuales de instrucciones.

CR6.1 El funcionamiento de los componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos de la maquinaria y equipo de sondeos se inspecciona visualmente comprobando los principales indicadores (nivel de aceite, presión hidráulica, entre otros) según los manuales de instrucciones.

CR6.2 Las herramientas y los elementos de recambio se disponen en los lugares de trabajo colocándolas en función de las operaciones a realizar.

CR6.3 Las operaciones de mantenimiento básico (engrase, ajuste de piezas, sustitución de consumibles, entre otras) se realizan según el manual del fabricante.

CR6.4 Los residuos generados en las operaciones de mantenimiento se retiran, depositándolos en los contenedores adecuados según el procedimiento de gestión de residuos de la empresa.

CR6.5 Las fichas de mantenimiento se cumplimentan registrando los resultados de las operaciones, o en su caso, las incidencias.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Sistemas de comunicación. Sistemas de posicionamiento global (GPS). Vehículo todo terreno. Herramientas manuales y auxiliares (palas, picos, llaves de grifa, llaves dinamométricas, otros). Equipos de protección individual y colectiva. Equipos de sondeo a percusión, roto-percusión, rotación y mixtos. Bombas de agua, bombas de lodos, grupo electrógeno, compresor. Útiles de perforación, piezas de recambio y consumibles (triconos, bocas de perforación, trépanos, trialetas, coronas de diamante o vidia y otros). Varillaje. Tubería de revestimiento. Depósitos de agua. Mangueras de suministro de agua, trasiego de lodos, y de suministro de aire. Torre de perforación, equipo de elevación de cargas.

Productos y resultados:

Vías de acceso, explanada y balsas preparadas. Zona localizada, balizada, con puntos de sondeo replanteados. Equipamiento de sondeo preparado y posicionado. Medios auxiliares dispuestos. Equipo de sondeo, medios auxiliares y útiles de perforación desmontados y revisados. Zona limpia y restaurada. Máquinas y equipos auxiliares de sondeo inspeccionados.

Información utilizada o generada:

Mapas, planos, fotografías aéreas, sistemas de posicionamiento global (GPS). Croquis de situación. Instrucciones de trabajo orales o escritas. Normativa aplicable de prevención y riesgos laborales. Manuales de utilización y mantenimiento de equipos. Normativa técnica de equipos. Normativa aplicable de protección medioambiental. Especificaciones de proyecto. Esquemas de instalación de bombas y aire comprimido. Coordenadas geográficas. Partes de trabajo y de incidencias.

UNIDAD DE COMPETENCIA 2: REALIZAR SONDEOS

Nivel: 2

Código: UC0415\_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Realizar sondeos para investigación geológica o minera, a rotación, con el diámetro, profundidad, orientación y recuperación programados, cumpliendo la normativa aplicable de prevención de riesgos laborales y según el plan de perforación.

CR1.1 Los elementos de perforación se verifican comprobando que son adecuados a la profundidad del sondeo, naturaleza y estado de los materiales a perforar, sustituyéndose, en su caso, los consumibles desgastados.

CR1.2 El equipo de sondeo se pone en marcha, comprobando el funcionamiento de todos sus sistemas y controlando los dispositivos de seguridad, utilizando los equipos de protección individual, para evitar riesgos de accidente y paradas o retrasos en la ejecución.

CR1.3 Los parámetros de perforación (empuje, velocidad de rotación, presión del lodo y otros) se controlan regulando los sistemas -hidráulico o neumático-, manteniendo los valores indicados y efectuando, en su caso, las correcciones oportunas.

CR1.4 Los lodos se preparan a partir de productos inertes no contaminantes, utilizándolos según el plan de perforación o instrucciones de la persona responsable, evitando invadir las formaciones geológicas atravesadas.

CR1.5 El sondeo se detiene al llegar a la profundidad prevista con el diámetro requerido teniendo en cuenta el margen de error permitido en las instrucciones técnicas de ejecución para la recuperación de la muestra objetivo.

CR1.6 Los partes de trabajo se cumplimentan registrando los datos relevantes del sondeo y consumos a medida que se avanza, así como cualquier incidencia.

RP2: Ejecutar acciones complementarias de estabilización, corrección de desviaciones y recuperación en sondeos para solucionar posibles incidencias, según protocolos de trabajo específicos o indicaciones de la persona responsable, cumpliendo la normativa aplicable de prevención de riesgos laborales.



CR2.1 Las entubaciones se montan, en su caso, reduciendo el diámetro, según lo indicado en el plan de perforación.

CR2.2 La entubación se cementa, aislando el tramo objetivo mediante obturadores, preparando el mortero con la fórmula indicada en el plan de perforación e introduciendo el mismo por el espacio anular, entre las paredes del sondeo y la entubación, para evitar intrusiones en las formaciones geológicas atravesadas.

CR2.3 Las desviaciones del sondeo se controlan a las profundidades previstas, corrigiéndolas si superan los límites establecidos en el plan de perforación, mediante mediciones y acciones específicas basadas en el empleo de cuñas y otros medios.

CR2.4 Las recuperaciones se realizan, en caso de pérdida de la sarta de perforación por rotura del varillaje, utilizando útiles de pesca.

RP3: Realizar sondeos para captación de aguas subterráneas, aprovechamiento de recursos geotérmicos u otros tipos de sondeos de explotación, siguiendo las especificaciones técnicas del proyecto de ejecución, cumpliendo la normativa aplicable de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental.

CR3.1 La perforación de los primeros metros de sondeo se realiza utilizando barrena helicoidal, en su caso.

CR3.2 La perforación hasta la profundidad establecida se realiza empleando los útiles adecuados al material atravesado (triconos, coronas u otros), manteniendo en todo momento un control de los parámetros de perforación y de los lodos para evitar la contaminación de las formaciones atravesadas.

CR3.3 El diámetro del sondeo se reduce, en su caso, adecuando el diámetro del útil de perforación al indicado en el proyecto para cada tramo, según instrucciones de la persona responsable.

CR3.4 El revestimiento interior del sondeo se efectúa mediante tubería, soldando tramos o uniéndolos por otros medios, dejando libre un espacio anular entre las paredes del sondeo y la tubería, e intercalando tramos de tubería filtro, siguiendo las instrucciones de la persona responsable.

CR3.5 El espacio anular entre las paredes de sondeo y la tubería se rellena completamente y de forma homogénea, vertiendo grava silíceo previamente seleccionada, para que actúe como filtro de sólidos en suspensión y límite el flujo de agua hacia el interior del sondeo.

CR3.6 El primer tramo del sondeo se cementa mediante mortero, siguiendo instrucciones de la persona responsable, para protegerlo de posible contaminación superficial.

CR3.7 El acondicionamiento final de sondeos de captación se realiza inyectando agua a alta presión con una bomba, para limpiarlo y facilitar su posterior llenado por el agua de infiltración.

CR3.8 El acondicionamiento final de sondeos de aprovechamiento de energía geotérmica se realiza instalando dentro de los mismos el sistema de tuberías para la canalización de fluidos térmicos.

RP4: Realizar sondeos desde labores o espacios subterráneos para investigación geológica y minera, drenajes, inyección y desgasificación, con las especificaciones técnicas programadas en el plan de trabajo, cumpliendo la normativa aplicable de seguridad y protección medioambiental.

CR4.1 La máquina de perforación emplazada se inmoviliza sobre la columna de soporte con la dirección e inclinación precisas, comprobando la fijación de los tensores de sujeción, siguiendo instrucciones de trabajo.

CR4.2 El varillaje de perforación se prepara acoplando el útil (corona, trépano, otros) a las varillas, comprobando que es adecuado a la sección, tipo de terreno, y que su estado de desgaste permite la perforación, manipulando el varillaje de forma segura.

CR4.3 El equipo de perforación se pone en marcha comprobando el funcionamiento de todos sus sistemas y controlando los dispositivos de seguridad, utilizando los equipos de protección individual, para evitar riesgos de accidente y paradas o retrasos en la ejecución.

CR4.4 Los parámetros de perforación (empuje y velocidad de rotación) se controlan, regulando los sistemas -hidráulico o neumático-, manteniendo los valores indicados y efectuando, en su caso, las correcciones oportunas.

CR4.5 La sarta de perforación se retira, evitando atranques y comprobando los parámetros de sección, longitud, dirección e inclinación indicadas en las instrucciones de trabajo.

CR4.6 Los trabajos del sondeo se interrumpen ante situaciones peligrosas en el lugar de trabajo como exceso de polvo, ruido insoportable o caída de rocas, comunicando la situación a la persona responsable inmediata.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Máquinas de sondeos a percusión, roto-percusión, rotación. Equipos auxiliares: Bombas aspirantes e impelentes, bombas de trasiego. Mangueras. Compresores de aire. Cabrestantes. Generadores eléctricos. Varillaje y tubería de entubación. Reducciones de diámetro. Útiles de perforación (martillos de cabeza, martillos de fondo, trépanos, trialetas, triconos, coronas de diamante o vidia y otros). Herramientas manuales y auxiliares (testigueras, machos, campanas, cuñas para desviaciones, llaves grifas, llaves fijas, llaves dinamométricas, mazos, martillos, barras, palancas y otras). Equipos de medida y control. Barra de saneo. Obturadores. Eclímetros. Soportes de varillaje. Consumibles (líquidos hidráulicos, gasóleo y otros). Suministro de agua y electricidad. Equipos de protección individual y colectiva.

## Productos y resultados:

Sondeos a rotación ejecutados para investigación geológica y minera. Ejecución de acciones complementarias de estabilización, corrección de desviaciones y recuperación en sondeos. Sondeos ejecutados para explotación de recursos hídricos, sales solubles, minerales por lixiviación y recursos geotérmicos. Sondeos ejecutados desde labores subterráneas para investigación geológica y minera y aplicaciones tecnológicas (desgasificación, drenaje o inyección).

## Información utilizada o generada:

Manuales de manejo y mantenimiento de las máquinas y equipos. Manuales de aplicación de los útiles de perforación. Instrucciones de trabajo orales y escritas. Plan de perforación. Esquemas de instalación de equipos auxiliares. Normativa aplicable de prevención en riesgos laborales y de protección medioambiental. Partes de trabajo e incidencias. Información de las medidas de desviación.

UNIDAD DE COMPETENCIA 3: RECOGER TESTIGOS, TOMAR MUESTRAS Y REALIZAR ENSAYOS Y MEDICIONES GEOTÉCNICAS E HIDROGEOLOGÍCAS

Nivel: 2

Código: UC0416\_2

## Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Tomar muestras en sondeos a destroza, con circulación directa o inversa para su análisis posterior, teniendo en cuenta las instrucciones de la persona responsable, las normas técnicas a muestreo y la normativa aplicable en materia de seguridad y de protección medioambiental.

CR1.1 Los sistemas de captación de polvo o detritus y circuitos de aire o de agua se revisan, comprobando que se encuentran en buen estado y funcionan según lo establecido en los manuales técnicos del fabricante.

CR1.2 Las bolsas o sacos de toma de muestras se preparan, comprobando su estado, etiquetándolos para posibilitar su correcta identificación.

CR1.3 Las muestras en sondeos a destroza se toman a intervalos de profundidad predeterminados, introduciéndolas en los sacos o bolsas, y registrando los datos de muestreo en el parte correspondiente.

CR1.4 Las muestras que se estimen defectuosas o contaminadas se desechan para evitar falsear los datos de la investigación, siguiendo las normas internas de trabajo de la empresa, cumpliendo la normativa aplicable de protección medioambiental.

RP2: Tomar muestras de testigos en sondeos a rotación para su análisis posterior, teniendo en cuenta las instrucciones de la persona responsable, las normas técnicas a muestreo y la normativa aplicable en materia de seguridad y de protección medioambiental.

CR2.1 Las cajas y embalajes para el envasado y conservación de muestras se revisan, etiquetándolas.

CR2.2 Los equipos de toma de muestras de testigo en sondeos a rotación se inspeccionan, comprobando su estado y adecuación al trabajo a realizar, según las instrucciones recibidas.

CR2.3 El tubo porta-testigo se extrae cuidadosamente, utilizando sistemas de testigo continuo, aplicando el procedimiento establecido.

CR2.4 El testigo de sondeo a rotación se extrae del tubo porta-testigo, si es necesario, despegándolo mediante pequeños golpes en el tubo con una maza, tratando de conseguir la máxima longitud posible de testigo continuo, adecuándolo posteriormente a los espacios disponibles en las cajas o embalajes.

CR2.5 El testigo parafinado se prepara con un trozo del mismo que no presente fisuras debidas al proceso de perforación, de un tamaño mayor o igual al fijado en el procedimiento de trabajo, y envuelto en sucesivas capas de gasa y parafina, para conservar intactas sus características físico-químicas.

CR2.6 Las muestras de testigo se colocan en las cajas o embalajes en los huecos que se corresponden con su intervalo de profundidad, anotando su cota, y desechando muestras defectuosas o contaminadas, para evitar falsear datos, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento de trabajo, registrando los datos de muestreo en el parte correspondiente.

RP3: Realizar ensayos de penetración «in situ» para caracterizar geotécnicamente el terreno, teniendo en cuenta las instrucciones de la persona responsable, las normas técnicas del ensayo y la normativa aplicable en materia de seguridad y de protección medioambiental.

CR3.1 Los puntos de ensayo de penetración se establecen formando una malla, señalándolos sobre el terreno mediante una estaca o marca visible, y guardando las distancias entre puntos.

CR3.2 El penetrómetro se emplaza sobre cada punto objetivo, asegurándose por medio de un clinómetro que el desplazamiento de la maza y la puntaza se produzca en la vertical y se eviten desplazamientos laterales, de acuerdo al procedimiento establecido, para evitar riesgos por inestabilidad.

CR3.3 La frecuencia del golpeo se controla en función del penetrómetro utilizado contabilizando el número de golpes de la maza sobre la cabeza de impacto y la penetración del cono o del tomamuestras, cada vez que el cono recorre una distancia previamente determinada.

CR3.4 El empuje sobre la puntaza en ensayos estáticos se mide de forma continua y precisa comprobando que la velocidad de penetración de los elementos para ensayo continuo, o del cono y el manguito de fricción, en ensayo discontinuo, es constante e igual a la establecida.

CR3.5 La adición de varillas se añade cuando la profundidad a alcanzar sea mayor que la longitud de una varilla, evitando movimientos verticales o de rotación del sistema, y comprobando de nuevo la verticalidad del mismo.

CR3.6 La limpieza y estabilización de las paredes durante los ensayos de penetración en el interior de sondeos, se comprueba asegurando que los niveles de agua no puedan provocar sifonamientos.

CR3.7 La muestra obtenida en ensayos de penetración se extrae al llegar a la profundidad establecida en la normativa técnica aplicable según el tipo de ensayo.

CR3.8 La libreta o estadillo habilitado al efecto se cumplimenta anotando los datos y observaciones correspondientes al ensayo de penetración y las posibles incidencias.

RP4: Realizar ensayos presiométricos y dilatómétricos en sondeos para determinar la resistencia y deformabilidad del terreno, teniendo en cuenta las instrucciones de la persona responsable de los trabajos, las normas técnicas del ensayo y la normativa aplicable en materia de seguridad y de protección medioambiental.

CR4.1 El sondeo se inspecciona comprobando que está limpio y tiene el diámetro establecido para la colocación del presiómetro o dilatómetro.

CR4.2 El presiómetro o dilatómetro se coloca en el tramo de sondeo donde se vaya a medir siguiendo el procedimiento establecido.

CR4.3 La presión se incrementa progresivamente sobre las paredes del sondeo hasta su rotura o una vez alcanzado el valor preestablecido, procediendo a su posterior descarga.

CR4.4 Los valores de la presión aplicada y de la deformación de las paredes del sondeo se registran continuamente anotando las posibles incidencias.

RP5: Realizar ensayos de bombeo, de infiltración, de admisión, inyección y disolución para determinar los parámetros hidrogeológicos, la capacidad de producción y almacenamiento de los acuíferos, así como para la extracción y recarga de los mismos y la explotación de un yacimiento salino o de minerales lixiviables, siguiendo las instrucciones de la persona responsable, y la normativa aplicable en materia de ensayos, seguridad y protección medioambiental.

CR5.1 El sondeo se inspecciona comprobando que reúne la idoneidad de las condiciones y sigue el procedimiento establecido.

CR5.2 La tubería para inyección de agua en el sondeo se coloca de forma que su extremo final alcance la profundidad a la que se va a realizar el ensayo de infiltración, admisión o inyección.

CR5.3 Los obturadores se colocan aislando completamente el tramo de longitud en el que se van a realizar los ensayos de infiltración, admisión o inyección, para evitar infiltraciones no deseadas desde o hacia otras formaciones geológicas.

CR5.4 El equipamiento necesario para la realización del ensayo (bomba, depósito de agua, caudalímetro y manómetro, entre otros) se instala según indicaciones de la persona responsable, y la norma técnica aplicable al tipo de ensayo.

CR5.5 El agua del sondeo se extrae mediante el bombeo o inyección de aire hasta alcanzar un régimen estacionario (similar cantidad de agua de entrada y salida del pozo) o vaciar el pozo.

CR5.6 El control del ascenso o descenso del nivel de agua en el sondeo, caudales, presión de inyección y duración del ensayo, se realiza en los intervalos de tiempo establecidos, registrando los valores correspondientes a cada tipo de ensayo en la libreta o estadillo de campo.

RP6: Realizar mediciones de longitud, desviación y piezometría en sondeos para observar la evolución del mismo, de acuerdo con las instrucciones técnicas y de la persona responsable del proyecto, utilizando los instrumentos de auscultación establecidos.

CR6.1 Los extensómetros, inclinómetros y piezómetros, se colocan en grietas, paredes internas del sondeo y pozos, respectivamente, de acuerdo con las instrucciones técnicas, para la caracterización geomecánica del terreno, o control del nivel freático.

CR6.2 La longitud del sondeo se mide con una sonda o sumando las longitudes de cada uno de los elementos de la sarta de perforación.

CR6.3 Las desviaciones del sondeo respecto a la dirección prevista se miden con un inclinómetro en los tramos que se indiquen en las instrucciones de ejecución, o cuando el responsable de los trabajos lo considere oportuno.

CR6.4 El nivel piezométrico en el sondeo se determina mediante un piezómetro a intervalos de tiempo previamente establecidos en el procedimiento aplicable.

CR6.5 La lectura de los datos obtenidos con los instrumentos de medida se realiza según los intervalos de tiempo establecidos, registrando los resultados en un documento habilitado al efecto, y comunicando inmediatamente al responsable cualquier variación brusca de los parámetros controlados.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Herramientas (llaves dinamométricas, mazos, martillos, barras, palancas, palas, sierras, entre otros). Cuarteadoras de campo. Máquina de sondeos a percusión. Sistemas de captación de polvo. Barrenas helicoidales, barrenas holandesas y tubos de pared delgada. Toma-muestras para muestras inalteradas. Máquina de sondeos a rotación con o sin sistema de testigo continuo. Testigueras y coronas de diamante. Tubos toma-muestras de muestras inalteradas. Bolsas y sacos para tomar muestras. Cajas para testigos de sondeo. Cera de parafina y aparatos de fusión. Equipos auxiliares (grupos electrógenos, bombas, compresores, tuberías, entre otros). Obturadores y caudalímetros. Libreta de campo, unidades de lectura informatizada. Penetrómetros. Varillas y otros accesorios. Instrumentos de medida (medidores de longitud, clinómetros, extensómetros, piezómetros cerrados o abiertos, otros). Vehículos todoterreno. Equipos de protección individual y colectiva.

## Productos y resultados:

Muestras de detritus de perforación en bruto, envasadas e identificadas. Muestras de testigo de sondeo a rotación, de suelos y rocas, ordenadas en cajas. Testigo parafinado preparado (muestra inalterada). Ensayo de penetración ejecutado. Ensayos presiométricos y dilatométricos en sondeos ejecutados. Ensayos de bombeo, de infiltración, de admisión, inyección y disolución ejecutados. Mediciones de equipos de auscultación obtenidas.

