

I. COMUNIDAD AUTÓNOMA

3. OTRAS DISPOSICIONES

Consejería de Universidades, Empresa e Investigación

5871 Orden de 27 de marzo de 2013, de la Consejería de Universidades, Empresa e Investigación, por la que se aprueba la "Guía metodológica para la elaboración de los estudios de riesgos mineros y proyectos técnicos de adecuación del suelo en la Región de Murcia".

La actividad minera se caracteriza, en primer lugar, por la realización de minados, importantes excavaciones subterráneas o superficiales, lo que conlleva una serie de operaciones de arranque de tierras, y otras operaciones de vertido del terreno no mineralizado, que envuelve la mena mineral y que ha de ser retirado para tener acceso a éste. La acumulación de estos materiales estériles se concreta en la producción de escombreras, que ocupan buena parte de los terrenos utilizados.

Una segunda actividad, propia de la minería metálica, la mineralurgia, consiste en el lavado del mineral para obtener un producto concentrado en los metales contenidos, preparado para la venta, y genera, en instalaciones situadas en las proximidades de los frentes de arranque, depósitos de estériles de lavadero, que suelen contener todavía metales y reactivos de proceso.

La minería se configura como una actividad productiva de gran tradición en nuestro territorio. Su origen se remonta a tiempos muy remotos, especialmente en la zona de Cartagena, La Unión y Mazarrón, si bien no fue hasta el Siglo XIX cuando las nuevas tecnologías permitieron hacer de nuevo rentable la explotación de minerales metálicos, extendiéndose posteriormente al laboreo de sustancias no metálicas, especialmente de roca ornamental y áridos, en otras comarcas de la Región de Murcia.

La minería metálica de Murcia, aportó en el pasado riqueza y empleo a la Región, pero a lo largo de las últimas décadas del siglo XX, una serie de diversas circunstancias económicas y sociales llevaron al cierre de gran parte de las explotaciones, quedando finalmente abandonadas.

Este dilatado proceso histórico de explotación minera ha transformado amplias zonas de nuestra geografía murciana, incorporando importantes restos de aquella actividad, tales como minados, cortas, accesos a labores subterráneas y depósitos de estériles mineros, calificándose por algunos instrumentos de ordenación territorial como "suelo afecto por riesgos derivados de la minería".

Así, en las Directrices y Plan de Ordenación Territorial del Litoral de la Región de Murcia, aprobadas por Decreto nº 57/2004, de 18 de junio, se delimitan una serie de amplias zonas en las que tuvo lugar la minería metálica en el pasado siglo, y que están llenas de los elementos característicos de la actividad: minados, pozos y socavones, escombreras y depósitos de estériles. La denominación de "Zonas con riesgo minero" se introduce así en la Ordenación Territorial, por primera vez, planteando severas restricciones en relación con las actividades a

desarrollar en las mismas, relacionadas con esta figura territorial. Una postura a priori limitativa, justificada por la falta de información sobre los riesgos.

Se da la circunstancia, además, de que el riesgo asociado con emplazamientos de las actividades mineras pretéritas no afecta solamente a las áreas en las que se encuentran sus elementos característicos, sino que, por la acción de la gravedad, del viento, de la infiltración y de la escorrentía, pueden afectar a las zonas colindantes, y en particular a las situadas "aguas abajo", cuestión relacionada sobre todo con la presencia de escombreras y depósitos de estériles.

Para una adecuada gestión del territorio, es necesario por tanto determinar en qué consisten los riesgos, y de qué forma pueden afectar a las zonas explotadas y vecinas, de forma que se conozcan y regulen las medidas a emprender para adaptar el estado de estas áreas con las actividades a las que se pretendan destinarse en la actualidad o en el futuro, siendo conveniente publicar una Guía o documento de referencia, consensado y válido, que pueda ser usado por cualquier interesado a la hora de estudiar un determinado terreno calificado como "suelo afecto por riesgos de la minería".

Por cuanto antecede, en el ejercicio de las competencias que tengo atribuidas por el Decreto 147/2011, de 8 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establecen los Órganos Directivos de la Consejería de Universidades, Empresa e Investigación, a propuesta de la Dirección General de Industria, Energía y Minas,

Dispongo

Artículo 1.- Aprobar la "Guía Metodológica para el Estudio de los Riesgos Mineros en la Región de Murcia", que se incluye en el Anexo a la presente Orden.

Artículo 2.- La documentación contenida en el Anexo se entiende como documento de referencia a adoptar en el ámbito de la Región de Murcia para la elaboración de los estudios de los riesgos mineros y proyectos técnicos de adecuación del suelo, sin perjuicio de que puedan adoptarse otros criterios establecidos en la normativa aplicable.

Disposición final única.- La presente orden será objeto de publicación en el Boletín Oficial de la región de Murcia, surtiendo efectos a partir del día siguiente de su publicación en el BORM.

Murcia, 27 de marzo de 2013.—El Consejero de Universidades, Empresa e Investigación, José Ballesta Germán.

ANEXO

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE RIESGOS MINEROS Y PROYECTOS TÉCNICOS DE ADECUACIÓN DEL SUELO EN LA REGIÓN DE MURCIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO, ÁMBITO TERRITORIAL Y DEFINICIONES

1.2. OBJETIVO DE UN ESTUDIO DE RIESGOS MINEROS

1.3. ELEMENTOS MINEROS

1.4. TIPOS DE RIESGOS MINEROS

1.5. ACTIVIDADES AFECTADAS POR LOS RIESGOS MINEROS

2. ESTUDIO DE RIESGOS MINEROS
 - 2.1. OBJETIVO
 - 2.2. FASES DEL ESTUDIO DE RIESGOS MINEROS
 - 2.3. CONTENIDO
3. CONTENIDO Y PROCEDIMIENTO GENERAL DEL ESTUDIO DE RIESGOS MINEROS
 - 3.1. CARTOGRAFÍA, PLANOS Y MAPAS
 - 3.2. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA Y ZONA DE ESTUDIO
 - 3.3. INVENTARIO DE ELEMENTOS MINEROS
 - 3.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS
 - 3.5. PLAN DE ACTUACIÓN
4. CONTENIDO ESPECÍFICO DEL ESTUDIO DE LOS RIESGOS PRODUCIDOS POR LOS MINADOS
 - 4.1. EM1. MINADOS SUPERFICIALES; RIESGOS DE COLAPSO Y HUNDIMIENTO
 - 4.2. EM2. MINADOS PROFUNDOS; RIESGO DE SUBSIDENCIA
 - 4.3. UTILIZACIÓN DE UN MINADO ABANDONADO
5. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE RIESGOS PRODUCIDOS POR LOS TALUDES Y FONDOS DE CORTA EM3. Y EM4.
6. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE RIESGOS PRODUCIDOS POR LAS ESCOMBRERAS EM5.
7. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE RIESGOS PRODUCIDOS POR LAS BALSAS O DEPÓSITOS DE LODOS EM8.
 - 7.1. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS GEOTÉCNICOS
 - 7.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN
 - 7.3. PLAN DE ACTUACIONES
8. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE RIESGOS PRODUCIDOS POR ACUMULACIONES DE POLVO MINERAL EM9.
9. PROYECTO TÉCNICO DE ADECUACIÓN DEL SUELO
10. FORMATOS DE ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO, ÁMBITO TERRITORIAL Y DEFINICIONES

Objeto

El objeto de la presente Guía es establecer una metodología de referencia para la elaboración de los Estudios de los riesgos mineros presentes en suelos afectos por riesgos derivados de la minería y los contenidos esenciales de dichos estudios, así como de los Proyectos Técnicos de Adecuación del Suelo que proceda realizar.

Ámbito territorial

El ámbito territorial es el definido como "Suelo afecto por Riesgos de la Minería" por los diferentes instrumentos de ordenación territorial supramunicipal aprobados definitivamente por el Consejo de Gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Definiciones

A los efectos del Estudio de Riesgos Mineros se entiende como:

a) Parcela (en adelante PAR): El terreno que pretende ser detráido de la categoría de protección de "Suelo afecto por riesgos de la minería", una vez acreditada la inexistencia de riesgo. En el caso de un elemento minero, a cielo abierto o subterráneo, que pretenda ser utilizado para una actividad diferente a la minera, se considera como parcela la totalidad de la superficie que circunscribe a dicho elemento.

b) Zona de Estudio (en adelante ZE): La superficie de terreno constituida por la parcela, más una franja de terreno de 500 m. alrededor de ésta y además su cuenca hidrográfica. El estudio de la cuenca hidrográfica se realizará de manera especial "aguas arriba" de la parcela y, en lo que se refiere a "aguas abajo", se identificarán y evaluarán los elementos cuyo riesgo pueda verse agravado por las actividades que se pretendan desarrollar en la parcela, teniendo en cuenta los riesgos identificados también aguas arriba.

Proyecto Técnico de Adecuación del Suelo

Una vez realizado el Estudio de Riesgos Mineros con arreglo a los procedimientos y contenidos de la presente Guía, en base a sus conclusiones y a las propuestas del Plan de Actuaciones, deberá redactarse, en su caso, el Proyecto Técnico de Adecuación del Suelo (en adelante PTAS) de la parcela con Riesgo Minero.

En dicho Proyecto se explicarán las actividades que se pretenden desarrollar, las conclusiones en relación con la evaluación de los riesgos mineros estudiados, y la descripción y justificación técnica de los elementos constructivos y otras medidas definidas en el Plan de Actuaciones del estudio de Riesgos Mineros.

1.2. OBJETIVO DE UN ESTUDIO DE RIESGOS MINEROS

El objetivo de un Estudio de Riesgos Mineros es evaluar la repercusión en el territorio de la parcela antes definida, de cada uno de los riesgos característicos de los elementos mineros presentes en la zona de estudio, y sobre las actividades propias que se pretenden desarrollar, garantizando la seguridad de las mismas para las personas, bienes y el medio ambiente.

También se pretende, en suelo afecto por Riesgos de la Minería, la evaluación del riesgo de utilización de minados subterráneos abandonados para una actividad diferente a la minera, que implique la presencia de personas, en el desarrollo de actividades industriales, civiles, culturales o de ocio.