## Información utilizada o generada:

Normas técnicas relativas a la toma de muestras y de ensayos. Especificaciones del proyecto referentes al muestreo. Instrucciones orales o escritas. Mapas, planos y fotografías aéreas. Sistema de posicionamiento global (GPS). Manuales de instrucciones de los equipos e instrumentos. Esquemas de instalación de equipos auxiliares. Mapas, cortes geológicos, columnas litológicas. Normativa aplicable de prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental. Fotografías. Partes de muestreo, ensayo o monitorización de parámetros del terreno (profundidad, litología, lecturas de instrumentos, incidencias, entre otros). Valores de resistencia a la carga de suelos (capacidad portante del terreno). Valores de compresibilidad y deformaciones (comportamiento mecánico de las rocas). Valores de permeabilidad (características de acuíferos). Medidas de longitud, desviación, nivel freático o piezométrico en el sondeo, deformaciones del terreno.

## MÓDULO FORMATIVO 1: PREPARACIÓN DEL SONDEO

Nivel: 2

Código: MF0414\_2

Asociado a la UC: Preparar los equipos para realizar el sondeo

Duración: 150 horas

### Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Describir las características que debe reunir el área de trabajo teniendo en cuenta los requerimientos del equipo de sondeos y las instalaciones auxiliares.

CE1.1 Interpretar los documentos cartográficos que se necesitan para localización, identificando los elementos topográficos.

CE1.2 En un supuesto práctico de localización de un punto o área de trabajo en un plano, a partir de unas especificaciones dadas:

- Situar sobre un plano un punto, interpretando las coordenadas geográficas o cartesianas.
- Identificar los accesos sobre un plano, marcando posibles vías.
- Identificar información relevante para el sondeo, interpretando los elementos de los planos.



CE1.3 Identificar las características que se requieren para el acceso al emplazamiento del sondeo en función del equipamiento a utilizar.

CE1.4 Describir las características que debe cumplir una explanada para el emplazamiento del sondeo en función del equipamiento a utilizar.

CE1.5 Definir la geometría y dimensiones requeridas para las balsas auxiliares de lodos, en función del tipo y objetivos del sondeo y la normativa medioambiental aplicable.

CE1.6 Definir los sistemas de señalización, balizamiento, sistemas de protección e iluminación del área de trabajo, en función de la normativa de prevención de riesgos laborales aplicada.

CE1.7 En un supuesto práctico de preparación del área de trabajo, en condiciones de seguridad y eficiencia:

- Localizar puntos sobre el terreno mediante plano o sistemas de posicionamiento global (GPS).
- Identificar problemas en las vías de acceso, resolviéndolos en su caso.
- Efectuar los trabajos de acondicionamiento del área de trabajo en función del equipo a utilizar.
- Ubicar las balsas de lodos comprobando su capacidad e impermeabilidad.
- Implementar las marcas de balizamiento y señales, garantizando la seguridad del área de trabajo.

C2: Explicar los procedimientos empleados en la preparación y transporte del equipo, medios auxiliares, útiles y herramientas necesarias para realizar el sondeo, aplicando la normativa de seguridad y prevención de riesgos laborales.

CE2.1 Diferenciar los tipos de máquinas de sondeos, describiendo sus principales características y componentes.

CE2.2 Diferenciar los equipos auxiliares de sondeos, describiendo sus principales características, componentes, estado y funcionamiento de los mismos.

CE2.3 Describir los útiles y herramientas auxiliares utilizados en perforación de sondeos según su tipología y finalidad, analizando su funcionamiento y conservación.

CE2.4 Describir los equipos de protección individual que se utilizan en perforación de sondeos, determinando su obligatoriedad y analizando su estado de conservación.

CE2.5 En un supuesto práctico de preparación de equipo de sondeo, a partir de unas especificaciones dadas:

- Escoger el tipo de sonda establecida en el proyecto de ejecución, identificando sus componentes principales.

- Seleccionar los equipos auxiliares en la técnica de perforación, identificando los necesarios.
- Seleccionar el varillaje, útiles de perforación y herramientas en función del tipo de sonda a utilizar.
- Comprobar el estado de varillaje, útiles de perforación y herramientas, asegurando su funcionalidad.
- Calcular los consumibles necesarios, identificando su ubicación en un almacén.
- Comprobar el estado de los equipos de protección individual, asegurando su adecuación a los riesgos existentes.
- Aplicar los procedimientos de carga y estiba de materiales, evitando inestabilidad y daños en las cargas.

C3: Aplicar el procedimiento de emplazamiento del equipo de sondeo y elementos auxiliares necesarios para la realización del sondeo, en función de las características y método de perforación.

CE3.1 Describir el proceso para emplazar el equipo de sondeo, según su tipo y características.

CE3.2 Indicar la colocación idónea de varillaje, tuberías, herramientas y útiles de perforación en la zona de trabajo, de forma ordenada y sin generar riesgos.

CE3.3 Describir las opciones de suministro de agua, identificando las acciones de aporte ininterrumpido de agua al sondeo.

CE3.4 Establecer la instalación de mangueras de impulsión, aspiración y trasiego de fluidos, identificando, en su caso, las fugas de presión.

CE3.5 Asociar la secuencia de estabilización e izado de la torre o columna del equipo de sondeo, con la orientación que se precise.

CE3.6 Explicar el funcionamiento del sistema de elevación de la columna o torre del sondeo, identificando el procedimiento de uso.

CE3.7 En un supuesto práctico de emplazamiento de un sondeo, a partir de una zona acondicionada y punto exacto:

- Aplicar el proceso para ubicar la máquina de sondeos, con precisión y eficacia.
- Situar varillaje, tuberías, herramientas y útiles de perforación, con orden y seguridad.
- Dotar al sondeo de suministro de agua o aire, en función de los requisitos técnicos.
- Instalar las conducciones de agua o lodos y resto de equipos auxiliares, evitando pérdidas de carga excesivas.
- Aplicar métodos de detección y reparación de fugas en conducciones, hasta el límite de competencias.

- Aplicar el proceso para situar la torre o columna en posición de perforación en función de la inclinación requerida.

C4: Aplicar el procedimiento para desmontar el equipo, medios auxiliares y útiles de perforación para traslado aplicando las condiciones de seguridad.

CE4.1 Describir el proceso para recuperar la sarta de perforación, identificando las herramientas para ello.

CE4.2 Describir el proceso para recuperar la entubación, identificando las herramientas adecuadas y aplicando las condiciones de seguridad.

CE4.3 Describir las operaciones de limpieza y preparación de bombas, tuberías, mangueras y otros elementos auxiliares, asociando las mismas a cada una de ellas.

CE4.4 Explicar el proceso para desmontar la torre o abatir la columna de la máquina de sondeos, según el procedimiento establecido para cada máquina, en condiciones de seguridad.

CE4.5 En un supuesto práctico de desmontaje de equipamiento de sondeo, a partir de una secuencia establecida en la documentación técnica del equipo:

- Aplicar la secuencia de extracción del varillaje, comprobando el estado de cada elemento.

- Desmontar los útiles de perforación, ordenando y limpiando cada uno de sus elementos.

- Aplicar la secuencia de extracción de la tubería comprobando el estado de cada tramo.

- Desconectar los circuitos de agua, aire, lodos, comprobando y limpiando las conducciones, bombas, compresores, y otros equipos.

- Recoger todas las herramientas y pequeñas máquinas auxiliares utilizadas a lo largo de todo el proceso de sondeo, revisando su estado y limpiándolo.

- Aplicar el procedimiento para abatir la columna o desmontaje de la torre, en función de las particularidades de cada máquina.

- Aplicar la normativa de protección medioambiental, eliminando los residuos generados.

C5: Aplicar las técnicas de restauración del área de trabajo identificando las condiciones iniciales del terreno.

CE5.1 Reconocer las técnicas disponibles para proteger el emboquille del sondeo de forma permanente o provisional.

CE5.2 Identificar los tipos de residuos generados durante la ejecución de sondeos, aplicando la normativa de protección medioambiental de gestión de residuos.

CE5.3 Identificar las técnicas de restauración de terrenos aplicando el procedimiento según el plan de restauración.

CE5.4 En un supuesto práctico de restauración de terrenos afectados por sondeos, a partir de las directrices de un plan de restauración:

- Seleccionar las técnicas para la protección del emboquille del sondeo en función de los medios disponibles y aplicando la normativa.
- Aplicar técnicas de recogida selectiva de residuos, según directrices de un plan de gestión de residuos.
- Aplicar técnicas de relleno de huecos de balsas, regularización y nivelación del terreno, reduciendo al mínimo la incidencia sobre el medio ambiente.

C6: Identificar el mantenimiento básico de máquinas y equipo de sondeo aplicando los procedimientos establecidos.

CE6.1 Aplicar el mantenimiento de los componentes mecánicos, eléctricos e hidráulicos de la maquinaria y equipo de sondeos, identificando los indicadores a tener en cuenta.

CE6.2 Operar con las herramientas y elementos de recambio en las operaciones de mantenimiento básico, asociando cada una de ellas a las mismas.

CE6.3 Describir las operaciones de mantenimiento básico aplicables a cada equipo, identificándolas.

CE6.4 Identificar los tipos de residuos generados durante el mantenimiento, aplicando la gestión de los mismos en función de lo establecido en la normativa medioambiental.

CE6.5 Sintetizar los resultados de las operaciones de mantenimiento, seleccionando los indicadores que deben registrarse en las fichas de mantenimiento.

CE6.6 En un supuesto práctico de mantenimiento básico de máquinas y equipos de sondeo, a partir de unas especificaciones dadas:

- Identificar el mantenimiento básico, interpretando las instrucciones de los manuales del fabricante.
- Seleccionar las herramientas, recambios y consumibles a utilizar, en función de las tareas de mantenimiento a realizar.
- Inspeccionar visualmente el equipo comprobando su estado.
- Emplear los indicadores para comprobar el funcionamiento del equipo, según el tipo de equipo.
- Aplicar las operaciones de mantenimiento identificadas previamente (engrase, sustitución de consumibles o recambios, ajustes de piezas, entre otros), aplicando procedimientos de operación establecidos en un plan de mantenimiento.

- Aplicar técnicas de recogida selectiva de residuos, según normativa medioambiental.

- Cumplimentar la ficha de mantenimiento, a partir de la información generada en las operaciones de mantenimiento.

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

C1 respecto a CE1.7; C2 respecto a CE2.5; C3 respecto a CE3.7; C4 respecto a CE4.5; C5 respecto a CE5.4; C6 respecto a CE6.6.

Otras capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Mantener el área de trabajo con el grado de orden y limpieza requerido por la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos así como a situaciones o contextos nuevos.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Actuar con rapidez en situaciones problemáticas y no limitarse a esperar.

Respetar los procedimientos y normas internas de la organización.

Contenidos:

#### 1. El área de trabajo

Conceptos básicos de georreferenciación: sistemas de coordenadas.

Mapas y planos: coordenadas UTM, escalas, representación del relieve, símbolos.

Fotografía aérea: principios básicos.

Sistemas de posicionamiento global (GPS): conceptos básicos del GPS, coordenadas WGS; aplicabilidad y utilización de receptores.

Preparación de accesos: Anchura de pistas, pendientes, capa de rodadura.

Preparación de la explanada para la ubicación de equipos: superficie para maniobra y posicionamiento.

Estado general de nivelación.

Adecuación del terreno donde asentar el equipo.

Preparación de las balsas de lodos: volumen, sistemas de impermeabilización.

Normativa de protección medioambiental.

Aseguramiento de la zona de trabajo: señales para indicar los puntos de sondeos y de balizamiento.

Identificación a nivel básico de peligros en el área de trabajo, señalización de seguridad, sistemas de protección colectiva.

Normativa básica de seguridad minera.

Prevención de riesgos laborales; seguridad en el lugar de trabajo.

## 2. Preparación de equipamiento de sondeo

Máquinas y equipos de sondeo: elementos mecánicos, eléctricos, hidráulicos y neumáticos; características; parámetros y defectos en su estado y funcionamiento.

Elementos fundamentales de los equipos de sondeos: motores, torre o columna, cabezal de perforación, dispositivos de avance, cabezal de inyección; sistemas de protección.

Normativa de seguridad minera y seguridad de equipos de trabajo; seguridad intrínseca de maquinaria y equipos.

Equipos auxiliares de sondeo: bombas de lodos, bombas de agua; generadores eléctricos; compresores de aire; equipos de soldadura; características; parámetros y defectos en su estado y funcionamiento; normativa de equipos de trabajo; seguridad intrínseca de maquinaria y equipos.

Herramientas y útiles de perforación: características, aplicaciones y estado de conservación; herramientas manuales, eléctricas, neumáticas e hidráulicas: características, aplicaciones y manejo.

Equipos de protección individual para la ejecución de sondeos: casco, protección auditiva, guantes, calzado de seguridad, ropa de alta visibilidad, impermeable, otros; normativa de prevención de riesgos laborales.

Transporte de equipos: vehículos de transporte; procedimientos de acondicionamiento, carga y estiba de equipos y materiales.

## 3. Emplazamiento del sondeo

Procedimiento para el emplazamiento de equipo de sondeos; maniobras de precisión para posicionamiento de máquinas: sobre neumáticos y sobre orugas.

Control y supervisión de equipos y accesorios; ordenación de útiles y herramientas; colocación y apilado de varillas, tubos, etc., en condiciones de seguridad.

Suministro de agua a sondeos: tomas de la red pública, tomas de agua de cauces naturales o artificiales, abastecimiento desde depósito.

Conducciones de agua para abastecimiento; sistemas de bombeo y control de caudales.

Mangueras de impulsión, aspiración y trasiego de fluidos: montaje, y conexiones. Interpretación de esquemas de instalación; comprobaciones de presión y caudal.

Procedimiento de montaje de la torre de sondeo; despliegue de la columna; dispositivos de estabilización; identificación de riesgos, medidas de prevención.

#### 4. Desmontaje de equipamiento de sondeo

Procedimientos para el desmontaje y recuperación de los distintos elementos de los equipos de perforación: la sarta de perforación, entubaciones, útiles de perforación.

Sistema de elevación de la torre de perforación: cables, poleas; operación de la máquina; utilización de la prensa de sujeción de tubos, y colocación de cuñas; seguridad y prevención de riesgos laborales en operación de aparatos de elevación.

Procedimientos de limpieza y protección de tuberías, mangueras, bombas; precauciones para la conservación; detección y reparación elemental de fugas; ordenación de útiles y herramientas.

Procedimiento de desmontaje de la torre de sondeo; abatimiento y estabilización de la columna.

Identificación de riesgos, medidas de prevención.

#### 5. Restauración de terrenos afectados por sondeos

Protección del medio hídrico: justificación básica de la necesidad de evitar la contaminación de acuíferos.

Sellado definitivo del emboquille: preparación de mortero, relleno; protección del emboquille, de forma reversible.

Gestión básica de residuos: tipos de residuos generados en actividades de sondeos; tratamiento de lodos; gestión de residuos peligrosos; recogida selectiva de residuos.

Normativa de residuos; planes de gestión de residuos de industria extractiva y de construcción.

Técnicas de restauración de terrenos aplicables a trabajos de investigación geológica y minera; remodelación topográfica.

Normativa de protección medioambiental; planes de restauración.

#### 6. Mantenimiento básico de equipos de sondeo

Circuitos eléctricos, hidráulicos y neumáticos; elementos y órganos mecánicos de máquinas y útiles; elementos y componentes hidráulicos.

Elementos y componentes neumáticos; bombas hidráulicas; compresores; grupos electrógenos; indicadores de presión, temperatura, nivel, etc.

Manuales de instrucciones de mantenimiento del fabricante.

Principales operaciones de mantenimiento de equipos de sondeo: procedimiento.



Principales operaciones de mantenimiento básico de motores, bombas y circuitos hidráulicos: procedimientos.

Averías más frecuentes y su reparación; conservación de varillajes, tuberías y útiles de perforación.

Protección de roscas y partes sensibles.

Identificación a nivel básico de peligros en operaciones de mantenimiento, medidas de prevención.

Gestión básica de residuos: tipos de residuos generados en actividades de mantenimiento; tratamiento de aceites usados; gestión de residuos peligrosos; recogida selectiva de residuos; normativa de residuos.

Registro de operaciones de mantenimiento: fichas de mantenimiento; datos a incluir.

Concepto elemental de registros en el sistema de calidad de una empresa; normativa de calidad.

Parámetros de contexto de la formación:

Espacios e instalaciones:

Los espacios e instalaciones darán respuesta, en forma de aula, aula-taller, taller de prácticas, laboratorio o espacio singular, a las necesidades formativas, de acuerdo con el Contexto Profesional establecido en la Unidad de Competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, salud laboral, accesibilidad universal, diseño universal o diseño para todas las personas y protección medioambiental.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la preparación de los equipos para realizar el sondeo, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica, Diplomatura o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de 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.

## MÓDULO FORMATIVO 2: REALIZACIÓN DE SONDEOS

Nivel: 2

Código: MF0415\_2

Asociado a la UC: Realizar sondeos

Duración: 180 horas

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Utilizar los equipos para la ejecución de sondeos de investigación geológica y minera de forma segura y eficaz, siguiendo el procedimiento establecido para cada técnica.

CE1.1 Citar los diferentes tipos de sondeos que se realizan en investigación, según su finalidad (geológica o minera), describiendo los fundamentos necesarios para cada aplicación.

CE1.2 Diferenciar los útiles de perforación de ejecución de sondeos de investigación, relacionándolos al tipo de material perforado.

CE1.3 Explicar los procedimientos de ejecución de sondeos, definiendo las comprobaciones previas de los sistemas de seguridad de los equipos, los riesgos asociados, las medidas preventivas y de protección.

CE1.4 Precisar la influencia de los principales parámetros de perforación (empuje, velocidad de rotación, presión de lodos, u otros) sobre el rendimiento de la operación, relacionándolos con los tipos de materiales atravesados y los límites de funcionamiento de cada equipo de sondeo.

CE1.5 Identificar la necesidad de utilización de lodos de perforación, definiendo sus funciones en la ejecución del sondeo y la influencia de la composición sobre sus propiedades.

CE1.6 Definir las técnicas de control de profundidad del sondeo, en función de los objetivos del mismo.

CE1.7 Identificar los datos principales de ejecución del sondeo, indicándolos en un parte de trabajo.

CE1.8 En un supuesto práctico de manejo de operación de un equipo de sondeo para investigación geológica y minera en un plan de perforación:

- Montar los útiles de perforación y accesorios, adecuados al tipo de sondeo a ejecutar y condiciones esperables, examinando su estado de desgaste.

- Implementar las medidas preventivas y de protección, mediante el uso de los equipos de protección colectivos e individuales.

- Operar el equipo de sondeo, ajustando los parámetros de rotación y empuje, de forma que se obtenga un ritmo de avance eficaz en un plan de perforación.

- Controlar las presiones de los circuitos hidráulicos de los equipos, respetando los límites de funcionamiento.

- Operar los sistemas de acople de elementos de varillaje, evitando caídas durante su elevación.

- Preparar lodos cuando sean necesarios, con los parámetros establecidos en un plan de perforación.

- Aplicar las técnicas de inyección de lodos, controlando la presión y parámetros de circulación.

C2: Diferenciar acciones complementarias para la estabilización, corrección de desviaciones y recuperación en sondeos, así como para la solución de incidencias durante la realización de los mismos, aplicando protocolos establecidos para cada tipo de acción, y manteniendo las condiciones de seguridad y protección medioambiental.

CE2.1 Describir los problemas de inestabilidad e incidencias que pueden ocurrir en la ejecución de un sondeo, identificando la acción específica para su solución.

CE2.2 Explicar el procedimiento de entubación de sondeos, con los diámetros de tubería establecidos para cada profundidad en un plan de perforación.

CE2.3 Indicar cómo se puede controlar y modificar las propiedades de los morteros, variando la composición y proporciones de sus componentes.

CE2.4 Explicar el procedimiento de cementación de un sondeo, teniendo en cuenta los medios necesarios para evitar la intrusión del mortero en las formaciones geológicas atravesadas.