1.3. ELEMENTOS MINEROS

Los riesgos generados por la actividad minera abandonada, que conocemos como Riesgos Mineros, están asociados a los diferentes elementos característicos de dicha actividad minera, pudiendo establecer y evaluar el tipo de riesgo presente en una determinada parcela, sobre la que exista una Protección de esa naturaleza, en relación con cada uno de los elementos presentes en su vecindad.

Los estudios de riesgo minero se realizarán, por tanto, sobre cada uno de los elementos mineros ubicados en el área que afecta a la parcela, que se denominará "zona de estudio" ZE. Esta es la superficie de terreno constituida por la parcela, más una franja de terreno de 500 m. alrededor de esta y además su cuenca hidrográfica. El estudio de la cuenca hidrográfica se realizará de manera especial "aguas arriba" de la parcela y, en lo que se refiere a "aguas abajo", se identificarán y evaluarán los elementos cuyo riesgo pueda verse agravado por las actividades que se pretendan desarrollar en la parcela, teniendo en cuenta los riesgos identificados también aguas arriba.

Elementos Mineros Abandonados a considerar en los estudios:

EM1.- Minados Superficiales; EM2.- Minados Profundos

Son excavaciones subterráneas que pueden presentar peligro de colapso o de subsidencia. El colapso se puede producir a causa de actividades que se desarrollen en sus proximidades, por el deterioro de sus paredes o techos con el tiempo, por cambios de niveles freáticos o por sismos de cierta intensidad. Los minados tienen el inconveniente de no ser visibles, excepto por la existencia de indicios superficiales como labores de acceso y ventilación o de subsidencia. En general, no existen planos de las labores o estos están incompletos. Los minados se considerarán superficiales cuando el techo de las labores menos profundas se encuentre a menos de 60 metros de la superficie y se considerarán profundos en el resto de los casos.

EM3. Taludes de cortas

Las Cortas son excavaciones superficiales, de grandes dimensiones, ejecutadas para acceder hasta el mineral, y cuyos taludes laterales han quedado a la intemperie, sufriendo un deterioro que, con el tiempo, puede producir deslizamientos, desprendimientos o desplomes de material. Las redes de fracturas, el drenaje y la infiltración de agua, pueden provocar, además, surgencias, generalmente ferruginosas y de bajo pH (ácidas), cuando las mineralizaciones de sulfuros están presentes. Se considerará dentro de la zona de talud de las cortas, la superficie situada por encima de su coronación, que se vería afectada por un deslizamiento si este se produjera. Será una franja de terreno perimetral, de la misma anchura que la altura del talud final.

EM4. Fondos de corta

Constituyen la última plataforma de trabajo, en la cota inferior, internamente a la corta, generalmente llana. Suelen acumular el material erosionado de los taludes, y las aguas de escorrentía o surgentes. El residuo de la lixiviación de los minerales de los taludes se irá acumulando en estos fondos, en los que, por esta circunstancia, las aguas podrán tener una elevada acidez.

EM5. Escombreras

Son las acumulaciones de tierras, generalmente en vaguadas o a media ladera, construidos con los terrenos que cubrían el mineral en las cortas, y que han sido depositados en las proximidades de estas, habiendo adoptado finalmente una morfología correspondiente al equilibrio de tierras sueltas.

Las escombreras serán consideradas residuos de las industrias extractivas y su gestión viene regulada por el R.D. 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras, modificado por el R.D. 777/2012, de 4 de mayo, que traspone la directiva europea 2006/21/CE del Parlamento y del Consejo, de 15 de marzo de 2006, sobre gestión de los residuos de industrias extractivas. Se entiende, por tanto, que las escombreras comprendidas en la zona de estudio, como instalaciones de residuos mineros, deberán ajustarse, en todo caso, a las condiciones fijadas en la citada normativa.

EM6. Infraestructuras y labores de transporte y ventilación

Son todas aquellas vías de acceso a la mina subterránea: socavones de entrada, galerías y rampas, pozos de extracción y chimeneas y pozos de ventilación, que pudieran no estar cerradas al paso de las personas, o cuyas barreras de paso han sido eliminadas. También en labores a cielo abierto, puede haber pistas abandonadas súbitamente interrumpidas por excavaciones.

EM7. Construcciones de servicio de la mina

Se trata de las edificaciones auxiliares de la mina que pudieran encontrarse accesibles y en ruinas: vestuarios, talleres, salas de bombas, transformadores o salas de máquinas de extracción y castilletes.

EM8. Depósitos de lodos o balsas

Son acumulaciones de los estériles de lavadero mineral, contienen todavía polvo de mineral y sus contenidos metálicos son aproximadamente similares a los que tienen los yacimientos antes del proceso de concentración.

Al estar contruidos, en general sin dique de tierras, ya que el sistema de construcción, adaptado al clima semiárido de Murcia, consistía en un recrecimiento sucesivo a base de empalizadas, aparecen desnudos y sometidos a los fenómenos erosivos, el viento y la lluvia, que se encargan de la diseminación de las partículas finas, arenas y limos minerales.

Los depósitos de lodos o balsas serán considerados residuos de las industrias extractivas y su gestión viene regulada por el R.D. 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por las actividades mineras, que traspone la directiva europea 2006/21/CE del Parlamento y del Consejo, de 15 de marzo de 2006, sobre gestión de los residuos de industrias extractivas. Se entiende, por tanto, que los depósitos de lodos comprendidos en la zona de estudio, como instalaciones de residuos mineros, deberán ajustarse, en todo caso, a las condiciones fijadas en la citada normativa.

El principal objetivo del Estudio de Riesgos, en lo concerniente al tratamiento de los riesgos relacionados con un depósito de estériles o una zona contaminada por materiales del mismo, y que aparezca en la zona de estudio, será su estabilización estructural y físico-química. Esta última se conseguirá mediante el confinamiento de los materiales, la neutralización de las reacciones de lixiviación, la impermeabilización de la estructura, la rehabilitación superficial, etc.

Así, cuando un depósito de estériles abandonado, se encuentre en la zona de estudio, se podrán plantear las siguientes alternativas para eliminar el riesgo, por orden de preferencia:

- La reutilización de los finos minerales como recurso de la sección B, previa declaración como tal, y de acuerdo con lo establecido en el artículo 36 del R.D. 975/2009, de 12 de junio, modificado por el R.D. 777/2012, de 4 de mayo, en el marco de un proyecto de explotación para la obtención de una autorización de aprovechamiento, en los términos previstos en la Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.

- La rehabilitación del depósito en las condiciones que resulten de aplicación de acuerdo con lo dispuesto en el R.D. 975/2009, de 12 de junio, modificado por el R.D. 777/2012, de 4 de mayo.

- Su traslado a un vertedero adecuado para contener estos residuos, rehabilitando o descontaminando, en su caso, la parcela.

EM9. Acumulaciones de polvo mineral.

Serán las acumulaciones de arenas y limos minerales existentes en las superficies vecinas de los depósitos y balsas de estériles, que se encuentren aguas abajo o en la dirección de los vientos predominantes y a las que estos agentes externos, viento y agua, han llevado los restos del polvo mineral.

Estas acumulaciones serán consideradas como suelos potencialmente contaminados siguiendo, en tal caso, el procedimiento previsto en el Título V de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados y demás normativa aplicable.

1.4. TIPOS DE RIESGOS MINEROS

Los riesgos derivados de la actividad minera abandonada deberán ser tipificados en alguno de los siguientes 10 grupos:

R1. COLAPSO

Es un riesgo de tipo geotécnico, consistente en la aparición súbita de un socavón, con el colapso y derrumbe de la superficie. El colapso es una de las situaciones de mayor peligro, ya que puede provocar pérdida de vidas humanas o bienes.

R2. HUNDIMIENTO DEL TERRENO

Es un riesgo geotécnico, consistente en la deformación de la superficie, ocasionada por el colapso parcial de minados superficiales, cuando la dimensión de los mismos no llega a provocar un socavón en esta. El movimiento del terreno altera de manera muy significativa la funcionalidad de las construcciones e infraestructuras, pudiendo llegar a afectar de forma grave a sus estructuras. Puede ser el anuncio de un colapso, que pudiera desencadenarse cuando la rotura es de tipo progresivo.

R3. SUBSIDENCIA.

Es un riesgo geotécnico, consistente en el progresivo hundimiento de una amplia zona de la superficie, provocada por el deterioro y rotura de minados profundos de grandes dimensiones. La subsidencia es una de las situaciones más molestas y de más difícil tratamiento. El movimiento del terreno se desarrolla años después del abandono de labores en la minería metálica, y se prolonga durante un período de algunos lustros. Altera de manera muy significativa la funcionalidad de las construcciones e infraestructuras, pudiendo llegar a afectar de forma grave a sus estructuras.

R4. DESLIZAMIENTO

Es un riesgo geotécnico, consistente en la rotura y corrimiento de tierras en los taludes de las cortas, escombreras y depósitos de estériles. En el caso de escombreras y depósitos de estériles puede incluso afectar al material del sustrato de dichas estructuras, con levantamiento de los terrenos que se encuentran a su pie. La configuración habitual de los taludes de excavación, aterrazados mediante bermas, podría verse afectada por estos deslizamientos causando daños a personas o equipos que transiten o permanezcan en dichas bermas o en el fondo de las cortas.

R5. DESPRENDIMIENTO

Es un riesgo geotécnico, consistente en la rotura y desplome o desprendimiento de grandes fragmentos procedentes de techos y hastiales de labores subterráneas, o de los taludes de las cortas, escombreras y depósitos de estériles. Estos desprendimientos pueden provocar impactos, causando daños a personas o equipos que transiten o permanezcan en las bermas, estén en el fondo de las cortas o en zonas vecinas.

R6. ENTERRAMIENTO.

Es un riesgo geotécnico, producido por la rotura y corrimiento de tierras en los taludes de las cortas, escombreras y depósitos de estériles. El deslizamiento, pendiente abajo, de grandes volúmenes de materiales sueltos, puede afectar también a zonas vecinas, provocando enterramiento de bienes o de infraestructuras. La rotura de techos en labores subterráneas con rocas blandas puede provocar importantes chimeneas de colapso que entierren el espacio de las galerías, afectando el tránsito de bienes o personas.

R7. CAÍDA.

Es un riesgo físico de accidente, consistente en la posible caída de transeúntes o vehículos, o de diversos objetos sobre los mismos, desde las bermas de los taludes de una corta, en las construcciones auxiliares de la mina, o en los pozos de extracción y chimeneas de ventilación.

R8. ATRAPAMIENTO

Es un riesgo físico de accidente, provocado por la falta o el deterioro de los elementos de cierre o advertencia de acceso a zonas que se consideran de peligro. Podría producirse la inmovilización involuntaria de transeúntes o vehículos en las construcciones auxiliares de la mina, en las galerías de acceso o en los pozos de extracción y chimeneas de ventilación.

R9. HUNDIMIENTO DE CONSTRUCCIONES

Es un riesgo geotécnico, consistente en el movimiento de los cimientos de las construcciones por la falta de capacidad geotécnica. El terreno puede estar aparentemente constituido por rocas competentes, pero en realidad sujeto a movimientos: hundimientos de la parte superior de una escombrera o depósito de lodo, levantamiento del terreno situado a su pie, deslizamiento del banco de una berma. Las propias construcciones abandonadas de la mina pueden desmoronarse por el deterioro.

R10. AFECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD

Riesgo de tipo químico, producido fundamentalmente por lixiviados procedentes de escombreras y depósitos de lodos, o por la presencia de limos y arenas de origen mineral, cuyo contenido en metales pesados u otras sustancias capaces de solubilizarse, pueden provocar riesgo de contaminación de acuíferos, cauce, suelos, flora y fauna, pasando a la cadena trófica. También, los lixiviados y aguas ácidas pueden, con el paso del tiempo, producir afección a instalaciones, construcciones e infraestructuras por ataque químico.

Los riesgos mineros están asociados a los diferentes elementos característicos de la actividad minera. En la tabla 1 se establece el tipo de riesgo en relación con los elementos mineros.

TIPO DE ELEMENTO MINERO	R1. COLAPSO	R2. HUNDIMIENTO TERR.	R3. SUBSIDENCIA	R4. DESLIZAMIENTO	R5. DESPRENDIMIENTO	R6. ENTERRAMIENTO	R7. CAÍDAS	R8. ATRAPAMIENTO	R9. HUNDIMIENTO CONST.	R10. AFECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE Y A LA SALUD
EM1. MINADO SUPERFICIAL	X	X	X							
EM2. MINADO PROFUNDO		X	X							
EM3. TALUD DE CORTA O CANTERA				X	X	X	X		X	X
EM4. FONDO DE CORTA O CANTERA				X	X	X				X
EM5. ESCOMBRERAS				X	X	X			X	X
EM6. INFRAEST. TPT E Y VENTILACIÓN					X	X	X	X		
EM7. CONSTRUCCIONES AUXILIARES					X		X	X	X	X
EM8. DEPÓSITOS DE LODOS				X		X			X	X
EM9. ACUMULACIÓN POLVO MINERAL										X

Tabla 1. Tipo de elementos presentes en la actividad minera abandonada y sus Riesgos característicos

1.5. USOS AFECTADOS POR LOS RIESGOS MINEROS

En la tabla 2, se señalan los usos afectados de forma determinante por cada uno de los riesgos característicos de los espacios con actividad minera abandonada. Cuando una superficie de terreno se quiera detraer de la categoría de protección de "Suelos afectos por riesgos de la minería", hay que garantizar que los niveles de cada uno de los aspectos de riesgo existentes, para cada grupo, se encuentran por debajo de los umbrales marcados en la presente Guía.

USOS GENÉRICOS	TIPO DE ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD									
		R1. COLAPSO	R2. HUNDIMIENTO TERR.	R3. SUBSIDENCIA	R4. DESLIZAMIENTO	R5. DESPRENDIMIENTO	R6. ENTERRAMIENTO	R7. CAÍDAS	R8. ATRAPAMIENTO	R9. HUNDIMIENTO CONST.	R10. PARA EL MEDIOAMBIENTE Y LA SALUD HUMANA
NATURAL	INSTALACIONES DE DIVULGACIÓN OCIO Y DEPORTE	X			X	X	X	X	X	X	X
AGROPECUARIO	INSTALACIONES VINCULADAS A USOS AGRÍCOLAS	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X
TURÍSTICO	COMPLEJOS TURÍSTICOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	USOS TURÍSTICOS AISLADOS	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X
RESIDENCIAL	USO RESIDENCIAL GLOBAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ACTIVIDAD ECONÓMICA	IMPLANTACIONES URBANÍSTICAS	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X
	IMPLANTACIONES AISLADAS	X	X		X	X	X	X	X	X	X
	ENERGÍAS RENOVABLES	X									X
	INDUSTRIA EXTRACTIVA	X									
INFRAESTRUCTURAS	PUNTUALES	X			X	X	X				X
	EXTENSIVAS	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X
	LINEALES	X	X	O	X	X	X				X
	HIDRÁULICAS	X			X	X	X				X

Tabla 2. Usos afectados por cada uno de los riesgos característicos de los espacios con actividad minera abandonada (O – afectado, pero compatible aplicando las medias oportunas).

Leyenda explicativa de usos

NATURAL
Construcciones e instalaciones vinculadas a actividades de gestión, divulgación e interpretación de la naturaleza), que no formen parte de un entorno urbanizado, así como otras instalaciones necesarias para la adaptación de un espacio a actividades de ocio y deporte (caminos, miradores, mobiliario, etc.).
AGROPECUARIO
Construcciones e instalaciones vinculadas a los usos agrícolas, ganaderos, forestales, apícolas y similares, tales como viviendas, almacenes, depósitos y bodegas, que no formen parte de un entorno urbanizado.
TURÍSTICO
Complejos
Usos globales turísticos integrados en complejos que requieran un instrumento de ordenación urbanística.
Uso Aislado
Construcciones e instalaciones vinculadas a un uso turístico, que no formen parte de un complejo turístico.
RESIDENCIAL
Usos globales residenciales desarrollados a través de actuaciones de transformación urbanística.

ACTIVIDAD ECONÓMICA
Implantaciones Urbanísticas Usos globales de actividad económica desarrollados a través de actuaciones de transformación urbanística, en las cuales se inserten construcciones e instalaciones vinculadas a la actividad económica, destinadas a producción y transformación de productos, y a actividades terciarias (logísticas, comerciales y de servicios)
Implantaciones Aisladas Construcciones e instalaciones donde se desarrollen actividades económicas, que no formen parte de un entorno urbanizado.
Energías Renovables Implantaciones aisladas destinadas a la producción de electricidad, a partir de fuentes renovables como la eólica y solar.
Industria Extractiva Implantaciones aisladas destinadas a la extracción y primer tratamiento de los recursos minerales e hidrocarburos en explotaciones a cielo abierto o en el subsuelo. Además, se incluyen aquellas otras que tengan el carácter de auxiliares y que estén destinadas, entre otras tareas al acopio y/o almacenamiento de los recursos minerales o hidrocarburos, así como a su posterior gestión.
Equipamientos AISLADOS
Equipamientos no incluidos en actuaciones de transformación urbanística.
INFRAESTRUCTURAS
Conjunto amplio de instalaciones en superficie, subterráneas o aéreas, y construcciones vinculadas a las mismas que no formen parte de un entorno urbanizado.
Infraestructuras Puntuales Aquellas tales como torres, antenas e infraestructuras energéticas de transporte y de tratamiento de residuos que no supongan una ocupación mayor a 200 m ² .
Infraestructuras Extensivas Aquellas de carácter extensivo y no lineal, con superficie ocupada mayor de 200 m ² .
Infraestructuras Lineales Las vías verdes, los carriles bici, las infraestructuras viarias, ferroviarias y de transporte público integrado, en sus distintas modalidades. Igualmente, se incluyen los servicios esenciales o de interés general de electrificación, energía y telecomunicaciones.
Infraestructuras Hidráulicas Diferentes redes lineales de servicios públicos de abastecimiento de agua, saneamiento y evacuación, así como sus instalaciones complementarias, tales como embalses, presas, conducciones, canales, derivaciones, redes de distribución y tratamiento de las aguas e infraestructuras de saneamiento y evacuación.

2. ESTUDIO DE RIESGOS MINEROS

2.1. OBJETIVO

El objetivo del Estudio de Riesgos Mineros será conocer en detalle y evaluar los riesgos relacionados con la actividad minera abandonada, en una parcela cuya superficie sea suelo afecto por riesgos de la minería, y para la elaboración de un plan de actuación, adaptado a dichos niveles de riesgo, que garantice la seguridad para las personas, bienes y el medio ambiente, en relación con las actividades que se pretenda desarrollar en dicha localización.

La utilización de unos minados antiguos para un uso diferente del minero, que implique la presencia de personas en estos, para el desarrollo de actividades industriales, civiles, como lugares de reunión, culturales o de ocio, también deberá estar sujeta al ERM. En este caso, la parcela a considerar será el polígono que inscribe las labores que van a ser empleadas.

2.2. FASES DEL ESTUDIO DE RIESGOS MINEROS

La primera fase del estudio será el inventario de los elementos de riesgo, y consistirá en la realización de un inventario de elementos mineros susceptibles de producir riesgo, situados dentro de la "zona de estudio" ZE, que incluye la parcela, una franja de 500 metros alrededor de esta y además su cuenca hidrográfica, tal y como ha sido previamente definida. Se incluirán todos los elementos, utilizando los tipos establecidos en la tabla 1, incluyendo una descripción de las características más relevantes de cada elemento.

En la segunda fase se procederá al análisis y evaluación de los riesgos. Se determinará de qué forma afecta a la parcela y a los usos previstos, cada uno de los riesgos asociados a cada elemento minero de los recogidos en el inventario. El tratamiento de los riesgos para cada elemento presente deberá contener, al menos, el análisis de los aspectos que se definen en la presente Guía, con los procedimientos de investigación, los métodos y las condiciones de evaluación establecidos.

En la tercera fase se elaborará un plan de actuaciones que permita eliminar los riesgos que se deriven de la fase de análisis, evitando el peligro sobre las personas y el medio ambiente. Con un nivel de concreción de Anteproyecto (error máximo del 20% en presupuesto y plazos), incluirá, un capítulo de medidas preventivas,

relacionadas con el desarrollo de la actividad, tales como limitación de cargas o tránsitos sobre el terreno, sectorizaciones en los usos afectados y actividades a desarrollar en las parcelas, instalación de instrumentación piezométrica o de control geotécnico, y otro con las medidas de corrección del riesgo y protección, tales como rellenos, encauzamientos, drenajes, sostenimientos y fortificaciones, vallados, etc.