CE2.5 En un supuesto práctico de estabilización de un sondeo con una problemática conocida asociada a un tipo de terreno determinado:

- Instalar la entubación en el sondeo, montando los tubos del diámetro a cada intervalo de profundidad, colocando reducciones de diámetros cuando sea preciso.

- Delimitar tramos de sondeo a cementar, colocando obturadores en los extremos de cada tramo.

- Preparar mortero, a partir de una dosificación establecida en un plan de perforación.

- Verter el hormigón, rellenando el espacio anular entre la entubación y las paredes del sondeo.

CE2.6 Describir técnicas de corrección de desviaciones en sondeos basadas en el empleo de cuñas y otros medios, partiendo de la identificación de estas desviaciones.

CE2.7 Describir el procedimiento de recuperación de la sarta de perforación, identificando su rotura y pérdida en el interior del sondeo, mediante el empleo de las herramientas de pesca.

CE2.8 En un supuesto práctico de incidencias en un sondeo, correspondientes a una desviación y pérdida de varillaje, controlados:

- Descubrir la existencia de desviaciones, determinando el método de corrección a aplicar.

- Utilizar cuñas para corregir las desviaciones, verificando que se consigue el objetivo.
- Detectar roturas en la sarta de perforación.
- Utilizar las herramientas de pesca, para recuperar el varillaje, en condiciones de seguridad y en el menor tiempo posible.

C3: Aplicar las técnicas de ejecución de sondeos de explotación de aguas subterráneas, minerales por disolución y recursos geotérmicos, de forma segura, eficaz y evitando daños al medio ambiente, según el procedimiento establecido para cada aplicación.

CE3.1 Enumerar los diferentes tipos de sondeos de explotación, según su finalidad específica (captación de aguas subterráneas, extracción de hidrocarburos, aprovechamiento geotérmico, entre otros), describiendo los fundamentos necesarios para cada aplicación.

CE3.2 Describir las técnicas de perforación en terrenos blandos de recubrimiento de suelo y tierra vegetal mediante barrenas helicoidales, determinando los parámetros de funcionamiento a controlar.

CE3.3 Aplicar las técnicas de perforación en suelo consolidado o roca, identificando los útiles de perforación y los parámetros de funcionamiento de los equipos de sondeo.

CE3.4 Explicar el procedimiento de instalación de revestimiento en el sondeo, mediante montaje de tubería, colocación de tramos de filtro, y control del espacio anular entre la tubería y las paredes del sondeo.

CE3.5 Explicar el procedimiento de relleno con grava del espacio anular entre la entubación y las paredes del sondeo, describiendo y las razones para ello en cada caso.

CE3.6 Definir el procedimiento de cementación de los primeros metros de profundidad, para el control de filtraciones al interior del sondeo, indicando las técnicas de preparación del mortero a utilizar.

CE3.7 Describir las técnicas de acondicionamiento final del sondeo para su fase de explotación, desarrollo de pozos mediante inyección de agua a presión e instalación del sistema intercambiador de calor en sondeos geotérmicos.

CE3.8 En un supuesto práctico de ejecución de sondeos de explotación, a partir de los parámetros definidos en un plan de perforación:

- Acoplar el útil de perforación adecuado, escogiendo el tipo y diámetro establecido para cada intervalo de profundidad.
- Operar el equipo de sondeos, ajustando los parámetros de rotación y empuje, de forma que se obtenga un ritmo de avance considerado adecuado.
- Controlar las presiones de los circuitos hidráulicos del equipo, respetando sus límites de funcionamiento.

- Operar los sistemas de acople de elementos de varillaje, evitando caídas durante su elevación.
- Preparar lodos cuando sean necesarios, con los parámetros establecidos en un plan de perforación.
- Instalar la entubación del sondeo, soldando tramos de tubo.
- Efectuar el relleno completo con grava, del espacio anular entre el revestimiento y las paredes del sondeo.
- Preparar mortero a partir de una dosificación establecida en el plan de perforación.
- Verter el mortero, rellenando los primeros metros del espacio anular entre la entubación y las paredes del sondeo.

C4: Aplicar las técnicas de ejecución de sondeos realizados desde labores o espacios subterráneos, para investigación geológica y minera, drenajes, inyección y desgasificación, de forma segura y eficaz, siguiendo el procedimiento establecido para cada aplicación.

CE4.1 Describir los diferentes tipos de sondeos ejecutados desde el interior de labores subterráneas, que se realizan para investigación geológica y minera, y diversos usos tecnológicos (drenaje, desgasificación, inyección), describiendo los fundamentos de cada aplicación.

CE4.2 Indicar los sistemas de estabilización, sujeción y orientación del equipo de sondeo empleado, valorando su uso para la seguridad en la ejecución del sondeo.

CE4.3 Explicar el procedimiento de preparación del varillaje, mediante ensamblaje y acoplamiento al equipo base, en función de las particularidades del tipo de equipos de sondeo empleados.

CE4.4 Explicar el procedimiento de ejecución de sondeos desde espacios subterráneos, identificando las particularidades de cada técnica de ejecución, los riesgos asociados, las medidas preventivas y de protección aplicables.

CE4.5 Identificar los principales parámetros a controlar en la ejecución del sondeo (empuje, velocidad de rotación, y dirección de perforación), relacionándolos con la regulación de los sistemas de cada tipo del equipo de sondeo.

CE4.6 Explicar el procedimiento de extracción del varillaje, evitando atranques y comprobando la adecuación de la geometría y condiciones finales del sondeo, en función de su aplicación.

CE4.7 Citar los riesgos existentes en la realización de trabajos subterráneos, en particular los relacionados con las condiciones físicas y ambientales del lugar de trabajo y su entorno, explicando el procedimiento y medios para llevar a cabo su control de forma permanente durante el acceso al lugar de trabajo y mientras tengan lugar las labores de sondeo.

CE4.8 En un supuesto práctico de ejecución de sondeos desde un espacio subterráneo situado en una mina de interior u obra subterránea, a partir de los parámetros definidos en un plan de perforación:

- Comprobar las condiciones de seguridad del lugar de trabajo previstas en las normas internas de seguridad, antes del comienzo y durante las labores de sondeo.
- Preparar el equipo de sondeo para el inicio de la perforación, estabilizándolo y orientando la columna en la dirección establecida.
- Montar el varillaje, acoplando sus componentes y colocándolo en la guía de la columna.
- Operar el equipo de sondeo, regulando sus sistemas de mando, para ajustar el empuje, la rotación y la dirección de perforación.
- Extraer el varillaje, evitando atascos y daños al equipo.

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

C1 respecto a CE1.8; C2 respecto a CE2.5 y CE2.8; C3 respecto a CE3.3 y CE3.8; C4 respecto a CE4.8.

Otras capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla.

Actuar con rapidez en situaciones problemáticas y no limitarse a esperar.

Cumplir con las normas de producción fijadas por la organización.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de seguridad, idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Mantener el área de trabajo con el grado de orden y limpieza requerido por la organización.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Emplear tiempo y esfuerzo en ampliar conocimientos e información complementaria.

Contenidos:

1. Procesos y procedimientos operacionales para la realización de sondeos

Conceptos básicos sobre la perforación.

Puesta en marcha de la sonda: comprobaciones; procesos operacionales.

Parámetros fundamentales de perforación: velocidad de rotación, presión sobre el útil de perforación, dirección.

Principales riesgos y medidas de seguridad aplicables en las operaciones de sondeo; dispositivos de seguridad de los equipos de sondeo; medidas de protección colectiva; equipos de protección individual.

Lodos: tipos, composición, propiedades, utilidades y preparación.

Control de propiedades de los lodos: viscosidad, densidad.

Control de profundidad del sondeo.

Registro datos del sondeo: parte de trabajo; datos básicos a incluir.

## 2. Acciones de estabilización y solución de incidencias

Inestabilidad del terreno; entubaciones y reducciones de diámetro.

Procedimiento de montaje de entubación.

Cementaciones; aislamiento del tramo de sondeo a cementar mediante obturadores; morteros: características básicas, preparación, aplicación a la cementación de sondeos.

Desviaciones; identificación y métodos de corrección (cuñas, otros).

Operaciones de recuperación de sarta de perforación perdida: útiles de pesca, otras herramientas, procedimientos de ejecución, medidas de seguridad aplicables.

## 3. Técnicas de perforación aplicables a investigación geológica y minera

Fundamentos y métodos: sondeos a rotopercusión, sondeos a rotación.

Sondas de perforación a rotación con extracción de testigo; elementos auxiliares.

Barrido de detritus: aire comprimido, lodos en circulación normal o inversa.

Montaje y manejo de los útiles de perforación; desgastes.

Principales riesgos y medidas de seguridad en las operaciones de perforación y sondeos de investigación geológica y minera.

## 4. Técnicas de perforación aplicables a sondeos de explotación

Fundamentos y métodos: sondeos a rotopercusión, sondeos a rotación, sondeos a percusión por cable; sondas rotary de circulación directa o inversa, máquinas de rotopercusión para sondeos inclinados y horizontales; elementos auxiliares.

Perforación de terrenos blandos: herramientas (barrena helicoidal); perforación de suelo consolidado y roca: herramientas de perforación (tricono, trialeta, coronas).

Tubería de revestimiento: materiales, montaje; filtros: tubería ranurada, tipo puentecillo, otros; procedimientos básicos de soldadura para instalación de tubería.

Relleno con gravas: materiales (gravas silíceas clasificadas), labores de relleno y homogeneización.

Procedimiento de cementación del sondeo, para su protección contra infiltraciones.



Desarrollo de pozos; bombas y conducciones; esquemas de montaje; técnica de inyección de agua a presión, control de parámetros; sistemas de captación geotérmica: conducciones, montaje.

5. Técnicas de perforación aplicables a sondeos ejecutados desde labores subterráneas

Ejecución de sondeos desde labores subterráneas; procedimiento.

Riesgos existentes, medidas preventivas; riesgos inmediatos e inminentes en trabajos subterráneos; condiciones ambientales peligrosas.

Control y vigilancia del lugar de trabajo y su entorno antes del comienzo y durante el desarrollo de los trabajos; control del sostenimiento y técnicas de saneo; control de contaminantes ambientales: equipos de control; medidas de prevención, medidas de protección colectiva e individual; actuación en caso de emergencias sobrevenidas durante el desarrollo de estos trabajos en espacios subterráneos.

Equipos empleados en la ejecución de sondeos subterráneos; dispositivos de seguridad.

Dispositivos de estabilización y orientación del sondeo.

Varillaje específico para sondeos subterráneos; sistemas de acoplamiento de varillas.

Parámetros de perforación; sistemas de regulación de máquinas tipo.

Límites de funcionamiento.

Procedimientos para extracción del varillaje; geometría del sondeo.

Traslado hasta el punto de operación, montaje del equipo de sondeo y sus sistemas auxiliares.

Parámetros de contexto de la formación:

Espacios e instalaciones:

Los espacios e instalaciones darán respuesta, en forma de aula, aula-taller, taller de prácticas, laboratorio o espacio singular, a las necesidades formativas, de acuerdo con el Contexto Profesional establecido en la Unidad de Competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, salud laboral, accesibilidad universal, diseño universal o diseño para todas las personas y protección medioambiental.

Perfil profesional del formador o formadora:

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

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica, Diplomatura o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de 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.

## MÓDULO FORMATIVO 3: TOMA DE MUESTRAS Y ENSAYOS Y MEDICIONES GEOTÉCNICAS E HIDROGEOLOGÍCAS

Nivel: 2

Código: MF0416\_2

Asociado a la UC: Recoger testigos, tomar muestras y realizar ensayos y mediciones geotécnicas e hidrogeológicas

Duración: 210 horas

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar el procedimiento de toma de muestras en sondeos a destroza, con circulación directa, inversa o a rotoperCUSión, adaptándolo a cada modalidad.

CE1.1 Describir el sistema de recogida de muestras, seleccionándolo en función del fluido de perforación (lodos o aire comprimido) y del tipo de circulación (directa o inversa).

CE1.2 Describir los sistemas utilizados para captación de polvo o detritus y los circuitos de fluidos asociados, identificando sus aplicaciones.

CE1.3 Explicar el procedimiento de toma de muestras a destroza, en intervalos de profundidad predeterminados, aplicando criterios de aceptación o rechazo de muestras defectuosas o contaminadas.

CE1.4 Detallar el procedimiento en la preparación de la muestra de ripio para su posterior estudio, indicando las posibles alteraciones en las mismas.

CE1.5 Enumerar los datos básicos a registrar en el parte de muestreo de sondeos a destroza, relacionándolos con el tipo de muestra y procedimiento.

CE1.6 Enumerar los potenciales riesgos que se producen en las diferentes fases de toma de muestras en sondeos a destroza, identificando las medidas preventivas, de protección colectiva e individual.

CE1.7 En un supuesto práctico de toma de muestras de sondeos a destroza, a partir de unas instrucciones del plan de muestreo:

- Aplicar la secuencia de montaje del circuito para la recuperación de muestras, en función del sistema de perforación empleado.

- Aplicar el procedimiento de reducción del tamaño de muestra, utilizando medios de producción específicos (cuarteadores u otros).

- Completar la secuencia de envasado e identificación de las muestras, evitando alteraciones y colocando una etiqueta identificativa.

- Eliminar muestras defectuosas o contaminadas, aplicando los criterios de rechazo, basados en los parámetros de calidad establecidos.

C2: Aplicar el procedimiento de toma de muestras de testigo continuo en sondeos a rotación, identificando la máxima longitud de recuperación posible.

CE2.1 Explicar la importancia del proceso de muestreo sobre los resultados de la investigación, en función del método de extracción, almacenamiento y conservación.

CE2.2 Describir los sistemas utilizados para la toma de muestras de testigo en sondeos a rotación, identificando sus aplicaciones.

CE2.3 Aplicar el procedimiento de toma de muestras de testigo en sondeos a rotación, extrayendo el tubo portatestigo del sondeo y sacando el testigo del tubo portatestigo.

CE2.4 Aplicar el procedimiento para la colocación en cajas de los testigos de sondeos a rotación, identificando su preparación y organización en función de la profundidad.

CE2.5 Describir el procedimiento de preparación de testigos parafinados, detallando en qué casos se lleva a cabo el mismo.

CE2.6 Enumerar los datos a registrar relativos a la muestra y al procedimiento, en el parte de muestreo de sondeos, identificando los relacionados con la recuperación de testigo.

CE2.7 Enumerar los riesgos asociados a las diferentes fases de la toma de muestras en sondeos a rotación, aplicando las medidas preventivas, así como de protección colectiva e individual.

CE2.8 En un supuesto práctico de extracción de testigo en sondeos a rotación, a partir de unas instrucciones recogidas en el plan de muestreo:

- Montar el sistema de extracción de testigo, adaptándolo a cada tipo de equipo de sondeos.
- Extraer el tubo portatestigos del interior del sondeo, utilizando sistemas de testigo continuo.
- Extraer el testigo del tubo portatestigo, despegándolo del interior del tubo mediante golpes con un martillo.
- Colocar las muestras en las cajas, identificándolas mediante etiquetas.

C3: Aplicar el procedimiento de ensayo de penetración in situ en sus diferentes modalidades, identificando la normativa técnica.

CE3.1 Identificar los equipos utilizados para la realización de ensayos de penetración dinámica o estática, relacionándolos con su función.

CE3.2 Aplicar los ensayos de penetración, en función de los tipos de terreno, analizando sus limitaciones.

CE3.3 Identificar los riesgos asociados a la realización de ensayos de penetración, relacionándolos con los dispositivos y sistemas de seguridad implementados en los equipos de trabajo para su control, así como los equipos de protección individual (especialmente auditiva), de uso obligado cuando se llevan a cabo tales ensayos.

CE3.4 Identificar la ubicación de puntos de ensayo, determinando su posición sobre el terreno.

CE3.5 Describir el procedimiento para emplazar el equipo, identificando el desplazamiento de la maza y valorando la importancia de mantener su estabilidad.

CE3.6 Describir el procedimiento a seguir para realizar ensayos de penetración estándar, incluyendo el modo de operación del equipo, el montaje de varillas y la extracción de muestras, en el caso de ensayo de penetración estándar (SPT).

CE3.7 Indicar los parámetros a registrar (número de golpes y avance de la puntaza o toma muestras, en el caso de ensayo de penetración estándar (SPT), relacionándolos con la capacidad portante del terreno.

CE3.8 En un supuesto práctico de realización de ensayos penetrométricos, a partir de un plan de trabajo establecido:

- Replantear sobre el terreno los puntos de ensayo, materializando su posición mediante marcas visibles.
- Emplazar el equipo, en cada uno de los puntos de ensayo de forma que quede estabilizado.
- Comprobar la verticalidad de la guía de la maza, utilizando un clinómetro.
- Aplicar el procedimiento para la realización de ensayos de penetración dinámica, incluyendo ensayo de penetración estándar (SPT), contabilizando el número de golpes y registrando el avance de la puntaza.
- Aplicar el procedimiento para la realización de ensayos de penetración estática, contabilizando el avance, mediante el registro del avance de la puntaza.
- Cubrir el parte de trabajo, registrando los resultados del ensayo.

C4: Aplicar el procedimiento de ensayo presiométrico y dilatométrico en sondeos, según la normativa técnica.

CE4.1 Describir las técnicas de preparación del sondeo para el ensayo presiométrico y dilatométrico, comparándolas.

CE4.2 Describir las características de los equipos utilizados en los ensayos presiométricos y dilatométricos, señalando sus aplicaciones.

CE4.3 Explicar el ensayo dilatométrico, indicando cómo se produce la transmisión de tensiones al terreno según sea plano o curvo y el método de liberación de tensiones.

CE4.4 Citar los tipos de deformación que se dan en materiales, en función de sus propiedades y condiciones ambientales.

CE4.5 Enumerar los equipos que se utilizan para la medida de deformación transversal, describiendo su funcionamiento, tipos, procedimiento de lectura y registro de datos.

CE4.6 En un supuesto práctico de realización de ensayos presiométrico y dilatómetro en sondeos, a partir de un plan de trabajo establecido:

- Acondicionar el sondeo, mediante limpieza y comprobación de dimensiones.
- Seleccionar los equipos, instalándolos en el ensayo.
- Aplicar el procedimiento de ensayo mediante incremento de tensiones.
- Determinar los valores de tensión y deformación, utilizando los instrumentos de medida correspondientes a cada magnitud.
- Cubrir el parte de trabajo, anotando los resultados del ensayo.

C5: Aplicar los ensayos de bombeo, de infiltración, de admisión, inyección y disolución, a partir de los parámetros hidrogeológicos, la capacidad de producción y almacenamiento de acuíferos, la extracción y recarga de acuíferos o la explotación de un yacimiento salino o de minerales lixiviables.

CE5.1 Definir los fundamentos de la caracterización hidrogeológica de terrenos, citando los conceptos de porosidad y permeabilidad.

CE5.2 Enumerar los métodos habituales de ensayos de permeabilidad in situ, relacionándolos con sus aplicaciones a cada tipo de terreno para la determinación de la permeabilidad.

CE5.3 Aplicar las técnicas de preparación del sondeo para el ensayo de infiltración, admisión o inyección, identificando las condiciones del mismo y la instalación de obturadores.

CE5.4 Enumerar el equipamiento auxiliar necesario para realizar el ensayo, explicando el modo de instalación de cada elemento.

CE5.5 Describir los procedimientos de ensayo de permeabilidad, incluyendo referencias a las principales modalidades (Lungeon, Lefranc, Gil-Gavard).

CE5.6 Describir los procedimientos de ensayo de bombeo y producción, señalando sus objetivos.

CE5.7 Indicar los parámetros a controlar de forma continua (nivel de agua, caudal, presión de inyección y tiempo), asociándolos a ensayos de infiltración, admisión o inyección.

CE5.8 En un supuesto práctico de realización de ensayos de infiltración, admisión o inyección en sondeos, a partir de un plan de trabajo establecido:

- Acondicionar el sondeo mediante limpieza y colocación de obturadores.