2.3. CONTENIDO

El documento Estudio de Riesgos Mineros, contendrá:

§ Descripción y delimitación de la parcela afectada por riesgos de la minería y la zona de estudio.

§ Inventario de elementos mineros abandonados.

§ Análisis y evaluación de riesgos.

§ Plan de actuaciones, que será suscrito por técnico competente para identificar los riesgos inherentes a las operaciones y los procesos mineros, conoecedor por tanto de los diferentes elementos que pueden producir riesgos.

§

3. CONTENIDO Y PROCEDIMIENTO GENERAL DEL ESTUDIO DE RIESGOS MINEROS

3.4. CARTOGRAFÍA, PLANOS Y MAPAS

La Cartografía de referencia para la adecuada localización de los elementos representados será el Mapa Topográfico Regional. Escala 1:5.000.

Se realizará levantamiento topográfico de la parcela más una franja de terreno de 500 metros alrededor de la misma con la precisión de un plano a escala 1:1000.

Se trabajará en coordenadas UTM en los sistemas de referencia: ED50 y ETRS89.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA Y ZONA DE ESTUDIO

Se realizará una descripción general de la parcela afectada por riesgos de la minería y de la zona de estudio, aportando los siguientes capítulos:

§ Localización, accesos e Infraestructuras existentes.

§ Entorno Industrial y Urbano próximo: Poblaciones y Usos del suelo. Actividades socio-económicas principales.

§ Entorno Medioambiental y Cultural. Principales figuras de protección y elementos patrimoniales.

§ Geomorfología y Geología general.

§ Topografía, Red de drenaje y Cuenca de recepción.

§ Hidrología: caudales pico de crecida.

§ Antecedentes mineros.

§ Descripción cualitativa y cuantitativa de los Usos y Actividades a desarrollar en la parcela. Superficies ocupadas y su función.

§

3.6. INVENTARIO DE ELEMENTOS MINEROS

La primera fase del Estudio de Riesgos es la realización del inventario de elementos mineros de riesgo dentro de la ZE. En el epígrafe 1.2 y en la tabla 1 se

relacionan los elementos propios de la actividad minera abandonada y los riesgos que dichos elementos pueden entrañar.

La primera etapa será la de localización de estos elementos en la ZE. Una parte de los elementos no se encuentran en la superficie, por lo que habrá que manejar fuentes de información en las que puedan ser citados, tales como el Registro minero, en el que figuran las concesiones de explotación, inventarios de Balsas y Escombreras, inventario de Pozos Mineros de la Región de Murcia (Sierra Minera), inventarios de elementos patrimoniales de los territorios mineros declarados o propuestos como Bien de Interés Cultural, el Archivo General de la Región de Murcia, y cualquier otro estudio o antecedente público o privado: libros, planos de labores, guías de visita o archivos privados.

Se realizará una inspección de campo para georreferenciar el perímetro de los elementos mineros, principales características y dimensiones relevantes, de todos los elementos accesibles, con un adecuado reportaje fotográfico. Se recogerán todos los indicios de elementos subterráneos: pozos de extracción, planos inclinados y rampas, socavones de acceso y chimeneas y pozos de ventilación. Se ubicarán sobre un plano a escala 1:5.000.

La existencia de una concesión minera, junto a cualquier otro indicio de minado subterráneo, en la ZE, tal como la existencia de Infraestructuras EM6 y construcciones EM7, y en cualquier caso la presencia de cualquiera de éstos, conducirá a considerar, en el inventario inicial, la presencia de un minado superficial EM1 y otro profundo EM2, independientemente de que, con posterioridad y como consecuencia de los estudios de detalle, pueda demostrarse su inexistencia o irrelevancia.

Resultados: Fichas de Inventario

Como resultado de esta fase se elaborarán e incorporarán las fichas de inventario, una para cada elemento minero, en las que la denominación se realizará con el código de tipo "EM más la cifra del 1 al 9 que le corresponda", acompañado de un número de orden de tres cifras comenzando por el 001.

En esta ficha figurarán, para cada elemento, al menos los siguientes contenidos:

- § Planos de localización y accesos que comprendan toda la ZE.
- § Plano con la georreferenciación del elemento minero. La coordenada interior de la superficie de elemento minero.
- § Nombre, número de registro y planos de las concesiones mineras a las que pertenece, si los hubiera.
- § Descripción Geológico-Geotécnica de los terrenos de toda la ZE. Descripción del estilo geológico, descripción de los materiales aflorantes y de la serie litológica, con una clara distinción entre suelos o rellenos, rocas blandas (de resistencia a compresión < 20 MPa) y rocas competentes.
- § La descripción de las principales características del elemento minero, si fuera preciso por subelementos, mediante texto, fotografías y dibujos esquemáticos, y las principales dimensiones.
- § Otras observaciones de la inspección, en relación con el acceso y los indicios de riesgo que puedan ser evaluados de forma directa, según los tipos descritos en la tabla 1.

3.7. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

Una vez que conocemos los elementos mineros generadores de riesgo, presentes en la zona, y que figuran en el inventario, se tratará de efectuar el análisis de dichos riesgos, para cada uno de los elementos que lo induzcan.

El procedimiento de Análisis y Evaluación de Riesgos, con las etapas aquí definidas, establece la estructura básica de este capítulo en un Estudio de Riesgos Mineros. Se incorporarán, además, a este procedimiento, todos los contenidos específicos relacionados con riesgos concretos asociados a los elementos más característicos, y que se recogen también en este anexo técnico.

3.7.1. Identificación de los riesgos

Se realizará cruzando los posibles riesgos provocados por elementos presentes en la zona (tabla 1) con aquellos que pueden afectar al uso que se pretende validar (tabla 2). Tras este proceso se elaborará la lista de riesgos a evaluar.

Por ejemplo, una infraestructura lineal en cuya zona de estudio asignable existe una escombrera EM5 y unos pozos de ventilación EM6.

Consideraríamos en el inventario la existencia de minados superficiales y profundos EM1 y EM2 con motivo de la existencia de los pozos de ventilación. Tendríamos que analizar los riesgos que afectan al uso "infraestructura lineal" en la tabla 1. De ese proceso se deriva la siguiente lista de riesgos a evaluar:

R1.EM1. COLAPSO provocado por el minado superficial EM1.

R2.EM1 HUNDIMIENTO TERRENO provocado por el minado superficial EM1.

R2.EM2. HUNDIMIENTO TERRENO provocado por el minado profundo EM2.

R3.EM1. SUBSIDENCIA provocada por el minado superficial EM1.

R3.EM2. SUBSIDENCIA provocada por el minado profundo EM2.

R4.EM5. DESLIZAMIENTO provocado por la escombrera EM5.

R5.EM5. DESPRENDIMIENTO provocado por la escombrera EM5.

R6.EM5. ENTERRAMIENTO provocado por la escombrera EM5.

R10.EM5. AFECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE Y LA SALUD HUMANA provocado por la escombrera EM5, en tanto no se acredite que son residuos mineros inertes.

3.4.2. Análisis de los riesgos

Una vez se dispone de la lista de riesgos a evaluar, el proceso de análisis comienza con el desarrollo los trabajos de investigación de campo con el objetivo de conocer en detalle el elemento minero que los induce. Se desarrollarán los trabajos necesarios para toma de muestras y ensayos, de forma que se disponga de todos los datos que permitan la definición de los modelos de superficie y subsuelo sobre los que proceder a la evaluación del riesgo.

Anexo de los trabajos de campo, a cumplimentar cuando se hayan concluido estos, contendrá la siguiente información, expuesta de forma clara y bien organizada:

§ La identificación del Personal Técnico que desarrolla los distintos trabajos, nombre, formación y funciones.

§ Planos de los itinerarios de inspección desarrollados en la ZE.

§ Los planos de sondeos, rozas o calicatas, el número y la denominación de las muestras, y el resultado de los ensayos. Identificación oficial del laboratorio o Centro de Investigación donde se realizan los ensayos geotécnicos o químicos.

§ La descripción de la técnica de los ensayos realizados in situ, la configuración de los aparatos de medida, y de las sondas y los resultados, con el informe de interpretación suscrito por el técnico responsable de su ejecución.

§ La descripción de la técnica geofísica empleada, energía utilizada y distancia entre electrodos, disposición en el campo de los equipos y perfiles, software de interpretación de los resultados, con el informe de interpretación suscrito por el técnico responsable de su ejecución.

Definición del modelo geotécnico del subsuelo, y también del modelo geoquímico, cuando proceda, en razón de si se están abordando riesgos geotécnicos o químicos. Se aportará, mediante tablas y planos, una descripción de la ZE que incluya los elementos que van a ser evaluados.

Los valores geomecánicos o químicos se mostrarán en los perfiles de dichos planos, de forma que se puedan obtener conclusiones de tipo cualitativo y cuantitativo, zonificaciones en base a intervalos o umbrales numéricos, y efectuar los cálculos que permitirán la evaluación de factores de seguridad.

3.7.2. Evaluación de los riesgos

Se realizará sobre el modelo geotécnico o geoquímico, de forma numérica, mediante factores de seguridad o umbrales máximos o mínimos.

Se utilizarán métodos de evaluación apropiados y herramientas de cálculo suficientemente contrastadas, dando prioridad a aquellos métodos y procedimientos avalados por la normativa y utilizando, en caso de ausencia de la misma, metodologías contrastadas por sociedades internacionales como la Sociedades Internacionales de Mecánica de Rocas (ISRM) y de Mecánica de Suelos (ISSMGE).

La metodología expuesta será la que se utilice en todos los casos, con las especificidades que resulten de aplicar al Estudio el contenido específico que resulte, de acuerdo con los elementos presentes y los riesgos identificados.

3.8. PLAN DE ACTUACIÓN

Cuando del proceso de Evaluación de Riesgos se deduzca la inexistencia de riesgo, el cumplimiento de los umbrales establecidos en forma de factores de seguridad frente a la estabilidad geotécnica, frente a la exposición a tóxicos, al ataque químico o riesgos físicos, se dará por concluido el Estudio, y no será necesaria la elaboración de un Plan de Actuación, lo que deberá quedar suficientemente justificado en el Estudio.

En caso contrario, se deberá elaborar un plan de actuaciones que permita eliminar o corregir los riesgos identificados y evaluados de forma desfavorable. Incluirá las medidas diseñadas para mejorar las condiciones de riesgo evaluadas y, por tanto, acreditar la inexistencia de riesgo en el tiempo.

Las medidas establecidas en el plan deberán ser tales que, incorporadas al modelo de evaluación, logren que dicha evaluación sea favorable, lo que tendrá que ser demostrado realizando de nuevo la evaluación.

El tipo de medidas que podrán ser propuestas para la aprobación del Estudio de Riesgos serán:

§ Medidas de corrección del riesgo y protección: rellenos de huecos, encauzamientos, drenajes, sostenimientos y fortificaciones, descontaminación de suelos, inertización y cubrición, vallados, cerramientos, etc.

§ Medidas preventivas relacionadas con el desarrollo de la actividad: limitación de cargas o tránsitos sobre el terreno, sectorizaciones en el uso de la parcelas, etc.

§ Medidas complementarias relacionadas con la detección y alerta temprana de riesgos: instalación de instrumentación piezométrica, control extensométrico o inclinométrico, control sísmico, etc.

§ Otras medidas: campañas de información, temporalización de la actividad, etc.

El plan de actuación deberá definir y concretar las características de las diferentes medidas, de forma que se puedan valorar con una estructura y nivel de estimación tipo Anteproyecto, con un error máximo del 20%, y con un cronograma de estimación mensual, con el mismo nivel de certidumbre.

Además el Plan de Actuación recogerá la relación de documentos a incorporar con el Proyecto de Técnico de Adecuación del Suelo PTAS.

4. CONTENIDO ESPECÍFICO DEL ESTUDIO DE LOS RIESGOS PRODUCIDOS POR LOS MINADOS

Las excavaciones subterráneas, tanto de investigación y acceso al mineral, pozos y galerías, como las propias cámaras de explotación, tienen una serie de manifestaciones antrópicas en superficie, que son las chimeneas o pozos de ventilación, los pozos de extracción y las galerías y socavones de acceso. Dentro de las antiguas concesiones mineras, los planos de las labores, en multitud de ocasiones no existen o no están actualizados al momento del cierre.

La utilización de unos minados antiguos para actividades diferentes de las mineras, que implique la presencia de personas en éstos, para el desarrollo de actividades industriales, civiles, como lugares de reunión, culturales o de ocio, requiere también un tratamiento especial dentro del Estudio de Riesgos Mineros.

Los contenidos específicos, aquí establecidos, vienen a completar y detallar los procedimientos de análisis y evaluación que se citan en los Contenidos y Procedimientos Generales del Estudio de Riesgos Mineros, para el caso de Riesgos producidos por los Minados Superficiales y Profundos EM1 y EM2.

Se deberán recopilar los antecedentes sobre las labores relacionadas con las concesiones mineras existentes en la parcela de estudio, con el objetivo de localizar las labores o vacíos subterráneos, o garantizar su inexistencia.

Una vez desarrollado el inventario de los elementos de riesgo situados dentro de la ZE, habrá que relacionar los elementos de tipo EM6 y EM7 con los minados a los que servían como infraestructuras de transporte o ventilación.

Es preciso, además, conocer la capacidad mecánica de los terrenos que separan estos minados de la superficie y plantear las diferentes hipótesis de deterioro.

En este apartado se definen los trabajos que, como mínimo, habrá que realizar en cada caso, quedando a criterio del técnico responsable del Estudio el completar los trabajos, en función de los resultados obtenidos.

Plano de grietas e indicios de inestabilidad

Para confeccionarlo se efectuará un estudio de los posibles indicios de colapsos, hundimientos y subsidencias en superficie: depresiones del terreno y grietas.

Se realizarán itinerarios de inspección que permitan barrer toda la ZE, que será la parcela y la franja de terreno de 500 m alrededor de esta. Se dispondrá de la información en malla de 50 metros., realizando una serie de perfiles paralelos distanciados cada 50 metros, y otra serie transversal, perpendicular a la anterior, con la misma separación entre perfiles. La información se almacenará de manera georreferenciada. Se inspeccionarán también, si las hubiere, las labores más superficiales accesibles en búsqueda de agrietamientos y desplazamientos del terreno.

Las superficies de fractura se definirán por su dirección de buzamiento y por su buzamiento, mediante brújula tectónica. Se indicará si presentan salto, midiendo este. Se anotarán las siguientes características: su extensión, su ondulación y rugosidad según la escala de índice JCR de Barton, el índice de rebote de martillo Schmidt, el grado de alteración ISRM, la abertura y existencia de relleno o cemento y la presencia de agua.

Durante los itinerarios de inspección se aprovechará para localizar los afloramientos de roca compacta en superficie. En dichos afloramientos se realizarán 2 estaciones de medida del diaclasado, por cada litología aflorante, con 25 medidas por estación, para disponer de los datos con los que confeccionar los mapas de densidad del diaclasado.

La base cartográfica de dicha plano será la del levantamiento topográfico de la parcela más una franja de terreno de 500 metros alrededor de la misma. La escala del plano de grietas e indicios de inestabilidad será 1:1000.

En el plano de grietas e indicios de inestabilidad superficial y subterránea, se incluirán los datos de inspección sobre esta cartografía y aparecerán resaltadas las grietas de más de 2 metros de extensión que presenten salto entre sus laterales. Se incluirán también los datos de agrietamientos y desplazamientos del terreno, procedentes de la inspección subterránea de labores.

En los casos de implantación de actividades de Complejos Turísticos, Uso Residencial Global, Implantaciones Urbanísticas, Infraestructuras Extensivas e Infraestructuras Hidráulicas, se realizarán, complementariamente, estudios de deformaciones del terreno por técnicas de interferometría radar.

4.9. EM1. MINADOS SUPERFICIALES; RIESGOS DE COLAPSO Y HUNDIMIENTO

La presencia de minados superficiales, considerando como tales aquellos cuyo techo labores se encuentre a menos de 60 metros de la superficie, se investigará, principalmente, mediante sondeos a testigo continuo, con el seguimiento y levantamiento de la columna litológica y con una especial atención a las grietas y cavidades. De dichos sondeos se obtendrán además las muestras para los ensayos mecánicos característicos de suelos, rocas blandas o rocas duras, que permitan conocer sus capacidades geotécnicas y realizar correctamente los cálculos de estabilidad.

Trabajos de campo: sondeos y geofísica

Los sondeos se realizarán a testigo continuo de, al menos, 50 mm de diámetro y con una profundidad de, al menos, 60 m.

La superficie para el estudio de colapso y hundimientos, que será cubierta por estos sondeos, será la correspondiente a la parcela y un perímetro de protección de 50 metros en torno a esta. En dicha superficie se realizarán 8 sondeos por

hectárea. La separación aproximada entre sondeos será de 50 m entre sondeos de una fila y 25 m entre dos filas consecutivas, con distribución al tresbolillo.

Podrá reducirse el número de sondeos, hasta un mínimo de 4 por hectárea, para lo cual, se sustituirá cada uno de los sondeos no realizados por perfiles de tomografía eléctrica o sísmica de reflexión con una longitud de perfiles que permitan obtener información del subsuelo hasta una profundidad mínima de 120 m, debidamente apoyados en el resto de sondeos, de manera que cubran adecuadamente las zonas entre sondeos. En este caso, la distancia máxima entre dos sondeos consecutivos de una misma fila o columna no sobrepasará los 60 m.

Esta sustitución podrá hacerse también por pozos de ventilación o extracción ya existentes, o por sondeos a rotopercusión con martillo en fondo, que tengan al menos 60 m de profundidad y que puedan ser inspeccionados mediante cámara de sondeos, con indicación de profundidad, para conocimiento de litologías y averiguar la existencia de galerías o niveles superficiales.

Se efectuará el seguimiento de los sondeos y se archivarán las fotografías de todas las cajas portatestigos.

Ensayos geomecánicos

En 4 de los sondeos a testigo continuo, existentes en cada hectárea de la superficie cubierta por el estudio de colapso, se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 3 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo. Se harán también ensayos de permeabilidad tipo Lefranc, a razón de dos por cada horizonte geológico atravesado.

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: Cada 5 metros o fracción, determinación del RQD y habrá que efectuar un ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y un ensayo de tracción indirecta brasileño por cada 10 m.

Para el cálculo de los límites elásticos en los horizontes de suelos y rocas blandas arcillosas, se efectuarán ensayos in situ de tipo presiométrico, a razón de uno por cada 5 sondeos o fracción, para cada horizonte litológico de esta naturaleza.

Se organizará en un Anexo toda la información de antecedentes y trabajos de campo.

Expresión de los resultados Geomecánicos

Se realizará el tratamiento de densidad de diaclasado, mediante mapas de densidad de polos en plantilla de Schmidt, para lo que se recomienda el uso del programa DIPS. El resultado permitirá la identificación de las principales familias de juntas sistemáticas.

Para cada material geológico obtendremos los resultados geomecánicos siguientes:

§ (1) Juntas y diaclasas

Envolvente de Barton-Choubey definida por los coeficientes de rugosidad y de dureza de juntas, el ángulo residual y la resistencia a compresión.

§ (2) Suelos y rocas blandas:

Envolvente de Mohr-Coulomb definida por la cohesión y la fricción.

§ (3) Rocas blandas y duras en roturas del macizo a gran escala:

Envolvente de Hoek y Brown 2002, definida por las constantes de la roca a , s y m .

Se recomienda el uso del programa ROCLAB.

Modelo geotécnico del subsuelo

Con todos los antecedentes, trabajos de investigación de campo, resultado de los ensayos, los planos de grietas e indicios de inestabilidad, se elaborará un documento de síntesis de los resultados. El modelo geotécnico del subsuelo contendrá, al menos, la siguiente información:

§ La descripción geológica de los terrenos presentes.

§ Las características geotécnicas: resistencias y módulos, envolventes, presencia de agua. Inestabilidades potenciales y observadas.

§ La descripción de las grietas, grandes fracturas y sistemas de diaclasas. Los mapas de densidad de diaclasado y su relación con la tectónica de escala 1:200.000 y 1:50.000 de la serie MAGNA.

§ La definición geométrica de los huecos subterráneos existentes.