- Instalar los equipos auxiliares y conducciones, según esquemas establecidos.
- Aplicar el procedimiento para la realización de ensayos de Lungeon, Lefranc y Gil-Galvard, adaptándolo a las particularidades.
- Aplicar el procedimiento para la realización de ensayos de bombeo y de producción, adaptándolo a las condiciones del supuesto.
- Interpretar las lecturas de la instrumentación, identificando cuándo se ha alcanzado el régimen estacionario.
- Escribir el parte de trabajo, anotando los niveles de agua, caudales, presiones y tiempo.

C6: Aplicar los procedimientos de medida de longitud, desviación y nivel piezométrico en sondeos, utilizando instrumentación específica.

CE6.1 Citar los métodos utilizados para la determinación de la longitud del sondeo, mediante el contaje de varillas o utilizando instrumentos específicos para ello.

CE6.2 Describir los sistemas utilizados para determinar desviaciones en sondeos, indicando brevemente su fundamento.

CE6.3 Aplicar el procedimiento para determinar el nivel alcanzado por el agua en pozos y sondeos, en relación con la profundidad y con la precisión requerida.

CE6.4 Explicar las técnicas de instalación en grietas y paredes internas de sondeos y pozos, de extensómetros e inclinómetros para la caracterización geomecánica del terreno, y de piezómetros para el control del nivel freático, en función de las características técnicas de cada instrumento.

CE6.5 Diferenciar los tipos de inclinómetros, relacionándolos con las características del movimiento a medir.

CE6.6 Interpretar los datos proporcionados por los instrumentos de medida, definiendo los intervalos de lectura, medios de registro, y rangos de valores admisibles.

CE6.7 En un supuesto práctico de toma de datos en un sondeo, a partir de un plan de trabajo establecido:

- Aplicar el procedimiento de medida de longitud en un sondeo, mediante contaje de varillas o utilización de una sonda.
- Aplicar el procedimiento de medida de desviaciones en un sondeo, utilizando inclinómetros.
- Utilizar los sistemas de medida del nivel de agua, tomando lecturas con piezómetros en los intervalos indicados.
- Aplicar las técnicas de instalación de instrumentación fija, en función de las características técnicas de cada instrumento.

- Implementar las técnicas de registro de datos, interpretando los valores de los parámetros de control y anotándolos en soporte papel o digital, respectivamente.

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

C1 respecto a CE1.7; C2 respecto a CE2.8; C3 respecto a CE3.8; C4 respecto a CE4.6; C5 respecto a CE5.8; C6 respecto a CE6.7.

Otras capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de seguridad idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos así como a situaciones o contextos nuevos.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Actuar con rapidez en situaciones problemáticas y no limitarse a esperar.

Respetar los procedimientos y normas internas de la organización.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Contenidos:

## 1. Muestreo en sondeos a destroza

Sistemas de fluidos para barrido de detritus en el sondeo: aire comprimido, lodos con circulación directa, lodos con circulación inversa; muestras de ripio.

Preparación de muestras, embalado y etiquetado.

Equipos de recogida de muestras de sondeos a destroza (ejecutados con máquinas a percusión y a rotopercusión); componentes, funcionamiento.

Procedimiento para la toma muestras de ripio en sondeos a destroza (utilizando los diferentes fluidos de perforación posibles).

Maquinaria y herramientas para la toma de muestras de suelos y de rocas; criterios de eliminación de muestras contaminadas o defectuosas.

Organización de muestras por intervalos de profundidad.

Elaboración de partes de registro de muestreo.

Riesgos laborales en las operaciones de toma de muestras en sondeos a destroza; riesgos asociados a los equipos de sondeo y los tipos de trabajos.

Dispositivos de seguridad incorporados en la maquinaria de sondeos.

Medidas preventivas y de protección aplicables (colectivas e individuales).



Procedimientos de trabajo seguro.

## 2. Muestreo en sondeos a rotación

Muestreo de suelos y rocas: tipos de muestras (alteradas e inalteradas); muestras de testigo continuo y principales aplicaciones.

Concepto de recuperación y definición del índice RQD (Rock Quality Designation); preparación de muestras, embalado y etiquetado.

Equipos de recogida de muestras de testigo continuo en sondeos (ejecutados con máquinas a rotación); testigueras; tubos de pared delgada; sistema de testigo continuo; componentes, funcionamiento.

Procedimiento de extracción de testigo continuo; criterios de eliminación de muestras de testigos contaminadas o defectuosas.

Organización de muestras en cajas, por intervalos de profundidad.

Elaboración de partes de muestreo.

Obtención de muestras inalteradas.

Procedimiento de preparación de muestras de testigo parafinado.

Riesgos laborales en las operaciones de toma de muestras en sondeos a rotación.

Riesgos asociados a los equipos de sondeo y los tipos de trabajos.

Dispositivos de seguridad incorporados en la maquinaria de sondeos.

Medidas preventivas y de protección aplicables (colectivas e individuales).

Procedimientos de trabajo seguro.

## 3. Ensayos penetrométricos

Definición de puntos de ensayo, replanteo con cinta métrica.

Ensayos de penetración; definición de ensayo de penetración in situ; campos de aplicación; tipos de ensayos.

Tipos de penetrómetros dinámicos: penetrómetro Borro, penetrómetro dinámico pesado, penetrómetro dinámico superpesado, test de penetración estándar (SPT).

Riesgos laborales en las operaciones ligadas a los ensayos de penetración.

Riesgos asociados a los equipos y los tipos de trabajos.

Dispositivos de seguridad incorporados en los equipos.

Medidas preventivas y de protección aplicables (colectivas e individuales).

Procedimientos de trabajo seguro.

Emplazamiento del equipo: desplazamiento y límites de pendiente; posicionamiento, estabilización de la máquina y comprobación de verticalidad de la guía; procedimientos de ensayo: penetración estática con el cono; ensayo de referencia.

Procedimiento de ensayo de penetración estática con el cono.

Procedimiento de ensayo de penetración estándar (SPT).

Parámetros a controlar durante el ensayo: número de golpes y avance de la puntaza.

Fin del ensayo al disminuir el avance por número de golpes; importancia para el cálculo de la capacidad portante.

#### 4. Ensayos presiométricos y dilatométricos

Ensayos de presiométricos y dilatométricos; fundamentos y aplicaciones.

Condiciones que debe reunir el sondeo.

Presiómetros: descripción y tipos.

Ensayo presiométrico: definición y desarrollo; método de liberación de tensiones.

Tipos de deformación (conceptos básicos): elástica, plástica y frágil.

Dilatómetros: descripción y tipos.

Ensayo dilatométrico: definición y desarrollo.

#### 5. Ensayos de bombeo, de infiltración, de admisión, inyección y disolución

Parámetros hidrogeológicos (conceptos básicos): porosidad, permeabilidad.

Ensayos hidrogeológicos; fundamentos de bombeo; identificación de condiciones de régimen estacionario; definición y aplicaciones: ensayo Lugeön, ensayo Lefranc y ensayo de Gilg-Gavard.

Ensayo de bombeo: definición y tipos.

Ensayos de producción: definición, aplicaciones.

Condiciones que debe reunir el sondeo para la ejecución de este tipo de ensayos; instalación de obturadores; bombas, conducciones y equipamiento auxiliar para efectuar ensayos hidrogeológicos; esquemas de montaje del sistema de bombeo.

Procedimiento operativo para realizar ensayos de permeabilidad: Lugeön; ensayo Lefranc, Gil-Gavard.

Procedimiento operativo para realizar ensayos de permeabilidad: bombeo, producción.

Mediciones y registro de datos del ensayo respectivo.

## 6. Medida de longitud, desviación y nivel piezométrico en sondeos

Mediciones y controles en sondeos: fundamentos e instrumentación típica.

Medida de longitud de sondeos, procedimiento: a partir de los elementos de varillaje y mediante sonda.

Control de la dirección de sondeos, procedimiento: indicios de desviación, medida de desviaciones con clinómetro.

Medida y control del nivel piezométrico (y del nivel freático) en sondeos, procedimientos: medida con piezómetro, otros métodos; Instalación de instrumentación de control geotécnico en sondeos: extensómetros, inclinómetros y piezómetros.

Extensómetros: concepto, principio en que se basan y funcionamiento.

Inclinómetros: tipos, aplicaciones a auscultación de terreno.

Sistemas y procedimientos de lectura y registro de datos: analógicos, digitales; Identificación de parámetros anómalos.

Parámetros de contexto de la formación:

Espacios e instalaciones:

Los espacios e instalaciones darán respuesta, en forma de aula, aula-taller, taller de prácticas, laboratorio o espacio singular, a las necesidades formativas, de acuerdo con el Contexto Profesional establecido en la Unidad de Competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, salud laboral, accesibilidad universal, diseño universal o diseño para todas las personas y protección medioambiental.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la recogida de testigos, toma de muestras y realización de ensayos y mediciones geotécnicas e hidrogeológicas, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica, Diplomatura o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de 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.

## ANEXO II

**(Sustituye al Anexo CXXXIV establecido por el Real Decreto 1087/2005, de 16 de septiembre)**

*Cualificación profesional: Tratamiento y beneficio de minerales, rocas y otros materiales*

Familia Profesional: Industrias Extractivas

Nivel: 2

Código: IEX134\_2

Competencia general

Realizar la fragmentación, clasificación y concentración de rocas y minerales por procedimientos gravimétricos y magnéticos, flotación, lixiviación, biooxidación y oxidación a presión, espesado, filtrado y secado, entre otros, controlando las diferentes fases del proceso productivo de plantas de tratamiento y beneficio, conforme a la normativa aplicable, en materia de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

Unidades de competencia

UC0421\_2: Operar y controlar plantas de tratamiento de minerales, rocas y otros materiales

UC0422\_2: Triturar, moler y micronizar los minerales, rocas y otros materiales

UC0423\_2: Clasificar minerales, rocas y otros materiales por tamaños

UC0424\_2: Concentrar minerales

Entorno Profesional

Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área de ejecución del proceso productivo, dedicada a la explotación y manufacturas de minerales, en entidades de naturaleza privada, en empresas grandes, medianas y pequeñas, tanto por cuenta propia como ajena, con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

Sectores Productivos

Se ubica en el sector industrias extractivas, en los subsectores de explotación y manufacturas de minerales, demoliciones y otros productos de desecho.

Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprendivo de mujeres y hombres.

Operadores de tratamiento y clasificación de minerales y rocas en general

Operadores de lavadero de mineral

Operadores de máquina quebrantadora-trituradora-criadora de mineral

Operadores de máquina secadora de mineral

Operadores de decantación de mineral

Operadores de cuadro de control de instalaciones mineras

Operadores de planta de obtención y tratamiento de sal común

Operadores en instalaciones para la preparación de minerales y rocas

Formación Asociada (510 horas)

Módulos Formativos

MF0421\_2: Operación y control de plantas de tratamiento de minerales, rocas y otros materiales (150 horas)

MF0422\_2: Trituración y molienda de minerales, rocas y otros materiales (120 horas)

MF0423\_2: Clasificación por tamaños de minerales, rocas y otros materiales (90 horas)

MF0424\_2: Concentración de minerales (150 horas)

UNIDAD DE COMPETENCIA 1: OPERAR Y CONTROLAR PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERALES, ROCAS Y OTROS MATERIALES

Nivel: 2

Código: UC0421\_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Realizar las operaciones de recepción, depósito y dosificación de materiales, para el funcionamiento de la planta dentro de los parámetros de diseño, siguiendo las instrucciones de dirección de producción y las especificaciones técnicas de la planta.

CR1.1 Las básculas se taran con la periodicidad y forma determinadas en las instrucciones técnicas del fabricante, mediante su puesta a cero y su auto-calibración, empleando pesas patrón calibradas para verificar el funcionamiento de equipos de pesaje.

CR1.2 Los materiales se reciben en la planta, pesándolos, descargándolos y almacenándolos en trojes, montones, pilas, tolvas, o lugares diferenciados,

impidiendo su mezcla, señalándolos de manera clara, y en su caso, protegiéndolos bajo cubierta o material impermeabilizante.

CR1.3 Las muestras de materiales se toman en cada lote, recogiénolas, preparándolas e identificándolas siguiendo procedimientos establecido en normas técnicas aplicables, para la determinación en laboratorio de humedad y leyes.

CR1.4 Los materiales recibidos se mezclan, en caso de distintas procedencias, en las proporciones requeridas para alcanzar la recuperación de producto establecida en los pedidos de materiales.

CR1.5 Los productos finales se almacenan en tolvas, silos, acopios o lugares apropiados, acondicionándolos y aplicando riegos periódicos o técnicas equivalentes para reducir el polvo en suspensión.

CR1.6 Los niveles de llenado de las tolvas y pilas de almacenamiento se controlan, modificando los circuitos y corrigiendo las desviaciones observadas, para evitar rebose.

CR1.7 Los alimentadores y equipos dosificadores se revisan periódicamente, regulándose en función de la carga necesaria según especificaciones del proceso de trabajo, para conseguir una alimentación continua.

CR1.8 La información necesaria para el proceso (registro de entrada, actas de toma de muestras, pedidos de material, órdenes de trabajo), se registra de forma clara, dando el curso a las instrucciones establecidas por la persona responsable de los trabajos.

RP2: Efectuar el control del flujo de materiales en seco, materiales en suspensión y pulpas, para optimizar el funcionamiento de los equipos, siguiendo los procedimientos establecidos por dirección de producción y la normativa aplicable en materia de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental.

CR2.1 El suministro de aire comprimido a la planta se controla, regulando los caudales y presiones dentro de los límites permitidos en la documentación técnica del fabricante, teniendo en cuenta las mediciones mostradas por la instrumentación de los compresores y equipos auxiliares instalados.

CR2.2 El suministro de agua a los puntos de consumo de la planta se controla, regulando los caudales dentro de los límites de funcionamiento admisibles por los equipos de bombeo instalados, de acuerdo a los procedimientos de trabajo y la documentación técnica del fabricante.

CR2.3 El transporte de pulpas se controla modificando el caudal y manteniendo los parámetros de funcionamiento dentro de los límites admisibles de los equipos de bombeo de lodos instalados en la planta, de acuerdo a los procedimientos de trabajo y la documentación técnica del fabricante.

CR2.4 El caudal en el circuito de agua se mantiene, reponiendo las pérdidas mediante inyección de agua limpia, y controlando las aguas residuales para no originar vertidos a los cauces públicos, de acuerdo a la normativa aplicable de protección de aguas.

CR2.5 La formación de las balsas de lodos se controla actuando sobre la posición de los puntos de descarga para alcanzar una distribución uniforme de los lodos y evitar rebose, comunicando a la persona responsable inmediata problemas evidentes de inestabilidad.

CR2.6 Las aguas residuales se acondicionan, añadiendo floculantes en la proporción establecida en los procedimientos e instrucciones de trabajo, para eliminar de forma acelerada los sólidos en suspensión y reutilizarla en la planta o verterla a cauces públicos, de acuerdo a la normativa aplicable de protección de aguas.

CR2.7 Los captadores de polvo en sistemas de aspiración primarios y secundarios se arrancan, cuando la presencia de partículas sobrepasa los límites establecidos en la normativa de protección medioambiental.

CR2.8 Las toberas que pulverizan soluciones acuosas de tensoactivos en los puntos más problemáticos se inspeccionan, para comprobar su efectividad reduciendo los niveles de polvo por debajo de los límites establecidos en la normativa aplicable de higiene industrial.

CR2.9 Los envases, embalajes, útiles desgastados y resto de deshechos se retiran, depositándolos en su contenedor correspondiente, para su entrega a un gestor autorizado, según lo establecido en la normativa aplicable de gestión de residuos.

RP3: Maniobrar plantas de tratamiento de minerales, rocas y otros materiales, monitorizando los parámetros de funcionamiento y operando mediante control manual o en entornos de control automatizado, siguiendo las instrucciones técnicas de trabajo de la organización, para optimizar el funcionamiento de los equipos y el control de emisiones.

CR3.1 La planta se arranca siguiendo la secuencia de puesta en marcha de los equipos según instrucciones técnicas del fabricante para la optimización del proceso.

CR3.2 La planta se inspecciona ante paradas de emergencia, identificando y eliminando posibles atascos, y verificando el funcionamiento de los equipos de protección medioambiental, para limitar las emisiones, comunicando a la persona responsable las anomalías observadas.

CR3.3 Las muestras se toman de forma sistemática en puntos determinados del circuito, conforme a un plan de análisis y control establecido por la dirección de producción.

CR3.4 Los parámetros de funcionamiento de la planta se controlan, visualizándose en pantallas de ordenador o interfaces de usuario, registrándose aquella información relevante para presentar los gráficos históricos de las variables principales.

CR3.5 Las alarmas ante sucesos imprevistos ocurridos en los procesos se tramitan, señalándose en los paneles de control, registrándose la incidencia en el documento habilitado al efecto y comunicándola a la persona responsable, según protocolo establecido por la dirección de producción.



CR3.6 Los datos de sensores y actuadores del sistema de producción se supervisan en pantallas de ordenador o paneles digitales, mediante representaciones gráficas y datos numéricos de variables, para su análisis y almacenamiento.

CR3.7 Los arranques, paros, acuse de señales y modos de función automático o manual se ejecutan desde los ordenadores de la sala de control, o mediante los paneles interfaces de usuario distribuidos por las instalaciones de la planta, mostrando los avisos y estableciendo las alarmas y bloqueos necesarios para que otro personal usuario puedan verlos.

CR3.8 Los sistemas de protección colectiva asociados a la planta (barandillas, paradas de emergencia, protecciones de elementos móviles, entre otros), se inspeccionan, comprobando su estado y comunicando a la persona inmediata superior cualquier anomalía detectada.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Báscula de pesada continua. Báscula de camiones. Equipos de toma de muestras. Desmuestreadores automáticos. Analizadores continuos. Barra de desatancar. Silos. Tolvas. Cintas transportadoras. Alimentadores. Dosificadores. Precribadores. Criba de tierras. Clasificadores zigzag. Mesas separadoras. Fragmentadora. Molinos de trituración. Molinos de trituración secundaria. Línea de molienda. Molino de rodillos. Acondicionadores. Trómeles desenlodadores. Separador ciclón/cascada. Separadores electromagnéticos de tambor. Sistema limpiador granulado. Conducciones de aire comprimido. Conducciones de agua y de lodos. Compresores. Bombas de agua limpia. Bombas de lodos. Tanques. Maquinaria de proceso con fases de: triaje, precribado, machaqueo, separación magnética de férricos, cribado y limpieza por soplado. Sistemas de protección colectiva (barandillas, paradas de emergencia, protecciones de elementos móviles, otros). Equipos de protección individual (casco, guantes, protección auditiva, calzado de seguridad, otros). Toberas pulverizadoras. Captadores de polvo. Pupitre y panel de mando. Paneles de control. Ordenador personal. Impresora. Interfaces de usuario, tipo HMI (Interfaz Hombre Máquina o sistemas), SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), Sacos, big-packs. Contenedores de residuos. Bomba engrasadora. Pala. Azada. Rastrillo. Juego de llaves fijas. Llaves inglesas. Llaves de grifa. Densímetro. Otras herramientas manuales.

Productos y resultados:

Stocks de materiales formados con material pesado, clasificado y registrado. Flujo de materiales en seco, materiales en suspensión, pulpas. Maniobra de plantas de tratamiento de minerales, rocas y materiales con parámetros de funcionamiento controlados.

Información utilizada o generada:

Manuales de procedimientos internos de la organización. Documentación técnica del fabricante de los equipos. Instrucciones de trabajo orales o escritas. Información preventiva. Fichas técnicas. Esquemas de las instalaciones y equipos. Normativa aplicable de seguridad e higiene. Normativa aplicable de protección medioambiental.

Normas técnicas de muestreo. Manual de calidad. Especificaciones técnicas de productos. Pedidos de material. Información generada por el sistema informático de control del proceso. Registro de entradas y existencias. Partes de incidencias. Fichas de trabajo. Hojas y gráficos de control.