Se realizarán planos con las secciones del terreno, cada 25 metros, en dos direcciones transversales, que vendrán apoyadas en los sondeos y perfiles de tomografía. Dichos planos y secciones abarcarán toda la zona de las cavidades, y en ellos se reflejará de forma precisa la información geotécnica del subsuelo.

Evaluación del riesgo de hundimiento y colapso

La evaluación del riesgo consistirá en calcular la estabilidad frente a hundimientos y colapsos, que será evaluada mediante métodos de mecánica de rocas y suelos contrastados por las sociedades internacionales en esta materia: ISRM y ISSMGE.

Se emplearán métodos tenso-deformacionales, mediante programas de tratamiento en dos dimensiones, tales como PHASES 2D o FLAC 2D. Complementariamente, podrán utilizarse programas de diferencias finitas en tres dimensiones como FLAC 3D.

Los cálculos se efectuarán sobre las secciones del modelo, que cubrirán toda la parcela y el perímetro de protección de 50 m. Se aplicará en ambas direcciones, con separación de 25 metros entre perfiles.

Se emplearán las hipótesis de carga adecuadas al uso previsto en el exterior, y los valores de aceleración sísmica de la normativa técnica de edificación de la zona, adoptando la saturación propia de los materiales presentes.

Se comprobará la estabilidad de la franja de subsuelo existente entre la cavidad y la superficie, mediante estos métodos tenso-deformacionales. Para ello se calculará el factor de seguridad, que deberá en todas las secciones superar el valor 1,5, para las hipótesis de carga indicadas. También se obtendrá el factor de reducción de la resistencia mínimo para la estabilidad, que deberá superar en todas las secciones el valor 1,5. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (3).

La estabilidad de los techos y hastiales de las cavidades se calculará obteniendo las zonas de plastificación de roca en torno a los minados, que serán aquellas con un FS menor de 1,1. No podrán superar los 2 metros en ningún punto. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (3).

Se calcularán también las deformaciones superficiales, aportando los descensos y giros del terreno en la superficie, que pudieran provocarse a causa de las sobrecargas de la actividad o del posible deterioro de las cavidades por inundación, colapso de pilares, bóvedas o cuñas de techo. Tendrá que demostrarse que son compatibles con los usos propuestos.

Plan de Actuaciones

En caso de que los Riesgos identificados hayan sido evaluados de forma desfavorable, se deberá elaborar un plan de actuaciones que permita eliminar o controlar dichos riesgos.

Las medidas establecidas en el plan deberán ser tales que, incorporadas al modelo de evaluación, logren que dicha evaluación sea favorable, lo que tendrá que ser demostrado repitiendo la evaluación.

El tipo de medidas y su nivel de concreción queda establecido en el apartado de Contenido y Procedimiento General del Estudio de Riesgos Mineros.

4.10. EM2. MINADOS PROFUNDOS; RIESGO DE SUBSIDENCIA

El colapso progresivo de minados profundos, cuyo techo se encuentre a más de 60 metros de la superficie, provoca subsidencias del terreno.

Las subsidencias dan lugar en la superficie del terreno a importantes deformaciones. La superficie va adoptando una forma de cuenco o artesa, en un área cuyo centro, más deprimido, coincide con la planta de los minados que colapsan y que se extiende, alrededor de esta, a una distancia, del perímetro de minados, de una magnitud equivalente a la profundidad de estos.

Para la minería metálica, abordada mediante cámaras con macizos y pilares de sostenimiento, que es la que se ha desarrollado en la Región de Murcia, los colapsos se producen por el lento deterioro de los techos, pilares y hastiales, a causa de la inundación, ataque químico, pequeños sismos, etc. Las condiciones de abandono de huecos en cada mina subterránea no son conocidas, pudiéndose producir estos colapsos decenas de años después del abandono de labores. Una vez iniciado el proceso de subsidencia, el período hasta el cese de las deformaciones se suele prolongar más allá de una década.

La superficie deformada, en un proceso subsidente, adquiere la forma de un plato, con centro situado en la zona inmediatamente encima de las labores que colapsan, produciéndose hundimientos del terreno que pueden alcanzar los 2 metros. Los bordes de la artesa de subsidencia pueden estar a varios centenares de metros del centro y, en estos, se producen giros del terreno que pueden llegar a los 0,5 grados sexagesimales. Los bordes son zonas de tracción del terreno en las que pueden aparecer grietas y en el centro la superficie del terreno está sometida a compresiones.

Zona sin riesgo de subsidencia

Consideraremos que no existe riesgo de subsidencia en una parcela, en cuyo caso no tendríamos que analizar este riesgo, cuando ocurra de manera simultánea que:

§ Una vez evaluado el riesgo de colapso o hundimiento de la parcela, en el área de esta y su perímetro de protección de 50 m, al estudiar los minados superficiales, habiendo seguido los procedimientos de análisis y evaluación de la presente Guía, estos riesgos no existen.

§ No existen, en toda el área de la ZE, por la parte externa a la zona ya estudiada, otros elementos de acceso y ventilación de mina: chimeneas o pozos de ventilación, pozos de extracción, galerías o socavones de acceso.

§ Las grietas de más de 2 m de extensión medidas en superficie no son abiertas ni presentan salto. No presentan, sobre los planos de grietas elaborados para el estudio de minados superficiales, una disposición geométrica que indique alineamiento o paralelismo. No superan en extensión los 10 m.

a) Trabajos de campo en zonas con labores subterráneas accesibles

Cuando en la ZE, exista suficiente documentación previa, y puedan ser cartografiadas e inspeccionadas las labores existentes, conectando topográficamente en los planos los elementos de acceso y ventilación, de forma que pueda ser acotada la zona de labores por niveles, en planta y alzados, se realizarán una serie de trabajos para completar el modelo geotécnico del subsuelo en profundidad.

Los trabajos de inspección se desarrollan para conocer el estado de los huecos, y también para conocer los terrenos que se encuentran por encima de los minados, hasta la superficie.

Inspección de labores subterráneas

Puesto que se va a acceder a la zona de minados antiguos, de acuerdo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria 06.0.01, sobre "Trabajos especiales, prospecciones y sondeos" del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, aprobado por R.D. 863/1985, de 2 de abril, se deberá, con carácter previo, tramitar una autorización de "Reconocimiento de labores antiguas" mediante un proyecto suscrito por técnico competente, en el que se aporte toda la información sobre el estado de las labores en las que se pretende efectuar los trabajos de investigación, y la relación de los trabajos con la localización de los mismos. Una vez contestada la solicitud, podrá comenzarse con dichos trabajos.

Se efectuará un estudio geológico de todas las labores, indicando las litologías presentes en estas, y la situación de los contactos y pasos de falla.

Se inspeccionarán todos los niveles de labores, tomando, en el caso de rocas compactas, muestras de techo y de hastiales cada 50 metros, con máquina saca-testigos eléctrica manual, de un mínimo de 50 mm y una suma de 2 metros de fragmentos de testigo, con longitudes mayores de 30 cm.

Cuando la roca sea blanda, se utilizará vane-test de campo y penetrómetro de mano para tomar un mínimo de 3 datos cada 25 metros o fracción de tramo de inspección en esa litología.

Se completará el plano de grietas e indicios de inestabilidad, con los datos de agrietamientos y desplazamientos del terreno que pudieran observarse, empleando los procedimientos para definir las superficies de fractura señalados en el apartado "plano de grietas e indicios de inestabilidad".

Se fotografarán y describirán todos aquellos lugares que presenten algún tipo de deterioro: derrumbes, hundimientos de techo, desprendimiento de hastiales, agrietamientos, surgencias y zonas inundadas. Se referenciarán y cartografiarán esos puntos.

Se inspeccionarán con cámara de video las chimeneas y pozos de ventilación y acceso.

Sondeos a testigo continuo

Se efectuará un sondeo por cada una de las áreas de minados independientes que existan en la ZE, los diferentes niveles de una mina o la agrupación de minados en un mismo filón.

Se realizarán con un diámetro de testigo mínimo de 50 mm y con una profundidad suficiente para llegar al techo del último nivel de las labores, en la zona central de estas.

Se inspeccionarán con cámara de video todos los sondeos.

Los sondeos quedarán equipados con una tubería preparada para la medición de movimientos horizontales y verticales del terreno mediante sondas inclinométricas y extensométricas.

Ensayos geomecánicos

Sobre el conjunto de muestras obtenidas, con máquina saca-testigos eléctrica manual, en cada uno de los puntos de muestreo de las labores se les realizarán:

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: 3 ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y 1 ensayo de tracción indirecta brasileño.

En los sondeos a testigo continuo, realizados en cada una de las áreas de minados, se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 5 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo.

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: Cada 10 metros o fracción, determinación del RQD y habrá que efectuar un ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y un ensayo de tracción indirecta brasileño por cada 10 m.

Se organizará en un Anexo toda la información de antecedentes y trabajos de campo.

b) Trabajos de campo en zonas con labores subterráneas inaccesibles

Lo más habitual será que no existan planos de las labores subterráneas o que no estén actualizados. Las galerías y pozos pueden, además, estar muy deteriorados, con hundimientos o zonas inundadas o por debajo del nivel freático actual. En ese caso, las condiciones para el acceso e inspección de labores son muy adversas y se entenderán como inaccesibles las labores, debiendo realizar un mayor número de trabajos desde el exterior para conocer el estado de los minados.

Se inspeccionarán con cámara de video las chimeneas y pozos de ventilación y acceso.

Sondeos

Se efectuarán dos sondeos a testigo continuo, separados unos 200 m, por cada una de las áreas de minados independientes que existan en la ZE, diferentes niveles de una mina o agrupación de minados en un mismo filón.

Se realizarán con un diámetro de testigo mínimo de 50 mm y con una profundidad suficiente para que lleguen al techo del último nivel de las labores en la zona central de estas, o en su defecto a 400 m.

Se realizará un sondeo a rotoperCUSión por cada sondeo de testigo continuo, de igual longitud, y a unos 100 m de distancia de su par, con objeto de realizar tomografía "cross-hole", por lo que se situarán en la zona en la que mayor información pueda obtenerse. Se efectuará dicha tomografía.

Se inspeccionarán con cámara de video todos los sondeos.

Al finalizar se procederá al equipamiento de los sondeos con una tubería preparada para la medición de movimientos horizontales y verticales del terreno mediante sondas inclinométricas y extensométricas.

Ensayos geomecánicos

En los sondeos a testigo continuo, realizados en cada una de las áreas de minados, se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 5 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo,

§ humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo.

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: Cada 10 metros o fracción, determinación del RQD y habrá que efectuar un ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y un ensayo de tracción indirecta brasileño por cada 10 m.

Se organizará en un Anexo toda la información de antecedentes y trabajos de campo.

Expresión de los resultados Geomecánicos

Se realizará el tratamiento de densidad de diaclasado, mediante mapas de densidad de polos en plantilla de Schmidt, para lo que se recomienda el uso del programa DIPS. El resultado permitirá la identificación de las principales familias de juntas sistemáticas para diferenciar las fracturas y grietas que se hayan registrado.

Para cada material geológico obtendremos los resultados geomecánicos siguientes:

§ (1) Juntas y diaclasas

Envolvente de Barton-Choubey definida por los coeficientes de rugosidad y de dureza de juntas, el ángulo residual y la resistencia a compresión.

§ (2) Suelos y rocas blandas:

Envolvente de Mohr-Coulomb definida por la cohesión y la fricción.

§ (3) Rocas blandas y duras en roturas del macizo a gran escala:

Envolvente de Hoek y Brown 2002, definida por las constantes de la roca a , s y m .

Se recomienda el uso del programa ROCLAB.

Modelo geotécnico extendido del subsuelo

Con todos los antecedentes y trabajos de investigación de campo, indicios de grietas y sondeos, y con los resultados de los ensayos, se elaborará un documento de síntesis de los resultados. Este modelo geotécnico extendido del

subsuelo, de mayor extensión en planta y en profundidad que el utilizado para la evaluación de riesgos por minados superficiales, estará "acoplado" al modelo geotécnico del subsuelo, preparado para dicho análisis.

El modelo extendido aportará la siguiente información:

§ La descripción geológica de los terrenos presentes.

§ Las características geotécnicas: resistencias y módulos, envolventes, presencia de agua. Inestabilidades potenciales y observadas.

§ La descripción de las grietas, grandes fracturas y sistemas de diaclasas. Los mapas de densidad de diaclasado y su relación con la tectónica de escala 1:200.000 y 1:50.000 de la serie MAGNA.

§ La definición geométrica de los huecos subterráneos existentes por sectores y niveles, con indicación de las zonas inestables y deterioradas.

Se realizarán planos con las secciones del terreno, cada 50 metros, en dos direcciones transversales, apoyados en los sondeos y perfiles de tomografía cross-hole. En dichos planos y secciones se reflejará de forma precisa la información del modelo.

Evaluación del riesgo de subsidencia

La evaluación del riesgo consistirá en calcular por un lado la probabilidad de subsidencia y por otro los efectos de la subsidencia.

Para los cálculos de deformaciones en superficie se utilizarán métodos de mecánica de rocas y suelos, contrastados por las sociedades internacionales en esta materia: ISRM y ISSMGE.

Para el análisis tenso-deformacional se emplearán programas, en dos y tres dimensiones, tales como PHASES 2D, EXAMINE 3D o FLAC 3D sobre los perfiles, utilizando hipótesis conservadoras en el caso de que no se conozcan con precisión datos que puedan ser relevantes (anchura, altura, o recubrimiento de los huecos, etc.).

Los cálculos se efectuarán en tres dimensiones o sobre los perfiles del modelo, en ambas direcciones, con separación de 50 metros entre perfiles. Se comprobará la estabilidad de los huecos del modelo extendido para todas las secciones. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (3).

La subsidencia podrá producirse si los huecos no son estables. Los factores de seguridad se calcularán para los valores de aceleración sísmicas de la normativa técnica de edificación de la zona, y adoptando la saturación propia de los materiales presentes.

Se considerará una zona de plastificación alrededor de las cavidades, con un espesor máximo de 2 metros, que podrá tener un factor de seguridad menor de 1,1. El resultado de la estabilidad vendrá dado por el menor valor del Factor de Seguridad que se tenga fuera de dicha zona de plastificación.

Se catalogará el Riesgo como la probabilidad de subsidencia, en uno de los siguientes apartados:

§ Alta: Existen indicios de deformación superficial, con redes de fracturas geoméricamente dispuestas, los minados son inaccesibles al presentar los accesos zonas hundidas o inundadas. Los cálculos geotécnicos no superan el factor de seguridad de 1,1.

§ Media: No existen indicios de deformación superficial, ni redes de fracturas geoméricamente dispuestas, pero si algunos minados inaccesibles con zonas hundidas. Los cálculos geotécnicos superan el factor de seguridad de 1,1.

§ Baja: No existen indicios de deformación superficial, ni redes de fracturas geoméricamente dispuestas, todos los minados son accesibles y sin zonas hundidas. Los cálculos geotécnicos superan el factor de seguridad de 1,5.

§ Nula: No existen indicios de deformación superficial, ni redes de fracturas geoméricamente dispuestas, los minados profundos son inexistentes (tan solo consisten en alguna labor de investigación superficial).

Se describirán los efectos de la subsidencia sobre el modelo: para ello se determinarán las deformaciones actuales, como resultado de eliminar los huecos del modelo, y las deformaciones que se podrían producir por el colapso de los huecos, induciendo éste mediante un reblandecimiento progresivo de los terrenos de la zona de techos y pilares.

Se darán los resultados de máximas deformaciones y los giros, al colocar la parcela dentro de la cubeta de subsidencia, las zonas de borde y centrales.

Plan de Actuaciones en zonas con probabilidad de subsidencia

En casos en que la probabilidad de subsidencia sea "media", se podrá aplicar acciones de refuerzo o relleno sobre el modelo para conseguir una probabilidad baja. Estas medidas que tendrán que incluirse en el Plan de Actuaciones, deberán ser tales que, incorporadas al modelo de evaluación, logren que dicha evaluación sea favorable, lo que tendrá que ser demostrado repitiendo la evaluación.

El tipo de medidas y su nivel de concreción queda establecido en el apartado de Contenido y Procedimiento General del Estudio de Riesgos Mineros.

Con carácter general se podrá edificar sin restricciones geotécnicas especiales en las zonas con probabilidad de subsidencia "nula".

Para edificar, sin restricciones, en las zonas con probabilidad de subsidencia "baja" deberán controlarse previamente, durante 5 años, los posibles hundimientos y movimientos de la ZE, que incluye la parcela y la zona de 500 m alrededor del perímetro.

Para ello, en cada zona de minados considerada se instalarán cuatro sensores sísmicos de aceleración, y se mantendrán durante ese período de 5 años para garantizar que no se están produciendo colapsos ni hundimientos en los minados. De igual manera, se establecerá una red de hitos topográficos para el control de movimientos superficiales, que cubra toda el área de estudio.

En ese período de 5 años, cada 6 meses, se realizará una altimetría de precisión sobre la red de control, y se tomará lectura de los movimientos horizontales (inclinómetros) y verticales (extensómetros) en los sondeos, de forma que pueda identificarse prematuramente una subsidencia.

En los casos de implantación de actividades de Complejos Turísticos, Uso Residencial Global, Implantaciones Urbanísticas, Infraestructuras Extensivas e Infraestructuras Hidráulicas, se realizarán, complementariamente, estudios de deformaciones del terreno por técnicas de interferometría radar.

El informe de subsidencia con los resultados de las medidas, realizados durante este período permitirá, si se observan movimientos sin tendencia ascendente y por debajo de los 0,01 m, catalogar la zona como de probabilidad de subsidencia baja sin restricciones de edificabilidad.

4.11. UTILIZACIÓN DE UN MINADO ABANDONADO

En este caso, la parcela a considerar en superficie, será el polígono que inscribe las labores que van a ser empleadas, de forma que la ZE se establece, de forma habitual, como la superficie de dicha parcela más la franja de terreno de 500 m alrededor de esta, y su cuenca hidrográfica. De esta manera se estudiarán también otros elementos que pudieran afectar sobre el minado que se pretende utilizar.

Se efectuará por tanto, un Estudio de Riesgos Mineros con los Contenidos Generales y Específicos de cada uno de los elementos presentes en la ZE, y además un estudio específico en relación con aspectos de seguridad básicos del minado que pretende ser utilizado y que aquí se incluyen.

El objetivo es conocer la estabilidad geotécnica de los espacios subterráneos que se van a utilizar, para lo que se determinará la capacidad geotécnica de los materiales de recubrimiento, las condiciones de estabilidad a nivel general y, a menor escala el deterioro de los techos y los hastiales de todas sus labores.

Trabajos de Campo: Inspección subterránea

A partir de la documentación previa, serán cartografiadas e inspeccionadas las labores existentes, conectando topográficamente en los planos los elementos de acceso y ventilación, de forma que pueda ser perfectamente descrita la zona de labores por niveles, mediante plantas y alzados.

Los trabajos de inspección se desarrollan para conocer el estado de los huecos, y también para conocer los terrenos que se encuentran por encima de los minados, hasta la superficie. Como último objetivo está el completar el modelo geotécnico del subsuelo, necesario para la evaluación de la estabilidad.

Puesto que se va a acceder a la zona de minados antiguos, de acuerdo establecido en la Instrucción Técnica Complementaria 06.0.01, sobre "Trabajos especiales, prospecciones y sondeos" del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, aprobado por R.D. 863/1985, de 2 de abril, se deberá, con carácter previo, tramitar una autorización de "Reconocimiento de labores antiguas" mediante un proyecto suscrito por técnico competente, en el que se aporte toda la información sobre el estado de las labores en las que se pretende efectuar los trabajos de investigación, y la relación de los trabajos con la localización de los mismos.

Se efectuará un estudio geológico de todas las labores, especificando las litologías presentes en estas, y la situación de los contactos y pasos de falla.

Se inspeccionarán todos los niveles de labores, tomando, en el caso de rocas compactas, muestras de techo y de hastiales cada 50 metros, con máquina saca-testigos eléctrica manual, de un mínimo de 50 mm y una suma de 2 metros de fragmentos de testigo, con longitudes mayores de 30 cm.

Cuando la roca sea blanda, se utilizará vane-test de campo y penetrómetro de mano para tomar un mínimo de 3 datos cada 25 metros o fracción de tramo de inspección en esa litología.