UNIDAD DE COMPETENCIA 2: TRITURAR, MOLER Y MICRONIZAR LOS MINERALES, ROCAS Y OTROS MATERIALES

Nivel: 2

Código: UC0422\_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Efectuar la trituración primaria para reducir el tamaño del material bruto y obtener de un producto adecuado para la trituración secundaria, en función de los requisitos de calidad establecidos por la dirección de producción, y siguiendo las disposiciones internas de trabajo y la normativa aplicable en materia de seguridad y protección medioambiental.

CR1.1 Los elementos extraños e intriturbables, que se observen en la parrilla o en el circuito de alimentación se eliminan de forma manual o automática por medio de dispositivos especializados.

CR1.2 La apertura de la boca de salida de las trituradoras se regula, en función del tipo de material y tamaño de salida a obtener.

CR1.3 Los posibles atascos, desgastes, roturas y otras anomalías (cambios en los materiales, posibles averías mecánicas, entre otras), se detectan mediante inspección visual, corrigiendo aquellas que únicamente requieran acciones simples o comunicándolas a la persona responsable inmediata.

CR1.4 Los bloques grandes se rompen manualmente o por medio de martillo rompedor, reduciéndolos al tamaño de paso de la parrilla, para evitar atascos y acumulaciones de material.

CR1.5 La instalación se arranca manualmente o desde el panel de mando, cuando se disponga de material suficiente en las tolvas de alimentación, avisando por medio de una alarma acústica, y siguiendo la secuencia normal de cola a cabeza.

CR1.6 Las anomalías en el funcionamiento de las quebrantadoras y trituradoras (temperaturas excesivas en rodamientos o motores, falta de presión de aceite en circuitos hidráulicos y otros fallos), se registran, informando de ello a la persona responsable inmediata.

CR1.7 Los atascos en la trituradora o en otros puntos del circuito se eliminan con medios mecánicos, comunicando a la persona responsable inmediata si es necesaria una modificación de la regulación de alimentación u otros parámetros para prevenir nuevos atascos, y aplicando el procedimiento específico para solucionar atascos debidos a parada por detección de metales.

CR1.8 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de maquinaria de trituración (revisión de puntos de engrase, niveles de líquidos, presiones de

circuitos hidráulicos y de aire comprimido, entre otras), se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP2: Controlar las máquinas de transporte continuo de los materiales, para la alimentación de los equipos de trituración, molienda, y distribución de los productos obtenidos, siguiendo el plan de trabajo establecido por la dirección de producción, de acuerdo con la normativa aplicable en materia de seguridad y protección medioambiental.

CR2.1 El funcionamiento de las cintas transportadoras se controla, corrigiéndose las anomalías observadas (desalineamientos o roturas de banda, defectos en los rodillos y estaciones auto-centradoras, entre otras), siguiendo las recomendaciones de los manuales técnicos del fabricante.

CR2.2 Los rodillos y estaciones auto-centradoras se revisan comprobando que pueden girar libremente, para evitar problemas de funcionamiento.

CR2.3 La cinta transportadora se pone en marcha, comprobando que no existen acumulaciones de material que impidan o entorpezcan el buen funcionamiento de los elementos móviles o de limpieza.

CR2.4 La banda se inspecciona, comprobando los empalmes e informando de las anomalías detectadas.

CR2.5 La descarga del material sobre la cinta se controla, para mantener una alimentación continua, manteniendo el nivel inferior de carga de las tolvas de alimentación dentro de unos valores especificados.

CR2.6 El funcionamiento de los rascadores, frenos y dispositivos anti-retorno se comprueba periódicamente según los procedimientos establecidos en las especificaciones del fabricante, comunicando a la persona responsable inmediata las anomalías detectadas.

CR2.7 El funcionamiento de los transportadores neumáticos e hidráulicos se controla, verificando que las presiones y caudales están dentro de los límites técnicos establecidos por el fabricante de los equipos, y corrigiendo las anomalías observadas.

CR2.8 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de las cintas transportadoras y sistemas de transporte por tubería o hidráulicos, e instalaciones vitales (motores, conexiones eléctricas, hidráulicas, entre otras), se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP3: Efectuar la trituración secundaria para la obtención del tamaño adecuado del material para su tratamiento posterior o comercialización, en función de los requisitos de calidad establecidos por la dirección de producción o de mercado, y siguiendo las disposiciones internas de trabajo y la normativa aplicable en materia de seguridad y protección medioambiental.

CR3.1 El funcionamiento de las trituradoras de cono, molinos de rodillos y de impactos se controla, verificando que los parámetros principales se encuentran dentro de los límites establecidos por el fabricante.

CR3.2 El nivel de llenado de las tolvas se inspecciona visualmente, comprobando que permita alimentar de forma continua las trituradoras y molinos.

CR3.3 La alimentación de los equipos se controla, actuando sobre la apertura de la boca de las tolvas o sobre los parámetros de funcionamiento del alimentador, aportando el caudal previsto para obtener la granulometría especificada en cada etapa del proceso productivo.

CR3.4 La granulometría del material triturado o molido se controla visualmente o mediante la toma de muestras para análisis, comprobando que es la adecuada a las especificaciones de los pedidos de material, cumpliendo los requisitos de calidad y normativa técnica del producto.

CR3.5 Los circuitos de trituración en ciclo cerrado se inspeccionan para evitar la remolienda del material, manteniendo limpia la criba de corte y actuando sobre los parámetros de la alimentación.

CR3.6 Las trituradoras y molinos (velocidad, temperatura, consumo de potencia eléctrica por los motores, entre otros), se vigilan de forma continua manteniéndose dentro de los límites de funcionamiento establecido por el fabricante, e informando a la persona responsable inmediata cualquier anomalía.

CR3.7 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de las trituradoras de cono, molinos de rodillos y molinos de impactos (revisión de puntos de engrase, niveles de líquidos, presiones de circuitos hidráulicos, entre otras), se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP4: Efectuar la molienda de los materiales para la obtención de un producto adecuado a las siguientes fases del proceso productivo o comercialización, en función de los requisitos de calidad establecidos por la dirección de producción o de mercado, y siguiendo las disposiciones internas de trabajo y la normativa aplicable en materia de seguridad y protección medioambiental.

CR4.1 El funcionamiento de los molinos de bolas y de barras se controla, siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos por la dirección de producción, corrigiéndose las anomalías observadas según protocolos establecidos.

CR4.2 El caudal de alimentación del molino se controla actuando sobre la velocidad de la bomba de pulpa o la regulación de los elementos de alimentación utilizados, proporcionando una pulpa con la densidad y porcentaje de sólidos en suspensión requeridos en las especificaciones técnicas del proceso.

CR4.3 El flujo y densidad de la pulpa procedente de los clasificadores de rastrillos, de espirales o de hidrociclones, en circuito cerrado con el molino de bolas, se inspecciona visualmente o mediante toma de muestras, comprobando que estos parámetros estén dentro de los límites de funcionamiento establecido por el fabricante de los equipos.

CR4.4 El molino y los clasificadores (velocidad, temperatura de rodamientos y motores, consumo de potencia eléctrica por los motores, entre otros), se vigilan de forma continua manteniéndose dentro de los límites de funcionamiento

establecido por el fabricante, e informando a la persona responsable inmediata cualquier anomalía.

CR4.5 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de los molinos de bolas y molinos de barras (revisión de puntos de engrase, niveles de líquidos, presiones de circuitos hidráulicos y de aire comprimido, entre otras), se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP5: Efectuar la micronización de los materiales para la obtención de productos del tamaño establecido para su comercialización, según requisitos de calidad de mercado, y siguiendo las disposiciones internas de trabajo y la normativa aplicable en materia de seguridad y protección medioambiental.

CR5.1 El funcionamiento de los micronizadores se controla, siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos por la dirección de producción, corrigiéndose las anomalías observadas según protocolos establecidos.

CR5.2 El caudal de alimentación de los micronizadores se controla actuando sobre la velocidad del aire de alimentación, según el consumo eléctrico de los motores.

CR5.3 Los micronizadores (velocidad, temperatura de rodamientos y motores, consumo de potencia eléctrica por los motores, entre otros), se vigilan de forma continua manteniéndose dentro de los límites de funcionamiento establecido por el fabricante, e informando a la persona responsable inmediata cualquier anomalía.

CR5.4 El tamaño del material micronizado se controla modificando los parámetros de alimentación del micronizador según la curva granulométrica del material a obtener.

CR5.5 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de los molinos de micronizadores (revisión de puntos de engrase, niveles de líquidos, presiones de circuitos hidráulicos y de aire comprimido, entre otras), se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Tolvas. Alimentadores. Dosificadores. Cribas. Cintas transportadoras. Rascadores, frenos y dispositivos anti-retorno. Recambios de banda, rodillos. Transportadores neumáticos. Transportadores hidráulicos. Clasificadores de rastrillos. Clasificadores de espiral. Detectores de metales. Rejillas fijas. Machacadoras de mandíbulas. Machacadoras giratorias. Trituradoras giratorias de cono. Girogravilladoras. Quebrantadoras. Molinos de cilindros lisos y dentados. Molinos de impactos. Molinos de barras. Molinos de bolas. Micronizadores. Clasificadores de rastrillos. Ciclones. Espirales. Hidrociclones. Motores eléctricos. Bombas. Dosificadores. Tomamuestras. Densímetro. Martillo de percusión hidráulico o neumático. Sistemas de protección colectiva (barandillas, paradas de emergencia, protecciones de elementos móviles, otros). Equipos de protección individual (casco, guantes, protección auditiva, calzado de seguridad, otros). Pupitre y panel de mando. Paneles de control. Circuitos hidráulicos, circuitos neumáticos, engrasadores.

Bomba engrasadora. Pala. Azada. Rastrillo. Juego de llaves fijas. Llaves inglesas. Llaves de grifa. Densímetro. Otras herramientas manuales. Herramienta de mantenimiento. Barra de desatracar. Tamices de ensayo para la comprobación de las granulometrías.

Productos y resultados:

Materiales triturados con los tamaños y características requeridas como productos intermedios, productos finales o producto comercial. Materiales transportados para alimentación de equipos de trituración y molienda, distribución, o traslado. Productos molidos y micronizados con el tamaño, distribución granulométrica y calidad de mercado.

Información utilizada o generada:

Manuales de procedimientos internos de la organización. Documentación técnica del fabricante de los equipos. Instrucciones de trabajo orales o escritas. Información preventiva. Fichas técnicas. Esquemas de las instalaciones y equipos. Manuales de mantenimiento y Plan de mantenimiento. Normativa aplicable de seguridad e higiene. Normativa aplicable de protección medioambiental. Normas técnicas de muestreo. Manual de calidad. Especificaciones técnicas de productos. Pedidos de material. Curva de análisis granulométrico. Partes de incidencias. Fichas de trabajo. Hojas y gráficos de control. Registros de funcionamiento de equipos.

UNIDAD DE COMPETENCIA 3: CLASIFICAR MINERALES, ROCAS Y OTROS MATERIALES POR TAMAÑOS

Nivel: 2

Código: UC0423\_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Clasificar en seco rocas, minerales y otros materiales en los tamaños establecidos para su tratamiento, de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidos por la dirección de producción, siguiendo las disposiciones internas de trabajo y la normativa aplicable de seguridad y de protección medioambiental.

CR1.1 El funcionamiento de las parrillas, rejillas, cribas mecánicas, cribas vibrantes y trómeles se controla siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos para cada tipo de máquina.

CR1.2 La primera clasificación del todo-uno se realiza separando los cuerpos extraños en el rechazo del primer cribado.

CR1.3 El escalpado de rocas y minerales se realiza disponiendo las parrillas con las inclinaciones establecidas, dependiendo del tipo de material, separando materiales extraños (no pétreos) en el rechazo y eliminando los bloques grandes, para evitar acumulaciones, y prestando atención a los posibles acuñamientos.

CR1.4 El estado de las telas de las cribas se revisa, comprobando que no presente roturas, comunicando las anomalías observadas a la persona responsable inmediata.



CR1.5 Los parámetros de funcionamiento de equipos de cribado en seco se ajustan para controlar la salida del producto con la granulometría establecida en cada fase de cribado, eliminando los fragmentos de mayor grosor para su envío a un proceso de fragmentación.

CR1.6 Las muestras de material cribado se toman a intervalos regulares, para su envío a laboratorio siguiendo procedimientos de trabajo establecidos para cada tipo de material.

CR1.7 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de la maquinaria de clasificación por vía seca se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP2: Clasificar en vía húmeda rocas, minerales y otros materiales en los tamaños establecidos para su tratamiento, de acuerdo con los requerimientos de calidad establecidos por la dirección de producción, siguiendo las disposiciones internas de trabajo y la normativa aplicable de seguridad y protección medioambiental.

CR2.1 Los parámetros de funcionamiento de los hidroclasificadores, espirales, cribas de rejillas curvas, hidrociclones, clasificadores de rastrillos y de espiral, se controlan siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos y comunicando a la persona responsable las anomalías detectadas.

CR2.2 La alimentación de los equipos de clasificación se regula según las especificaciones de funcionamiento del fabricante, siguiendo un procedimiento de trabajo específico.

CR2.3 La granulometría de salida de las cribas se controla, evitando desviaciones en la distribución del tamaño de partículas para la alimentación de los ciclones y asegurando en error aceptable respecto al punto de operación.

CR2.4 La alimentación de agua en los puntos de consumo se controla, ajustando los caudales a los parámetros de funcionamiento de los equipos instalados, indicados en las especificaciones técnicas del fabricante.

CR2.5 Los fragmentos gruesos se separan mediante un trómel desenlodador, para la obtención de partículas libres de finos, transportando el material de rechazo hasta el extremo de salida del equipo.

CR2.6 La presión de alimentación de los hidrociclones se corrige obteniéndose la mayor parte del sólido en el vértice inferior, ante la observación de materiales de tamaños no previstos en el rebose.

CR2.7 La alimentación de las espirales se corrige, observando una presencia excesiva de sólidos en el rebose.

CR2.8 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de la maquinaria de clasificación por vía húmeda se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP3: Efectuar el lavado de gravas y placeres para obtener productos comerciales de acuerdo a los requerimientos de calidad de mercado, siguiendo las



disposiciones internas de trabajo y la normativa aplicable de seguridad y protección medioambiental.

CR3.1 Los parámetros de funcionamiento de cilindros lavadores, trómeles, ruedas de cangilones, norias, escurridores, hidrociclones, espirales y cribas se controlan siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos y comunicando a la persona responsable las anomalías detectadas.

CR3.2 El circuito de alimentación de agua se regula actuando sobre las válvulas de aporte, en función de lecturas de los caudalímetros y presostatos, suministrando a los puntos de consumo el caudal y la presión previstos.

CR3.3 La alimentación del todo-uno y el aporte de agua al trómel desenlodador se controlan para conseguir un producto de salida libre de arcillas.

CR3.4 La rotura o desgaste de las telas de las cribas se controla, ajustando los parámetros de funcionamiento y comunicando a la persona responsable las anomalías detectadas.

CR3.5 Las muestras de material lavado y clasificado por fracciones granulométricas se toman a intervalos regulares, para su envío a laboratorio siguiendo procedimientos de trabajo establecidos para cada tipo de material.

CR3.6 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de las instalaciones de lavado se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Tolvas. Cribas mecánicas. Cribas vibrantes. Parrillas. Rejillas. Rejillas curvas. Trómeles. Telas de cribas. Hidroclasificadores. Espirales. Hidrociclones. Escurridores. Clasificadores de rastrillos y de espiral. Cilindros lavadores. Ruedas de cangilones. Norias. Bombas. Mangueras y tuberías. Motores. Sistemas de protección colectiva (barandillas, paradas de emergencia, protecciones de elementos móviles, otros). Captadores de polvo. Equipos de protección individual (casco, guantes, protección auditiva, calzado de seguridad, otros). Pupitre y panel de mando. Paneles de control. Indicadores. Válvulas. Convertidores de frecuencia (variadores). Sensores y detectores. Caudalímetros. Presostatos. Bomba engrasadora. Juegos de llaves fijas. Llaves inglesas. Llaves de grifa. Densímetro. Otras herramientas manuales. Tomamuestras.

Productos y resultados:

Rocas (áridos), minerales y otros materiales clasificados por vía seca y por vía húmeda con la granulometría y calidad requerida como productos intermedios o comerciales. Gravas, arenas y placeres lavados, con la granulometría y calidad requerida para constituir productos de mercado.

Información utilizada o generada:

Manuales de procedimientos internos de la organización. Documentación técnica del fabricante de los equipos. Instrucciones de trabajo orales o escritas.

Información preventiva. Fichas técnicas. Esquemas de las instalaciones y equipos. Planes de mantenimiento. Normativa aplicable de seguridad e higiene. Normativa aplicable de protección medioambiental. Normas técnicas de muestreo. Manual de calidad. Especificaciones técnicas de productos. Pedidos de material. Información generada por el sistema informático de control del proceso. Registro de producciones clasificadas. Partes de incidencias. Fichas de trabajo. Hojas de control.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 4: CONCENTRAR MINERALES

Nivel: 2

Código: UC0424\_2

Realizaciones profesionales y criterios de realización:

RP1: Efectuar la concentración de minerales por métodos gravimétricos, separándolos del estéril, para la obtención de productos comerciales, de acuerdo a los requerimientos de calidad de mercado, siguiendo las disposiciones internas de trabajo y la normativa aplicable de seguridad y protección medioambiental.

CR1.1 El funcionamiento de los clasificadores hidráulicos y neumáticos, cajas pulsatorias (cribas hidráulicas), cribas (de émbolo lateral, con lecho o cama filtrante, de tamiz fijo o móvil), hidrociclones, espirales, mesas de sacudidas y tambores de medios densos se controla, siguiendo las especificaciones técnicas aplicables a cada equipo y actuando sobre sus dispositivos de regulación para corregir las anomalías observadas.

CR1.2 La amplitud de vibración de las cajas de lavado se ajusta, de acuerdo con el tipo de material que reciben, facilitando su transporte y separación, regulando el espesor del lecho filtrante y la tasa de evacuación de productos a través de la altura de paso del sistema de pasa-compuerta.

CR1.3 Los parámetros de funcionamiento de las mesas de sacudidas se regulan dependiendo del mineral a tratar, modificándose en función del análisis de los concentrados, mixtos y estériles obtenidos.

CR1.4 La carga que alimenta el tambor de medios densos se criba, evitando el paso de tamaños superiores a los previstos y conservando las proporciones de magnetita y ferrosilicio, según la densidad requerida, para separar concentrados, mixtos y estériles.

CR1.5 La magnetita se recupera, en separadores magnéticos, para su reinserción o reciclado en el circuito, siguiendo los procedimientos de trabajo establecidos para este proceso.

CR1.6 Las muestras de medios densos se toman sistemáticamente, examinándolas y efectuando correcciones para mantener sus densidades dentro de los valores establecidos en la documentación técnica del proceso.

CR1.7 La aportación de agua a los circuitos de separación gravimétrica se regula en función de la información obtenida en ensayos de densidad de sólidos en pulpas o de medios densos, para asegurar el funcionamiento del proceso.

CR1.8 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de clasificadores hidráulicos y neumáticos, cajas pulsatorias (cribas hidráulicas), cribas (de émbolo lateral, con lecho o cama filtrante, de tamiz fijo o móvil), hidrociclones, espirales, mesas de sacudidas y tambores de medios densos se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP2: Efectuar la concentración de minerales por flotación, separándolos del estéril para la obtención de productos comerciales de acuerdo a los requerimientos de calidad de mercado, siguiendo las disposiciones internas de trabajo y cumpliendo la normativa aplicable de seguridad.

CR2.1 Los parámetros de funcionamiento de acondicionadores, alimentadores de reactivos y cilindros de celdas de flotación se controlan siguiendo los procedimientos de trabajo específicos de cada equipo, comunicando a la persona responsable las anomalías detectadas.

CR2.2 La pulpa se acondiciona con la dosificación adecuada de reactivos químicos colectores, espumantes o, en su caso, depresores, para alcanzar la flotación de los minerales finos, obteniéndose la separación prevista del mineral.

CR2.3 La disposición de los circuitos se realiza mediante la distribución de las celdas de desbaste, barrido y afino, establecida en la documentación técnica del fabricante del sistema, para lograr la recuperación del mineral.

CR2.4 Los concentrados independientes se obtienen mediante flotación diferencial de pulpas con minerales complejos, utilizando los reactivos activadores o depresores apropiados, y dejando en los relaves las otras especies deprimidas.

CR2.5 Los parámetros del proceso de concentración de minerales por flotación se controlan sistemáticamente, utilizando tomamuestras automáticos y analizadores continuos o de sistemas de supervisión y control automatizado de nivel de pulpa, control de flujo, monitorización de pH, regulación de soplador centrífugo y otras variables.

CR2.6 El proceso se regula, aplicando en su caso, correcciones de sus parámetros, en función de los resultados de los análisis de muestras, variando las dosificaciones de los reactivos o las subaireaciones de las celdas.

CR2.7 El funcionamiento de las bombas de lodos para trasiego entre las distintas líneas de circuito (de los concentrados a los tanques previos al filtrado y de los estériles a los tanques espesadores) se regula, verificando que los caudales de recirculación siguen las instrucciones técnicas del fabricante.

CR2.8 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de los equipos de planta de flotación, se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP3: Efectuar la concentración de minerales por lixiviación, biooxidación, oxidación a presión y separación magnética para la obtención de productos comerciales o intermedios de acuerdo a los requerimientos de calidad de mercado o establecidos

por la dirección de producción, siguiendo las disposiciones internas de trabajo y cumpliendo la normativa aplicable de seguridad.

CR3.1 El funcionamiento de los procesos de lixiviación, biooxidación y oxidación a presión se controlan, siguiendo las especificaciones técnicas del fabricante de los equipos de procesado, registrando y comunicando las anomalías observadas a la persona responsable.

CR3.2 Los valores de densidad y caudal se regulan, variando los parámetros de alimentación en función de las lecturas de los instrumentos de medición.

CR3.3 Las bombas de trasiego de la pulpa y los reactivos se revisan periódicamente, comprobando que funcionan de acuerdo con las especificaciones técnicas del fabricante.

CR3.4 La regulación del proceso se corrige en función de los resultados de análisis de muestras, variando las dosificaciones y los parámetros de operación.

CR3.5 Los parámetros de funcionamiento en la biooxidación (presión, concentración de oxígeno, pH), se regulan, comprobando que estén dentro de los límites especificados en la documentación técnica del proceso.

CR3.6 Los parámetros de funcionamiento en la oxidación a presión (presión, concentración de oxígeno, pH), se regulan, comprobando que estén dentro de los límites especificados en la documentación técnica del proceso.

CR3.7 Los valores de intensidad de campo magnético y alimentación de los separadores magnéticos (de tambor o de banda) se establecen, en función de las propiedades magnéticas de los minerales a separar, ajustándolos según las especificaciones técnicas del fabricante y registrando las anomalías detectadas.

RP4: Realizar el espesado de las pulpas para efectuar una primera separación de agua, obteniendo un producto con la densidad requerida para la siguiente etapa del proceso, siguiendo las disposiciones internas de trabajo y cumpliendo la normativa aplicable de seguridad.

CR4.1 El giro de las paletas del tanque espesador se regula en función de la carga que recibe, evitando que se asiente demasiado la pulpa y facilitando la descarga.

CR4.2 El funcionamiento del clarificador de lamelas se controla, observando que el agua que rebosa esté clarificada.

CR4.3 Los parámetros de funcionamiento del tanque y de las bombas de diafragma se ajustan en función a la densidad de la pulpa a espesar.

CR4.4 Los floculantes se aplican con la dosificación establecida en función del caudal de pulpa recibido en el tanque, para obtener conglomerado resultante con las propiedades requeridas en la documentación técnica del proceso.

CR4.5 La potencia eléctrica absorbida por los equipos de bombeo de diafragma y de lodos se verifica, comprobando las medidas de los indicadores o la información obtenida a partir del sistema de supervisión y control, para garantizar

que se mantienen dentro de los límites de funcionamiento establecidos por el fabricante de los equipos.

CR4.6 La formación de las balsas de lodos se controla actuando sobre la posición de los puntos de descarga para alcanzar una distribución uniforme de materiales, e interrumpiendo el aporte de lodos, en su caso, para evitar rebose.

CR4.7 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de los equipos de espesado (tanques espesadores, clarificadores de lamelas, bombas de diafragma) se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

RP5: Efectuar el proceso de filtrado y secado de los materiales para la obtención de productos con grado de humedad aceptable para la comercialización o almacenamiento, de acuerdo a los requerimientos de calidad de mercado, siguiendo las disposiciones internas de trabajo y cumpliendo la normativa aplicable de seguridad y protección medioambiental.

CR5.1 El funcionamiento del filtro se controla, vigilando el grado de vacío y la existencia de posibles daños en la tela, manteniendo estos parámetros dentro de los límites requeridos para la obtención de una torta del espesor establecido en la planificación de la producción.

CR5.2 La presión en los filtros prensa se controla de forma que se mantenga dentro de los límites de funcionamiento establecidos en las especificaciones técnicas del fabricante del equipo.

CR5.3 El contenido de humedad de la torta se adecúa actuando sobre los parámetros de control del equipo, para obtener un producto con las propiedades establecidas en la planificación de producción y en el menor tiempo de secado posible, respetando los límites de funcionamiento del equipo.

CR5.4 El producto de salida del filtro (la torta), se recoge, pesándolo con una báscula integradora para el registro de la cantidad y depositándolo en un lugar de almacenamiento.

CR5.5 El aporte de aire caliente al secador rotatorio se ajusta en temperatura y caudal, según el tipo de material a secar, controlando sistemáticamente el contenido de humedad y evitando un secado excesivo, respetando unos valores preestablecidos.

CR5.6 Las operaciones de mantenimiento de primer nivel de los equipos de (filtro de vacío, filtros prensa, secador rotatorio), se realizan según los manuales técnicos del fabricante y las condiciones de utilización.

Contexto profesional:

Medios de producción:

Analizadores continuos. Equipos de toma de muestras. Báscula integradora. Cribas de sacudidas, de diafragma, neumáticas y pulsatorias. Clasificadores hidráulicos y neumáticos. Cribas de émbolo lateral. Cribas con lecho o cama filtrante. Cribas de tamiz fijo o móvil. Cajas de lavado. Hidrociclones. Espirales.

Alimentadores. Tambores de medios densos. Dosificadores. Densímetros. Mesas de sacudidas. Acondicionadores. Lechos filtrantes. Sistemas pasa-compuerta. Separador magnético. Soplador centrífugo. Tanque espesador. Clarificador de lamelas. Equipos de procesado lixiviación, biooxidación y oxidación a presión. Alimentadores de reactivos. Celdas de flotación. Celdas de desbaste, barrido y afino. Reactivos químicos colectores, espumantes, activadores y depresores. Floculantes. Filtro prensa. Filtro de vacío. Telas de filtrado. Secador rotatorio. Bombas de agua limpia. Bombas de lodos. Bombas de diafragma. Conducciones de agua y de lodos. Sistemas de protección colectiva (barandillas, paradas de emergencia, protecciones de elementos móviles, otros). Equipos de protección individual (casco, guantes, protección auditiva, calzado de seguridad, otros). Pupitre y panel de mando. Paneles de control. Sistemas de supervisión y control. Bomba engrasadora. Juegos de llaves fijas. Juego de llaves inglesas. Llaves de grifa. Otras herramientas manuales.

Productos y resultados:

Concentrados de mineral obtenidos por métodos gravimétricos. Concentrados de mineral o carbones de distintas granulometrías y calidades obtenidos por flotación. Concentrados de mineral obtenidos por los métodos de lixiviación, biooxidación, oxidación a presión y separación magnética flotación. Espesado de pulpas realizado. Material filtrado y seco.

Información utilizada o generada:

Manuales de procedimientos internos de la organización. Documentación técnica del fabricante de los equipos. Documentación técnica de sistemas de tratamiento mineral. Instrucciones de trabajo orales o escritas. Información preventiva. Fichas técnicas. Esquemas de las instalaciones y equipos. Normativa aplicable de seguridad e higiene. Normativa aplicable de protección medioambiental. Normas técnicas de muestreo. Manual de calidad. Especificaciones técnicas de productos, tolerancias. Pedidos de material. Plan de Autoprotección. Información generada por el sistema informático de control del proceso. Partes de incidencias. Fichas de trabajo. Hojas y gráficos de control. Registro de producciones clasificadas. Partes de expedición. Hojas y gráficos de control.

**MÓDULO FORMATIVO 1: OPERACIÓN Y CONTROL DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERALES, ROCAS Y OTROS MATERIALES**

Nivel: 2

Código: MF0421\_2

Asociado a la UC: Operar y controlar plantas de tratamiento de minerales, rocas y otros materiales

Duración: 150 horas

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Aplicar los procedimientos técnicos de recepción y almacenamiento de materiales, desarrollando las operaciones de pesaje y organización de los materiales recibidos y producidos.



CE1.1 Clasificar los tipos de materiales que se reciben en una planta, identificando sus propiedades y procedencia.

CE1.2 Precisar los procedimientos de pesada de vehículos o vagones, indicando cómo se realiza el tarado de la báscula.

CE1.3 Detallar los métodos de toma de muestras de material en la recepción, indicando las herramientas utilizadas y las precauciones para evitar alteraciones de la muestra.

CE1.4 Organizar la descarga de materiales, el apilado y formación de lotes, situando cada tipo de material en su espacio reservado.

CE1.5 Detallar la secuencia de alimentación de los circuitos, indicando las proporciones en que se debe mezclar cada tipo de material para obtener un determinado producto.

CE1.6 Organizar el almacenamiento de productos finales, identificando los distintos sistemas de almacenamiento e indicando la forma de controlar el nivel de llenado.

CE1.7 Ejemplificar el funcionamiento de alimentadores y dosificadores, relacionándolo con su regulación y los aspectos a revisar de forma periódica.

CE1.8 En un supuesto práctico de recepción de materiales en planta, recibidos en camiones con distintas propiedades y procedencias:

- Aplicar el procedimiento de tarado de la báscula, a partir de unas especificaciones técnicas del fabricante.
- Pesar materiales transportados en vehículo de carretera, operando una báscula para camiones.
- Tomar muestras de materiales, en la recepción de los mismos.
- Acopiar los materiales formando montones en los espacios reservados para cada tipo y comprobando que son acopiados en lugares exentos de cualquier contaminación.
- Aplicar la secuencia de alimentación de la planta, mezclando los materiales en la proporción especificada.
- Aplicar el procedimiento de llenado de tolvas de almacenamiento, controlando los niveles.
- Cubrir un parte de movimiento de materiales, registrando el movimiento de materiales.

C2: Explicar el control de flujo de materiales en seco, materiales en suspensión, pulpas y residuos, detallando los métodos aplicados a cada forma de tratamiento.

CE2.1 Describir el sistema de aire comprimido de plantas de tratamiento y beneficio, identificando cada uno de sus componentes y su finalidad.



CE2.2 Describir el sistema de suministro de agua en las plantas de tratamiento y beneficio, identificando cada uno de sus componentes y su finalidad.

CE2.3 Indicar los parámetros de control de los equipos de bombeo de lodos, explicando el funcionamiento de distintos tipos de bombas.

CE2.4 Indicar los parámetros de control del circuito de aguas, explicando los procedimientos de control de caudales y reposición de pérdidas.

CE2.5 Explicar los procedimientos de tratamiento de aguas residuales, describiendo los fundamentos de formación y mantenimiento de balsas de lodos, tratamientos de purificación sencillos y reutilización de agua en ciclo cerrado.

CE2.6 Precisar los procedimientos de tratamiento de aguas residuales, desarrollando los fundamentos de formación y mantenimiento de balsas de lodos, tratamientos de purificación sencillos y reutilización de agua en ciclo cerrado.

CE2.7 Describir los sistemas de control de polvo, explicando el funcionamiento de captadores de polvo y sistemas de pulverización de soluciones acuosas.

CE2.8 Indicar los tipos de residuos producidos en las plantas de tratamiento y beneficio, clasificándolos y determinando las medidas de gestión.

CE2.9 En un supuesto práctico de interpretación de funcionamiento de una planta, a partir de la documentación técnica del fabricante y el diagrama de flujo del proceso:

- Interpretar el diagrama de flujo, identificando entradas de material, procesos y salidas de productos.
- Dibujar el esquema de red de aire comprimido, identificando cada uno de sus elementos.
- Dibujar el esquema del suministro de agua, identificando los puntos de instalación de bombas.
- Delinear el esquema de bombeo de lodos, representando todos los elementos.
- Extraer la información básica acerca del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Clasificar los residuos generados, identificando los tóxicos y peligrosos y determinando las medidas especiales de gestión.

C3: Describir la operación de plantas de tratamiento de minerales, rocas y otros materiales, estableciendo los parámetros a controlar y explicando el funcionamiento de los sistemas de regulación manual y automatizada.

CE3.1 Organizar la secuencia de puesta en marcha de la planta, secuenciando el arranque de cada equipo en función de los esquemas de diseño de la planta.

CE3.2 Detallar las posibles incidencias en el funcionamiento de la planta que pueden dar lugar a una parada de emergencia, indicando las medidas a llevar a cabo para solucionarlas y verificar su efectividad.

CE3.3 Precisar los métodos de toma de muestras de material en diversos puntos del circuito, indicando las herramientas utilizadas y la precauciones para evitar alteraciones de la muestra.

CE3.4 Explicar los fundamentos de control de parámetros de funcionamiento con varios sistemas, interfaces de usuario, tipo HMI (Interfaz Hombre Máquina o Sistemas), SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

CE3.5 Explicar los procedimientos de gestión de alarmas, identificando sus causas, forma de presentación, protocolos de actuación que se aplican en cada caso.

CE3.6 Explicar el funcionamiento de las interfaces de operador de planta, relacionando los parámetros que presentan con los sensores situados en cada punto del proceso e interpretando los gráficos de control o datos numéricos mostrados en paneles digitales.

CE3.7 Indicar los sistemas de protección colectiva en plantas de tratamiento y beneficio, relacionándolas con los riesgos de los que protegen a los operadores y las condiciones que garantizan su funcionalidad.

CE3.8 En un supuesto práctico de operación de planta de tratamiento y beneficio, dotada de un control automatizado de proceso con interfaces HMI:

- Aplicar la secuencia de arranque de la planta, según esquema de arranque.
- Operar los distintos equipos variando sus parámetros en modo manual.
- Transferir el control de la planta al ordenador, pasando a modo automático.
- Interpretar de forma inequívoca diversos avisos de error o datos de producción.
- Aplicar la secuencia de parada de la planta, debida a un imprevisto.
- Identificar los sistemas de protección colectiva de la planta, señalándolos en la propia instalación.

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

C1 respecto a CE1.8; C3 respecto a CE3.8.

Otras capacidades:

Cumplir con las normas de producción fijadas por la organización.

Demstrar cierta autonomía en la resolución de pequeñas contingencias relacionadas con su actividad.

Reconocer el proceso productivo de la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos así como a situaciones o contextos nuevos.

Respetar los procedimientos y normas internas de la organización.

Contenidos:

## 1. Recepción y almacenamiento de materiales

Materiales: tipos, propiedades (masa, densidad y otras).

Equipos de pesada continua: tipos, procedimiento de pesaje; Básculas; Calibración de báscula.

Muestreo; Medida e instrumentación; Calibración de la instrumentación; Campo de medida, escalas y precisión.

Organización de materiales; Acopios; Protección contra arrastres.

Alimentación de circuitos: Alimentadores, Dosificadores; Sistemas de regulación.

Almacenamiento de productos finales: Tolvas, pilas, silos; Niveles de llenado.

## 2. Control de flujo de materiales

Sistemas de aire comprimido; Compresores; Conducciones: tipos, montaje; Conexiones a equipos.

Suministro de agua en plantas; Bombas; Conducciones: tipos, montaje.

Instrumentación de control de caudales; Mecanismos de reposición de pérdidas de agua; Detección de fugas.

Bombeo de lodos; Propiedades de los lodos; Bombas.

Tratamiento de aguas residuales; Decantación; Filtrado; Otros sistemas de limpieza de sólidos en suspensión; Floculantes; Circuitos de agua en ciclo cerrado.

Medidores de densidad: sólidos, líquidos y en gases; La influencia de la temperatura.

Medidores de pH; Tipos.

Polvo en suspensión; Riesgos para la salud; Sistemas de control de polvo en suspensión.

Captadores de polvo; Sistemas de pulverización de agua.

## 3. Operación de plantas de tratamiento y beneficio de minerales, rocas y otros materiales

Comprobaciones previas; Puesta en marcha de la planta.

Identificación de instrumentos; Símbolos; Diagramas de flujo.

Sistemas de alarma y funcionamiento; Incidencias en la planta; Parada de emergencia; Alarmas, causas y protocolos de actuación.

Elementos de control: detectores, transmisor-convertidor, controlador, entre otros; Identificación de las principales variables a controlar en un proceso determinado.

Dosificadores: Tipos, Calibración; Analizadores continuos.

Sistemas de control; Control de procesos de tratamiento mediante herramientas informáticas; Nociones sobre sistemas de control mediante autómatas programables.

Interfaces; Parámetros de control; Presentación de datos; Indicadores; Analizadores.

Sistemas de protección colectiva de plantas de tratamiento y beneficio; Resguardos y cerramientos.

Sistemas de parada de tipo «tirón».

Parámetros de contexto de la formación:

Espacios e instalaciones:

Los espacios e instalaciones darán respuesta, en forma de aula, aula-taller, taller de prácticas, laboratorio o espacio singular, a las necesidades formativas, de acuerdo con el Contexto Profesional establecido en la Unidad de Competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, salud laboral, accesibilidad universal, diseño universal o diseño para todas las personas y protección medioambiental.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la operación y control de plantas de tratamiento de minerales, rocas y otros materiales, que se acreditará mediante las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica, Diplomatura o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 1 año en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

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

**MÓDULO FORMATIVO 2: TRITURACIÓN Y MOLIENDA DE MINERALES, ROCAS Y OTROS MATERIALES**

Nivel: 2

Código: MF0422\_2

Asociado a la UC: Triturar, moler y micronizar los minerales, rocas y otros materiales

Duración: 120 horas

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Describir el funcionamiento de la maquinaria de trituración primaria para reducir el tamaño del material bruto, relacionando los parámetros de control del proceso con la calidad de producto a obtener, indicando las medidas de seguridad aplicables.

CE1.1 Distinguir los distintos tipos de máquinas de trituración primaria, identificando quebrantadoras, machacadoras y trituradoras.

CE1.2 Identificar los parámetros básicos de funcionamiento de sistemas de trituración primaria, relacionándolos con el tamaño del material de salida.

CE1.3 Explicar el control de alimentación de trituradoras primarias, relacionándolo con el nivel de las tolvas, el tipo de alimentador (placas, vaivén, vibradores), la velocidad de alimentación y los sistemas de regulación de la trituradora (apertura de la boca de alimentación, regulación de la posición de las placas de impacto).

CE1.4 Explicar la operación de trituradoras primarias en control manual a partir de un panel de mandos, identificando la secuencia de arranque, las acciones de aviso y los prerequisites para el arranque.

CE1.5 Presentar los parámetros de funcionamiento relacionándolos con las anomalías en la máquina, identificando sus posibles causas.

CE1.6 Describir el procedimiento de eliminación de atascos en la trituradora provocados por bloques de gran tamaño, explicando cómo se efectúa con medios mecánicos o manuales.

CE1.7 Describir los sistemas de eliminación de cuerpos metálicos intriturbables, explicando su funcionamiento.

CE1.8 En un supuesto práctico de inspección y mantenimiento de primer nivel de máquinas de trituración primaria, según manual de funcionamiento del equipo:

- Inspeccionar los puntos de engrase, niveles de líquidos, a partir de indicadores.
- Verificar las presiones de circuitos hidráulicos y de aire comprimido, utilizando manómetros integrados en los circuitos.
- Verificar el grado de desgaste de las placas de revestimiento y piezas sometidas a desgaste, decidiendo si deben ser sustituidas.

C2: Explicar el funcionamiento de los sistemas de transporte continuo de materiales, identificando sus componentes y dispositivos de seguridad.

CE2.1 Ejemplificar los fundamentos del transporte con cinta, describiendo sus características y funcionamiento.

CE2.2 Reconocer los tipos más frecuentes de anomalías en el funcionamiento de cintas transportadoras, identificando sus causas y medidas correctoras.

CE2.3 Describir la operación de sistemas de transporte con cinta, identificando la secuencia de arranque, las acciones de aviso.

CE2.4 Indicar los controles a llevar a cabo en la descarga, describiendo las acciones para asegurar una alimentación continua y homogénea e identificando las funciones de los rascadores, frenos y dispositivos anti-retorno.

CE2.5 Ejemplificar los fundamentos del transporte de material en suspensión (neumático e hidráulico), describiendo las características y funcionamiento de los equipos e instalaciones.

CE2.6 Describir las principales operaciones de mantenimiento de primer nivel de cintas transportadoras, transportadores hidráulicos y transportadores neumáticos, explicando las tareas de inspección y describiendo un plan de mantenimiento de cintas tipo.

CE2.7 Identificar los riesgos más importantes en la operación de cintas transportadoras, relacionándolas principalmente con las medidas de protección colectiva que incorporan los sistemas de cintas.

CE2.8 En un supuesto práctico de inspección y mantenimiento de primer nivel de cintas transportadoras, según manual de funcionamiento del sistema:

- Cambiar aceites, comprobando sus niveles.
- Ejecutar las acciones básicas de mantenimiento (inspeccionar, reponer líquidos y efectuar comprobaciones) de reductores, embragues hidráulicos y otros mecanismos conforme a lo indicado en el manual.
- Limpiar la banda, los rodillos y los tambores, eliminando posibles roces.

C3: Describir el funcionamiento de la maquinaria de trituración secundaria relacionando los parámetros de control del proceso con la calidad de producto a obtener, indicando las medidas de seguridad aplicables.

CE3.1 Distinguir los distintos tipos de máquinas de trituración secundaria, identificando trituradoras, molinos cilíndricos y molinos de impactos.

CE3.2 Identificar los parámetros básicos de funcionamiento de sistemas de trituración secundaria, indicando los límites de funcionamiento habituales.

CE3.3 Explicar el control de alimentación de trituradoras secundarias, relacionado el nivel de las tolvas, tipos de alimentadores y la apertura de la boca de alimentación, con los requisitos de alimentación continua.

CE3.4 Describir los medios de control granulométrico del material procesado en equipos de trituración secundaria, explicando los métodos de toma de muestras y su relación con el control de calidad del producto.

CE3.5 Precisar los medios de control granulométrico del material procesado en equipos de trituración secundaria, desarrollando los métodos de toma de muestras y su relación con el control de calidad del producto.

CE3.6 Referir el funcionamiento de sistemas en ciclo cerrado, señalando el problema que plantea la remolienda, su detección y la regulación de parámetros para evitarla.

CE3.7 Identificar las principales variables de funcionamiento de trituradoras y molinos, definiendo sus límites de funcionamiento normal y los requisitos de vigilancia.

CE3.8 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel equipos de trituración secundaria, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE3.9 En un supuesto práctico de operación de una trituradora secundaria, para la obtención de un producto de granulometría determinada en unas instrucciones de trabajo:

- Aplicar la secuencia de puesta en marcha de la máquina, verificando que la tolva de alimentación esté llena.

- Ajustar la apertura de la boca de alimentación, y la velocidad de alimentación para un óptimo funcionamiento de la trituradora.

- Aplicar los procedimientos de control granulométrico del material procesado, mediante toma de muestras.

- Resolver posibles problemas de remolienda, detectándolos y ajustando los parámetros de funcionamiento.

- Verificar en continuo que los parámetros de funcionamiento se encuentran dentro de los límites de funcionamiento normal, interpretando los datos presentándolos en los indicadores del panel de mando.

C4: Explicar la operación de diversos tipos de molinos, relacionando los parámetros de control del proceso con la calidad de producto a obtener, aplicando las medidas de seguridad.

CE4.1 Distinguir los distintos tipos de molinos, describiendo las características de los molinos de bolas y de los molinos de barras y describiendo los equipos auxiliares.

CE4.2 Identificar los parámetros básicos de funcionamiento de molinos, indicando los límites de funcionamiento habituales.

CE4.3 Detallar el control de alimentación de molinos, relacionado el caudal de alimentación con la velocidad de la bomba de pulpa o la regulación de dos dispositivos de alimentación.

CE4.4 Describir los medios de control de propiedades de la pulpa procedente de los clasificadores de rastrillos, explicando los métodos de toma de muestras o inspección visual y su relación con los requisitos de funcionamiento establecidos por los principales fabricantes.



CE4.5 Identificar las principales variables de funcionamiento de los molinos y clasificadores, definiendo sus límites de funcionamiento normal y los requisitos de vigilancia.

CE4.6 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel de los equipos de molienda, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE4.7 En un supuesto práctico de operación de un molino de bolas con clasificador, para la obtención de una pulpa de propiedades especificadas en unas instrucciones de trabajo:

- Aplicar la secuencia de puesta en marcha de la máquina, verificando el aporte de caudal suficiente por la bomba de pulpa.

- Regular el aporte de material, actuando sobre la velocidad de la bomba de pulpa o parámetros del dispositivo alimentador.

- Aplicar los procedimientos de control de propiedades del producto, mediante inspección visual de la pulpa.

- Verificar en continuo que los parámetros de funcionamiento se encuentran dentro de los límites de operación normal, interpretando los datos presentados en los indicadores del panel de mando.

C5: Explicar la operación de micronizadores, para la obtención de un producto final, relacionando los parámetros de control del proceso con la calidad de producto de mercado, indicando las medidas de seguridad aplicables.

CE5.1 Distinguir los distintos tipos micronizadores, describiendo las características de molinos pendulares, de impactos y de alta presión de aire.

CE5.2 Identificar los parámetros básicos de funcionamiento de micronizadores, indicando los límites de funcionamiento habituales.

CE5.3 Detallar el control de alimentación de micronizadores, relacionado el caudal de alimentación con la velocidad del aire de alimentación.

CE5.4 Identificar las principales variables de funcionamiento de los micronizadores, definiendo sus límites de funcionamiento normal y los requisitos de vigilancia.

CE5.5 Describir los medios de control granulométrico del material procesado en micronizadores, explicando los métodos de toma de muestras y su relación con el control de calidad del producto.

CE5.6 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel de micronizadores, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE5.7 En un supuesto práctico de operación de un micronizador de alta presión de aire, para la obtención de una pulpa de propiedades especificadas en unas instrucciones de trabajo:

- Aplicar la secuencia de puesta en marcha de la máquina, verificando el aporte de caudal suficiente de aire.
- Regular el aporte de material, actuando sobre la velocidad del aire de alimentación.
- Aplicar los procedimientos de control granulométrico del material procesado, mediante toma de muestras.
- Verificar en continuo que los parámetros de funcionamiento se encuentran dentro de los límites de funcionamiento normal, interpretando los datos presentados en los indicadores del panel de mando.

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

C1 respecto a CE1.8; C2 respecto a CE2.8; C3 respecto a CE3.9; C4 respecto a CE4.7; C5 respecto a CE5.7.

Otras capacidades:

Cumplir con las normas de producción fijadas por la organización.

Demostrar cierta autonomía en la resolución de pequeñas contingencias relacionadas con su actividad.

Reconocer el proceso productivo de la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos así como a situaciones o contextos nuevos.

Respetar los procedimientos y normas internas de la organización.

Contenidos:

## 1. Trituración primaria

Técnicas de fragmentación.

Equipos e instalaciones de trituración primaria: Tipos, características y modo de funcionamiento; Quebrantadoras, trituradoras primarias y machacadoras.

Parámetros de control de funcionamiento de trituradoras primarias: Regulación.

Tipos de alimentados en trituración primaria; Bloques de gran tamaño: Trituración previa, métodos.

Controles de alimentación de trituradoras primarias; Panel de control de trituradoras primarias; Secuencia de arranque; Indicadores.

Producto de salida; Regulación de la abertura de la boca de las trituradoras.

Comprobaciones previas a los arranques; Avisos de avería; Solución de incidencias; Detección de atascos: Causas, Eliminación de atascos.

Separadores electromagnéticos; Separación de metales.

Operaciones de mantenimiento de trituradoras primarias; Operaciones previas al mantenimiento: desconexión de fuentes de energía, enclavamientos, dispositivos de seguridad; Revisión de motores y sistemas de transmisión; Dispositivos de parada y accionamiento; Revisión de estados de estructuras de soporte y elementos metálicos; Sistemas neumáticos e hidráulicos: Desgastes, Procedimientos de sustitución de placas y piezas; Placas de desgaste.

## 2. Transporte en plantas de tratamiento

Equipos e instalaciones de transporte continuo en plantas; Sistemas de montaje; Cintas transportadoras; Funcionamiento de sistemas de transporte con cinta; Esquemas de circuitos de transporte con cinta; Reenvíos.

Anomalías de funcionamiento de cintas transportadoras: fallos en los sistemas de parada de emergencia, desgastes, roturas, deslizamientos, descentrado y desvíos de banda; Rotura de rodillos; Detección y actuaciones en situaciones de anomalía de funcionamiento.

Sistemas de descarga sobre cinta: Funcionamiento; Elementos auxiliares: rascadores, frenos y dispositivos antirretorno.

Operaciones de mantenimiento de cintas transportadoras: operaciones previas al mantenimiento, desconexión de fuentes de energía, enclavamientos, dispositivos de seguridad; Revisión de motores y sistemas de transmisión; Dispositivos de parada y accionamiento; Dispositivos de seguridad; Revisión de estados de rodillo, cinta y soportes.

Transportadores hidráulicos y neumáticos; Sistema de bombeo: Tipos, características y modo de funcionamiento.

Sistemas de protección colectiva en cintas: paradas de emergencia de tipo tirón y otros, resguardos, protección de partes móviles.

Funcionamiento de sistemas de transporte hidráulico y neumáticos; Fundamentos del transporte de materiales en suspensión. Esquemas de circuitos de transportadores hidráulicos y neumáticos.

Equipos auxiliares: Alimentadores, Dosificadores.

## 3. Trituración secundaria

Equipos e instalaciones de trituración secundaria; Trituradoras secundarias: Tipos, características y modo de funcionamiento; Parámetros de control de funcionamiento de trituradoras secundarias: Regulación.

Tipos de alimentados en trituración secundaria.

Controles de alimentación de trituradoras secundarias: Tolvas, control de niveles; Alimentación continua.

Producto de salida; Regulación de la abertura de la boca de las trituradoras; Calidad de producto de salida; Interpretación de especificaciones de producto; Granulometría; Procedimientos de muestreo y control.

Especificaciones de funcionamiento de trituradoras secundarias; Límites de los equipos; Indicadores; Vigilancia de parámetros.

Operación de trituradoras secundarias en ciclo cerrado; Remolienda.

Operaciones de mantenimiento de trituradoras secundarias; Operaciones previas al mantenimiento: desconexión de fuentes de energía, enclavamientos, dispositivos de seguridad; Revisión de motores y sistemas de transmisión; Dispositivos de parada y accionamiento; Revisión de estados de estructuras de soporte y elementos metálicos; Sistemas neumáticos e hidráulicos; Desgastes; Procedimientos de sustitución de placas y piezas; Placas de desgaste.

#### 4. Molienda

Técnicas de molienda: Molienda por vía húmeda, molienda por vía seca.

Equipos e instalaciones; Molinos: Tipos, características y modo de funcionamiento.

Especificaciones de funcionamiento de molinos de bolas y molinos de barras; Límites de los equipos; Indicadores; Vigilancia de parámetros.

Controles de alimentación de molinos; Bombas de pulpa; Regulación de caudal.

Técnicas de medición de los parámetros de control; Caudales.

Densidades de pulpa; Calidad de producto de salida; Interpretación de especificaciones de producto; Granulometría; Procedimientos de muestreo y control; Inspección visual.

Operaciones de mantenimiento de molinos; Operaciones previas al mantenimiento: desconexión de fuentes de energía, enclavamientos, dispositivos de seguridad; Revisión de motores y sistemas de transmisión; Dispositivos de parada y accionamiento; Revisión de estados de estructuras de soporte y elementos metálicos; Sistemas neumáticos e hidráulicos; Desgastes; Procedimientos de sustitución de placas y piezas; Barras y bolas.

#### 5. Micronización

Técnicas de micronización.

Equipos e instalaciones; Micronizadores: Tipos, características y modo de funcionamiento.

Controles de alimentación de micronizadores; Sistemas de impulsión de aire; Regulación de caudal de aire.

Especificaciones de funcionamiento de micronizadores; Límites de los equipos. Indicadores. Vigilancia de parámetros; Técnicas de medición de los parámetros de control.

Calidad de producto micronizado; Interpretación de especificaciones de producto; Granulometría; Procedimientos de muestreo y control.

Parámetros de contexto de la formación:

Espacios e instalaciones:

Los espacios e instalaciones darán respuesta, en forma de aula, aula-taller, taller de prácticas, laboratorio o espacio singular, a las necesidades formativas, de acuerdo con el Contexto Profesional establecido en la Unidad de Competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, salud laboral, accesibilidad universal, diseño universal o diseño para todas las personas y protección medioambiental.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y técnicas relacionados con la trituración, molienda y micronización de los minerales, rocas y otros materiales, que se acreditará mediante las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica, Diplomatura o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 1 año en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

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

### MÓDULO FORMATIVO 3: CLASIFICACIÓN POR TAMAÑOS DE MINERALES, ROCAS Y OTROS MATERIALES

Nivel: 2

Código: MF0423\_2

Asociado a la UC: Clasificar minerales, rocas y otros materiales por tamaños

Duración: 90 horas

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Explicar los procedimientos de clasificación en seco de rocas, minerales y otros materiales, describiendo los equipos utilizados y sus sistemas de regulación y control.

CE1.1 Distinguir los distintos tipos de sistemas de clasificación en seco, identificando rejillas fijas o móviles, cribas de una o varias telas y trómeles, y las superficies filtrantes para los diferentes tamaños del material.

CE1.2 Detallar el funcionamiento de parrillas, rejillas, cribas mecánicas, cribas vibrantes y trómeles, estableciendo los sistemas y parámetros de regulación de cada equipo.

CE1.3 Especificar el proceso de alimentación de sistemas de clasificación por vía seca, desarrollando los pasos previos, de primera clasificación y escalpado.

CE1.4 Identificar los defectos más comunes en las telas de las cribas, indicando los efectos perjudiciales que podrían ocasionar en el proceso.

CE1.5 Identificar las principales variables de funcionamiento de equipos de cribado en seco, relacionándolas con las fracciones granulométricas a obtener en cada fase del proceso de cribado.

CE1.6 Detallar los medios de control granulométrico del material cribado por vía seca, desarrollando los procedimientos de toma de muestras y su relación con el control de calidad del producto.

CE1.7 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel de los equipos de clasificación por vía seca, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE1.8 En un supuesto práctico de operación de una planta de tratamiento y beneficio de minerales y rocas, con equipos de clasificado por vía seca, y unas especificaciones técnicas de producto a obtener:

- Interpretar las especificaciones técnicas del producto, señalando las fracciones granulométricas a obtener.

- Realizar una primera clasificación, retirando materiales extraños no pétreos.

- Inspeccionar las telas de las cribas, identificando posibles defectos y adecuación a la granulometría de material a obtener.

- Aplicar el procedimiento de escalpado, ajustando la inclinación de las parrillas en función del tipo de material.

- Ejecutar la secuencia de puesta en marcha de la maquinaria, comprobando el funcionamiento de todos los sistemas.

- Ajustar las variables de funcionamiento de los equipos, adaptándolos al tipo de producto.

- Aplicar las técnicas de control granulométrico del producto, verificando su adecuación a las especificaciones.

C2: Explicar los procedimientos de clasificación por vía húmeda de rocas, minerales y otros materiales, describiendo los equipos utilizados y sus sistemas de regulación y control.

CE2.1 Distinguir los distintos tipos de sistemas de clasificación por vía húmeda, identificando hidroclasificadores, espirales, cribas de rejillas curvas, hidrociclones, clasificadores de rastrillos y de espiral.

CE2.2 Describir el funcionamiento de hidroclasificadores, espirales, cribas de rejillas curvas, hidrociclones, clasificadores de rastrillos y de espiral, estableciendo los sistemas y parámetros de regulación de cada equipo.

CE2.3 Describir el proceso de alimentación de sistemas de clasificación por vía húmeda, mediante regulación de caudal de fluido.

CE2.4 Describir los medios de control granulométrico del material clasificado por vía húmeda, explicando los procedimientos de toma de muestras y su relación con el control de calidad del producto.

CE2.5 Determinar los caudales de agua que es necesario aportar en cada punto del circuito, en función de las especificaciones del proceso.

CE2.6 Explicar las posibles anomalías en la alimentación de hidrociclones y espirales, indicando los medios de identificación y los ajustes para solucionarlas.

CE2.7 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel equipos clasificación por vía húmeda, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE2.8 En un supuesto práctico de operación de una planta de tratamiento y beneficio de minerales y rocas, con equipos de clasificado por vía húmeda, y unas especificaciones técnicas de producto a obtener:

- Interpretar las especificaciones técnicas del producto, señalando las fracciones granulométricas a obtener.

- Inspeccionar el estado de los hidroclasificadores, comprobando la ausencia de defectos en los rastrillos y otros elementos.

- Ejecutar la secuencia de puesta en marcha de la maquinaria, comprobando el funcionamiento de todos los sistemas.

- Aplicar el procedimiento de alimentación del equipo, regulando el caudal de fluido.

- Aportar agua al circuito, aportando el caudal necesario en cada punto de inyección.

- Ajustar las variables de funcionamiento de los equipos, adaptándolos al tipo de producto.

- Controlar los parámetros de funcionamiento de los equipos, reconociendo posibles anomalías.

- Aplicar las técnicas de control granulométrico del producto, verificando su adecuación a las especificaciones.

C3: Describir los procedimientos de lavado de gravas y placeres, especificando el tipo de maquinaria empleada, su operación y control.

CE3.1 Distinguir los distintos tipos de equipos de lavado, identificando cilindros lavadores, trómeles, ruedas de cangilones, norias, escurridores, hidrociclones, espirales y cribas.

CE3.2 Referir el funcionamiento de cilindros lavadores, trómeles, ruedas de cangilones, norias, escurridores, hidrociclones, espirales y cribas, estableciendo los sistemas y parámetros de regulación de cada equipo.



CE3.3 Indicar el funcionamiento de los medios de regulación del agua de alimentación, identificando válvulas de aporte e instrumentación de control.

CE3.4 Detallar la alimentación al trómel desenlodador, identificando los medios de aporte de todo-uno y agua.

CE3.5 Citar los defectos más comunes en las telas de las cribas, indicando los efectos perjudiciales que podrían ocasionar en el proceso.

CE3.6 Describir los medios de control granulométrico del material lavado y clasificado, explicando los procedimientos de toma de muestras y su relación con el control de calidad del producto.

CE3.7 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel equipos lavado, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE3.8 En un supuesto práctico de operación de una planta de tratamiento y beneficio de minerales y rocas, con dispositivos de lavado:

- Interpretar las especificaciones técnicas del producto, señalando las fracciones granulométricas a obtener y el grado de limpieza de los mismos.

- Ejecutar la secuencia de puesta en marcha de la maquinaria, comprobando el funcionamiento de todas las unidades del sistema (hidrociclones, espirales, tromel).

- Regular los parámetros de funcionamiento, interpretando los datos de la instrumentación de control de proceso y ejecutando las correcciones oportunas.

- Regular el caudal de agua aportado al trómel desenlodador, adaptando al grado de suciedad del material lavado.

- Aplicar las técnicas de control de las características del producto final, verificando su adecuación a las especificaciones.

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

C1 respecto a CE1.8; C2 respecto a CE2.8; C3 respecto a CE3.8.

Otras capacidades:

Cumplir con las normas de producción fijadas por la organización.

Demstrar cierta autonomía en la resolución de pequeñas contingencias relacionadas con su actividad.

Reconocer el proceso productivo de la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos así como a situaciones o contextos nuevos.

Respetar los procedimientos y normas internas de la organización.

Contenidos:

## 1. Clasificación por vía seca

Técnicas de clasificación por vía seca.

Equipos e instalaciones de clasificación por vía seca: Rejillas fijas o móviles, cribas de una o varias telas y trómeles, y las superficies filtrantes.

Funcionamiento de parrillas, rejillas, cribas mecánicas, cribas vibrantes y trómeles; Variables de funcionamiento de equipos de cribado en seco; Fracciones granulométricas; Parámetros de regulación.

Alimentación de equipos de clasificación por vía seca; Proceso de primera clasificación; Escalpados.

Alimentadores: Tipos, Principios de funcionamiento.

Telas de cribas: Apertura de malla, defectos.

Tipos de gravas, arenas y minerales de placeres; Productos: Tipos de áridos para la construcción; Análisis continuo en arenas de minerales complejos; Procedimientos de muestreo.

Mantenimiento de primer nivel de equipos de clasificación por vía seca.

Protección individual; Protecciones de máquinas e instalaciones; Equipos de captación de polvo; Equipos de lucha contra incendios.

## 2. Clasificación por vía húmeda

Técnicas de clasificación por vía húmeda; Clasificación de carbones.

Equipos e instalaciones de clasificación por vía húmeda; Funcionamiento de: Hidroclasificadores, espirales, cribas mecánicas, vibrantes y de rejillas curvas, clasificadores de rastrillos y de espiral; parrillas, rejillas, trómeles, hidroclasificadores, espirales, hidrociclones; Variables de funcionamiento de equipos de clasificado por vía húmeda; Fracciones granulométricas; Parámetros de regulación.

Alimentación de equipos de clasificación por vía húmeda; Regulación de caudales.

Aporte de agua al circuito; Ajustes de caudal; Especificaciones de proceso.

Mantenimiento de primer nivel de equipos de clasificación por vía húmeda; Anomalías de funcionamiento; Identificación; Solución de incidencias.

Protección individual; Protecciones de máquinas e instalaciones; Equipos de lucha contra incendios.

## 3. Proceso de lavado

Fundamentos de la clasificación y lavado de minerales; Técnicas de desenlodado.

Equipos e instalaciones de lavado; Funcionamiento de: Cilindros lavadores, trómeles, ruedas de cangilones, norias, escurridores, hidrociclones, espirales y cribas; Sistemas y parámetros de regulación de cada equipo.

Regulación del agua de alimentación; Válvulas; Instrumentación.

Especificaciones técnicas de los productos; Fracciones granulométricas; Controles de calidad;

Especificaciones de producto.

Mantenimiento de primer nivel de equipos de lavado.

Protección individual; Protecciones de máquinas e instalaciones; Equipos de lucha contra incendio.

Sistemas de depuración de aguas; Prevención de la contaminación ambiental aplicable; Normativa de gestión de residuos.

Parámetros de contexto de la formación:

Espacios e instalaciones:

Los espacios e instalaciones darán respuesta, en forma de aula, aula-taller, taller de prácticas, laboratorio o espacio singular, a las necesidades formativas, de acuerdo con el Contexto Profesional establecido en la Unidad de Competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, salud laboral, accesibilidad universal, diseño universal o diseño para todas las personas y protección medioambiental.

Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la clasificación de minerales, rocas y otros materiales en plantas de tratamiento, que se acreditará mediante las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica, Diplomatura u otras de nivel superior, relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 1 año en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

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

## MÓDULO FORMATIVO 4: CONCENTRACIÓN DE MINERALES

Nivel: 2

Código: MF0424\_2

Asociado a la UC: Concentrar minerales

Duración: 150 horas

Capacidades y criterios de evaluación:

C1: Describir las técnicas de concentración de minerales por métodos gravimétricos, identificando los principales equipos y los parámetros de funcionamiento y control.

CE1.1 Distinguir los distintos equipos utilizados en la concentración gravimétrica, describiendo su modo de funcionamiento.

CE1.2 Listar los parámetros de control del proceso de concentración gravimétrica, relacionándolos con los ajustes en el funcionamiento de las cajas de lavado y de las mesas de sacudidas, en función de los materiales procesados.

CE1.3 Regular los parámetros de funcionamiento de las mesas de sacudidas, según el tipo de minerales y calidades a obtener.

CE1.4 Explicar el control de propiedades de medios densos, tomando muestras de forma sistemática, examinándolas, identificando los ajustes que deben realizarse en función de los resultados del examen de muestras.

CE1.5 Distinguir los sistemas de aporte de agua al circuito de separación gravimétrica, relacionando el caudal que es necesario aportar con los resultados del examen de las muestras.

CE1.6 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel de los equipos de concentración gravimétrica, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE1.7 En un supuesto práctico de operación de una planta de concentración de minerales, con equipos de concentración gravimétrica, y un grado de concentración objetivo:

- Utilizar los dispositivos de regulación de las cajas de lavado, regulando la amplitud de vibración en función del tipo de material.

- Manejar los dispositivos de regulación de las cajas de lavado, regulando la amplitud de vibración en función del tipo de material.

- Utilizar los dispositivos de regulación de las mesas de sacudidas, regulando sus parámetros de control en función del tipo de material.

- Manejar los dispositivos de regulación de las mesas de sacudidas, regulando sus parámetros de control en función del tipo de material.

- Ejecutar las acciones de alimentación de tambores de medios densos, efectuando un cribado previo.

- Aplicar las técnicas de control de producto, mediante toma de muestras de medios densos.

- Aportar agua a los circuitos de separación gravimétrica, regulándola en función de las características del producto de salida.

C2: Describir las técnicas de concentración de minerales por flotación, identificando los principales sistemas, esquemas de proceso, y parámetros de control.

CE2.1 Detallar los equipos y procedimientos para acondicionar la pulpa con los reactivos apropiados para cada tipo de mineral concentrado.

CE2.2 Reconocer los distintos tipos de reactivos, colectores y espumantes para el acondicionamiento de la pulpa, indicando su efecto sobre las propiedades y las medidas de seguridad en su manipulación.

CE2.3 Ilustrar los esquemas de montaje de circuitos de separación por flotación, indicando la posición de cada celda de proceso (desbaste, barrido y afino).

CE2.4 Explicar los fundamentos de las modalidades de flotación, diferenciando la flotación global de la flotación diferencial y relacionándolo cada método con sus aplicaciones.

CE2.5 Listar los parámetros de control del proceso de concentración por flotación, identificando los sistemas de control y mecanismos de regulación.

CE2.6 Detallar las operaciones de trasiego de lodos entre líneas del circuito de separación por flotación, definiendo los dispositivos de regulación y control de caudales.

CE2.7 Referir las operaciones de mantenimiento de primer nivel equipos de planta de flotación, presentando las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE2.8 En un supuesto práctico de interpretación de un proceso de concentración de minerales por flotación, a partir del diagrama de flujo del proceso.

- Interpretar el diagrama de flujo, identificando entradas de material, procesos y salidas de productos.

- Escoger los tipos de reactivos a utilizar, en función del tipo de proceso.

- Relacionar los riesgos asociados a los reactivos utilizados con las medidas preventivas, identificando las precauciones en su manipulación.

- Mostrar los distintos equipos que intervienen en el proceso, identificando sus funciones.

- Clasificar los distintos equipos que intervienen en el proceso, identificando sus funciones.

- Dibujar los esquemas de los circuitos de conducciones, representando situando las bombas, válvulas, conducciones y otros elementos.

- Establecer los parámetros de control del proceso de flotación, relacionándolos con las propiedades del producto a obtener.

C3: Aplicar técnicas de concentración de minerales por lixiviación, biooxidación y oxidación a presión, identificando los principales sistemas, esquemas de proceso, y parámetros de control de cada una de las técnicas.

CE3.1 Describir los distintos equipos y reactores utilizados en los procesos de lixiviación, biooxidación, oxidación a presión.

CE3.2 Referir los distintos tipos de lixiviantes y oxidantes necesarios para la operación de los procesos concentración, indicando su efecto sobre la pulpa y las medidas de seguridad en su manipulación.

CE3.3 Listar los parámetros de control del proceso de concentración por lixiviación y oxidación a presión, identificando los sistemas de control y mecanismos de regulación.

CE3.4 Referir los distintos tipos de bacterias que se utilizan en el proceso de concentración por biooxidación, indicando su función y las condiciones ambientales en las que se mantienen.

CE3.5 Listar los parámetros de control del proceso de concentración por biooxidación, identificando los sistemas de control, condiciones límite y mecanismos de regulación.

CE3.6 Reconocer las bombas, conducciones y tanques empleados para construir sistemas de separación, describiendo esquemas de montaje, materiales y revisiones.

CE3.7 En un supuesto práctico de interpretación de un proceso de lixiviación, biooxidación u oxidación a presión, a partir del diagrama de flujo del proceso:

- Interpretar el diagrama de flujo, identificando entradas de material, procesos y salidas de productos.
- Escoger los tipos de reactivos a utilizar, en función del tipo de proceso.
- Relacionar los riesgos asociados a los reactivos utilizados con las medidas preventivas, describiendo las precauciones que se deberán tener en cuenta en su manipulación.
- Señalar los distintos equipos que intervienen en el proceso, identificando sus funciones.
- Relacionar los parámetros de control con el tipo de proceso, especificando cuales se aplican a cada uno (lixiviación, biooxidación, oxidación a presión).

C4: Aplicar técnicas de concentración de minerales por métodos magnéticos, identificando el equipamiento necesario para crear el campo magnético y los parámetros que gobiernan el proceso.

CE4.1 Describir los equipos utilizados para la separación magnética, identificando sus componentes.

CE4.2 Definir los fundamentos de la concentración utilizando separadores magnéticos, identificando los tipos de mineral a los que se puede aplicar.

CE4.3 Describir el procedimiento de regulación de la intensidad de campo de los separadores magnéticos en función de las propiedades magnéticas de los minerales.

CE4.4 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel de separadores magnéticos, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE4.5 En un supuesto práctico de operación de un separador magnético, a partir de unas especificaciones técnicas de producto:

- Regular la alimentación de mineral de hierro, actuando sobre los dispositivos de control del equipo.
- Ajustar la intensidad de campo magnético, variando convenientemente la corriente eléctrica.
- Cotejar la recirculación de material, manteniendo un número de ciclos razonable en función del grado de recuperación que se pretende conseguir.
- Aplicar los procedimientos de control de calidad del producto, comprobando que se ajustan a las especificaciones técnicas.

C5: Explicar el proceso de espesado de pulpas, identificando los principales equipos, parámetros de control, y medidas de tratamiento de fracciones residuales.

CE5.1 Asociar los equipos utilizados en los procesos de espesado de pulpas, exponiendo en detalle el funcionamiento del tanque espesador y del separador de lamelas.

CE5.2 Listar los parámetros de control de funcionamiento del tanque espesador, relacionándolos con la carga de pulpa que se recibe y sus propiedades.

CE5.3 Listar los parámetros de control de funcionamiento del clarificador de lamelas, relacionándolas con el rebose de agua.

CE5.4 Comprender el funcionamiento de las bombas de diafragma, indicando su relación con los parámetros de funcionamiento del tanque espesador y la densidad de la pulpa, interpretando las fluctuaciones de consumo eléctrico e identificando los límites de funcionamiento.

CE5.5 Describir la formación de balsas de lodos, indicando la importancia de distribuir de forma homogénea el material mediante variación de los puntos de vertido.

CE5.6 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel de equipos de espesado de pulpas, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE5.7 En un supuesto práctico de operación de un sistema de espesado de pulpas, teniendo en cuenta unas especificaciones técnicas de producto:

- Utilizar los dispositivos de regulación de los tanques espesadores, ajustando los parámetros del proceso en función de la carga de pulpa.
- Utilizar los dispositivos de regulación de los clarificadores de lamelas, regulando sus parámetros de control en función del rebose.



- Cotejar el aporte de caudal por las bombas de diafragma, relacionándolo con el consumo eléctrico de sus motores.

- Variar el aporte de lodos a las balsas, cambiando de posición la conducción de descarga para un reparto homogéneo.

C6: Operar los equipos de filtrado y secado de pulpas, identificando los principales equipos y los parámetros de funcionamiento y control.

CE6.1 Distinguir los distintos tipos de instalaciones de filtrado y secado de pulpas, identificando filtros prensa y secadores de aire, relacionándolos con sus aplicaciones.

CE6.2 Listar los parámetros de control de funcionamiento del filtro prensa, identificando los dispositivos de regulación y los límites de funcionamiento del equipo.

CE6.3 Describir las propiedades de la torta, relacionándolo con los parámetros de control del filtro prensa.

CE6.4 Explicar los procedimientos de tratamiento final de la torta producida en el filtro-prensa, explicando las técnicas de pesaje, transporte y deposición.

CE6.5 Listar los parámetros de control de funcionamiento del secador de aire, identificando los dispositivos de regulación y los límites de funcionamiento del equipo.

CE6.6 Identificar las operaciones de mantenimiento de primer nivel de filtros prensa y secadores de aire, describiendo las comprobaciones a realizar y las acciones habituales.

CE6.7 En un supuesto práctico de operación de un filtro prensa, teniendo en cuenta la documentación técnica del fabricante del equipo:

- Utilizar los sistemas de carga del filtro prensa, actuando sobre el caudal de las bombas de alimentación.

- Vigilar los parámetros de control del ciclo de secado, identificando anomalías en el funcionamiento y defectos en las telas de filtrado.

- Inspeccionar la torta producida, comprobando su grado de humedad.

- Tratar la torta, descargándola del filtro y depositándola en vertedero autorizado.

- Obtener la torta, descargándola del filtro y depositándola en vertedero autorizado.

CE6.8 En un supuesto práctico de operación de un secador de aire, teniendo en cuenta la documentación técnica del fabricante del equipo:

- Utilizar los sistemas de carga del secador de aire, actuando sobre el caudal de aire.

- Vigilar los parámetros de control del ciclo de secado, controlando los tiempos de residencia del material en el secador.

- Inspeccionar el material secado, comprobando su grado de humedad.

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

C1 respecto a CE1.7; C4 respecto a CE4.5; C5 respecto a CE5.7; C6 respecto a CE6.7 y CE6.8.

Otras capacidades:

Cumplir con las normas de producción fijadas por la organización.

Demostrar cierta autonomía en la resolución de pequeñas contingencias relacionadas con su actividad.

Reconocer el proceso productivo de la organización.

Adaptarse a la organización, a sus cambios organizativos y tecnológicos así como a situaciones o contextos nuevos.

Respetar los procedimientos y normas internas de la organización.

Contenidos:

#### 1. Concentración gravimétrica

Concentración por gravedad; Fundamentos de la separación gravimétrica; Aplicaciones; Tipos de materiales.

Equipos de concentración gravimétrica; Funcionamiento; Limitaciones.

Proceso de concentración gravimétrica; Parámetros de control; Tipo de producto objetivo.

Mesas de sacudidas: Tipos, características y modo de funcionamiento.

Proceso operacional; Concentradores de granos de carbón; Análisis; Tipos.

Alimentadores para tambor de medios densos; Sistema de criba; Mantenimiento de proporciones.

Recuperación de la magnetita y ferrosilicio en un separador magnético.

Tipos de separadores por medios densos; Tambores; Preparación y regeneración del medio denso.

Sistemas de control; Muestreo y análisis; Ajustes de proceso.

Circuito de agua; Ajustes de caudal.

#### 2. Equipos para separación de sólidos de las pulpas

Concentración por flotación; Fundamentos del método de flotación; Tipos de materiales; Aplicaciones.

Flotación global; Flotación diferencial; Métodos y aplicaciones.

Equipos de concentración por flotación; Funcionamiento; Limitaciones.

Reactivos, colectores y espumantes; Propiedades; Riesgos; Aplicaciones en el proceso de concentración por flotación.

Comportamiento de los distintos minerales y carbones en la flotación.

Circuitos de concentración por flotación; Etapas; Celdas de flotación: Tipos, características y modo de funcionamiento; Conducciones; Esquemas de proceso.

Proceso de concentración por flotación; Parámetros de control; Sistemas de regulación.

Circulación de lodos; Bombas; Conducciones.

Mantenimiento de primer nivel de equipos de concentración por flotación.

Medidas de seguridad; Protecciones de máquinas e instalaciones.

Medidas de prevención de la contaminación ambiental aplicable.

### 3. Concentración por lixiviación, biooxidación, oxidación a presión

Concentración por lixiviación, biooxidación, oxidación a presión; Tipos de materiales; Aplicaciones.

Equipos de concentración por lixiviación, biooxidación, oxidación a presión; Funcionamiento; Limitaciones.

Equipos para separación de sólidos de las pulpas.

Espesadores y clarificadores: Tipos, características y modo de funcionamiento.

Fundamentos de la lixiviación y biooxidación; Fundamentos de la oxidación a presión.

Lixiviantes y oxidantes; Propiedades; Riesgos.

Proceso de concentración por lixiviación; Parámetros de control; Sistemas de regulación. Proceso de concentración por oxidación a presión; Parámetros de control; Sistemas de regulación.

Aplicación de bacterias a los procesos de biooxidación; Propiedades.

Proceso de concentración por biooxidación; Parámetros de control; Sistemas de regulación.

Componentes de los circuitos de lixiviación, biooxidación, oxidación a presión; Bombas, conducciones, tanques; Construcción; Materiales; Mantenimiento.

Medidas de seguridad; Protecciones de máquinas e instalaciones.

Medidas de prevención de la contaminación ambiental aplicable.

#### 4. Separación magnética

Separación magnética; Fundamentos de la separación magnética; Campo magnético. Intensidad de campo; Aplicaciones: minerales metálicos.

Separadores magnéticos: Componentes y funcionamiento.

Mantenimiento de primer nivel de separadores magnéticos.

#### 5. Espesado de pulpas

Técnicas de separación de sólidos de los fluidos; Técnicas de espesado y floculación.

Equipos de espesado de pulpas; Limitaciones; Funcionamiento; Equipos auxiliares: bombas, dosificadores, tomadores de muestras y otros.

Instalaciones de filtrado y separación de pulpas.

Proceso de espesado mediante tanque espesador; Parámetros de control.

Proceso de espesado del espesador de lamelas; Parámetros de control.

Bombas de diafragma; Funciones en el tanque espesador; Densidad de pulpa; Parámetros de control.

Balsas de lodos; Posición de conducciones de vertido.

Mantenimiento de primer nivel de equipos de espesado de pulpas.

Medidas de seguridad; Protecciones de máquinas e instalaciones.

Medidas de prevención de la contaminación ambiental aplicable.

#### 6. Filtrado y secado de pulpas

Técnicas de filtrado: Por medio de vacío, por presión.

Filtros: Tipos, principios de funcionamiento y parámetros de control.

Filtros prensa: Funcionamiento y propiedades; Torta producida por el filtro prensa.

Mantenimiento de primer nivel de filtros prensa.

Tratamiento y disposición final de la torta; Procedimiento de transporte; Condiciones de vertido.

Técnicas de secado.

Secadores de aire: Tipos, principios de funcionamiento y parámetros de control.

Secaderos; Tipos, funcionamiento de secadores de aire y parámetros de control.

Mantenimiento de primer nivel de secadores de aire.

Medidas de seguridad; Protecciones de máquinas e instalaciones.

Medidas de prevención de la contaminación ambiental aplicable.

Parámetros de contexto de la formación:

Espacios e instalaciones:

Los espacios e instalaciones darán respuesta, en forma de aula, aula-taller, taller de prácticas, laboratorio o espacio singular, a las necesidades formativas, de acuerdo con el Contexto Profesional establecido en la Unidad de Competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, salud laboral, accesibilidad universal, diseño universal o diseño para todas las personas y protección medioambiental.

Perfil profesional del formador o formadora:

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

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior), Ingeniería Técnica, Diplomatura o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 1 año en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

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