Se completará el plano de grietas e indicios de inestabilidad, con los datos de agrietamientos y desplazamientos del terreno que pudieran observarse, empleando los procedimientos de definición de las superficies de fractura señalados en el apartado "plano de grietas e indicios de inestabilidad".

Se fotografiarán y describirán todos aquellos lugares que presenten algún tipo de deterioro: derrumbes, hundimientos de techo, desprendimiento de

hastiales, agrietamientos, surgencias y zonas inundadas. Se referenciarán y cartografiarán esos puntos.

Se inspeccionarán con cámara de video las chimeneas y pozos de ventilación y acceso.

Sondeos a testigo continuo

Considerando, en este caso, como zona de cobertura para los sondeos la superficie correspondiente a la parcela y un perímetro de protección de 50 metros en torno a esta, se realizarán 8 sondeos por hectárea. La separación aproximada entre sondeos será de 50 m entre sondeos de una fila y 25 m entre dos filas consecutivas, con distribución al tresbolillo.

Los sondeos se realizarán desde la superficie, a testigo continuo de, al menos, 50 mm de diámetro y con una profundidad suficiente para llegar al techo del último nivel del conjunto de las labores que se va a utilizar, atravesando el mismo para tomar muestras en los últimos metros junto a la cavidad.

Podrá reducirse el número de sondeos, hasta un mínimo de 4 por hectárea, para lo cual, se sustituirá cada uno de los sondeos no realizados por perfiles de tomografía eléctrica o sísmica de reflexión con una longitud de perfiles que permitan obtener información del subsuelo hasta una profundidad mínima de 120 m, debidamente apoyados en el resto de sondeos, de manera que cubran adecuadamente las zonas entre sondeos. En este caso, la distancia máxima entre dos sondeos consecutivos de una misma fila o columna no sobrepasará los 60 m.

Esta sustitución podrá hacerse también por pozos de ventilación o extracción ya existentes, o por sondeos a rotopercusión con martillo en fondo, que tengan al menos 60 m de profundidad y que puedan ser inspeccionados mediante cámara de sondeos, con indicación de profundidad, para conocimiento de litologías y averiguar la existencia de galerías o niveles superficiales.

Se efectuará el seguimiento de los sondeos y se archivarán las fotografías de todas las cajas portatestigos.

Ensayos geomecánicos

Sobre el conjunto de muestras obtenidas, con máquina saca-testigos eléctrica manual, en cada uno de los puntos de muestreo de las labores subterráneas se les realizarán:

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: 3 ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y 1 ensayo de tracción indirecta brasileño.

En 4 de los sondeos a testigo continuo, existentes en cada hectárea de la superficie cubierta por el estudio, se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 5 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo. Se harán también ensayos de permeabilidad tipo Lefranc, a razón de dos por cada horizonte geológico atravesado.

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: Cada 5 metros o fracción, determinación del RQD y habrá que efectuar un ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y un ensayo de tracción indirecta brasileño por cada 10 m.

Para el cálculo de los límites elásticos en los horizontes de suelos y rocas blandas arcillosas, se efectuarán ensayos in situ de tipo presiométrico, a razón de uno por cada 5 sondeos o fracción, para cada horizonte litológico de esta naturaleza.

Se recogerá en un Anexo toda la información de antecedentes y trabajos de campo.

Expresión de los resultados Geomecánicos

Se realizará el tratamiento de densidad de diaclasado, mediante mapas de densidad de polos en plantilla de Schmidt, para lo que se recomienda el uso del programa DIPS.

El resultado permitirá la identificación de las principales familias de juntas sistemáticas y la realización del análisis de cuñas presentes en cada zona del talud. Se procederá finalmente a la identificación geométrica de las posibles roturas planas y en cuña.

Para cada material geológico obtendremos los resultados geomecánicos siguientes:

§ (1) Juntas y diaclasas

Envolvente de Barton-Choubey definida por los coeficientes de rugosidad y de dureza de juntas, el ángulo residual y la resistencia a compresión.

§ (2) Suelos y rocas blandas:

Envolvente de Mohr-Coulomb definida por la cohesión y la fricción.

§ (3) Rocas blandas y duras en roturas del macizo a gran escala:

Envolvente de Hoek y Brown 2002, definida por las constantes de la roca a , s y m .

Se recomienda el uso del programa ROCLAB.

Modelo geotécnico del subsuelo

Con todos los antecedentes, trabajos de investigación de campo, resultado de los ensayos, los planos de grietas e indicios de inestabilidad, se elaborará un documento de síntesis de los resultados. El modelo geotécnico del subsuelo contendrá, al menos,

la siguiente información:

§ La descripción geológica de los terrenos presentes.

§ Las características geotécnicas: resistencias y módulos, envolventes, presencia de agua. Inestabilidades potenciales y observadas.

§ La descripción de las grietas, grandes fracturas y sistemas de diaclasas. Los mapas de densidad de diaclasado y su relación con la tectónica de escala 1:200.000 y 1:50.000 de la serie MAGNA.

§ La definición geométrica de los huecos subterráneos existentes.

Se realizaran planos con las secciones del terreno, cada 25 metros, en dos direcciones transversales, que vendrán apoyadas en los sondeos y perfiles de tomografía. En dichos planos y secciones se reflejará de forma precisa la información del modelo.

Evaluación del riesgo de colapso general y hundimiento

La evaluación del riesgo consistirá, en primer lugar, en calcular la estabilidad frente a colapso y hundimiento, que será evaluada mediante métodos de mecánica de rocas y suelos contrastados por las sociedades internacionales en esta materia: ISRM y ISSMGE.

Se emplearán métodos tenso-deformacionales, mediante programas de tratamiento en dos dimensiones, tales como PHASES 2D o FLAC 2D. Complementariamente, podrán utilizarse programas de diferencias finitas en tres dimensiones como FLAC 3D. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (3).

Los cálculos se efectuarán sobre las secciones del modelo, que cubrirán toda la parcela y el perímetro de protección de 50 m. Se aplicará en ambas direcciones, con separación de 25 metros entre perfiles.

Se emplearán las hipótesis de carga adecuadas al uso que del terreno exista en superficie, y los valores de aceleración sísmicas de la normativa técnica de edificación de la zona, adoptando la saturación propia de los materiales presentes.

Los cálculos se efectuarán sobre las secciones del modelo, que cubrirán toda la parcela y el perímetro de protección de 50 m. Se aplicará en ambas direcciones, con separación de 25 metros entre perfiles.

Se emplearán las hipótesis de carga adecuadas al uso previsto en el exterior, y los valores de aceleración sísmica de la normativa técnica de edificación de la zona, adoptando la saturación propia de los materiales presentes.

Se comprobará la estabilidad de la franja de subsuelo existente entre la cavidad y la superficie, mediante estos métodos tenso-deformacionales. Para ello se calculará el factor de seguridad, que deberá en todas las secciones superar el valor 1,5, para las hipótesis de carga indicadas. También se obtendrá el factor de reducción de la resistencia mínimo para la estabilidad, que deberá superar en todas las secciones el valor 1,5. Se hará referencia a las secciones críticas, de menores factores de reducción de resistencia y en cada una de estas se señalarán las superficies de cizallamiento.

Evaluación del riesgo de desprendimientos de techo o hastiales

La evaluación del riesgo incluirá también el cálculo de la estabilidad de techos y hastiales, que será evaluada mediante métodos de mecánica de rocas y suelos contrastados por las sociedades internacionales en esta materia: ISRM y ISSMGE.

Cuando la litología de techo o hastiales sea roca compacta, se utilizarán métodos de equilibrio límite, para cálculo de de cuñas de techo y hastiales, empleando programas de cálculo, como UNWEDGE. Complementariamente, podrán utilizarse programas que utilizan el método de elementos discretos como el UDEC, o de elementos finitos, en dos dimensiones, tales como PHASES 2D, con introducción de juntas de roca. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (1). Los valores de cohesión y fricción serán los correspondientes para las tensiones medias en la superficie de rotura.

En aquellas secciones en las que las litologías de techo o hastiales correspondan con rocas blandas arcillosas se utilizarán métodos tenso-deformacionales implementados sobre programas como PHASES 2D o FLAC 2D. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (2).

Los cálculos se efectuarán sobre las secciones del modelo, que cubrirán toda la parcela y el perímetro de protección de 50 m. Se aplicará en ambas direcciones, con separación de 25 metros entre perfiles.

Los factores de seguridad determinísticos en los métodos de equilibrio límite, para los desprendimientos de cuñas de techo y hastiales, deberán ser superiores a 1,5 aplicando los valores de aceleración sísmica de la normativa técnica de edificación de la zona y con la saturación propia de los materiales presentes. En

los métodos tenso-deformacionales se calculará también el factor de seguridad, que deberá en todas las secciones superar el valor 1,5 para las hipótesis de carga indicadas.

Condiciones generales de tránsito y habitabilidad

Se analizarán las condiciones de tránsito y habitabilidad de los minados, incluyendo en relación con su condición de minados abandonados, apartados específicos relacionados con los siguientes aspectos:

§ Itinerarios de tránsito: estado de los suelos y capacidad de paso, identificación de zonas con riesgo, de caídas, atrapamientos, etc.

§ Existencia de vías de evacuación y seguridad de las mismas.

§ Estudio de la calidad del aire y condiciones de ventilación.

Plan de Actuaciones

En caso de que los Riesgos identificados y hayan sido evaluados de forma desfavorable, se deberá elaborar un plan de actuaciones que permita eliminar o controlar dichos riesgos.

Las medidas establecidas en el plan deberán ser tales que, incorporadas al modelo de evaluación, logren que dicha evaluación sea favorable, lo que tendrá que ser demostrado repitiendo la evaluación.

El tipo de medidas y su nivel de concreción queda establecido en el apartado de Contenido y Procedimiento General del Estudio de Riesgos Mineros.

5. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE RIESGOS PRODUCIDOS POR LOS TALUDES Y FONDOS DE CORTA EM3. Y EM4.

En los taludes de una corta abandonada y en el fondo de la misma, pueden provocarse deslizamientos, desprendimientos y enterramientos, que afectarían a las actividades que pretendan realizarse allí.

Los contenidos específicos, aquí establecidos, vienen a completar y detallar con mayor precisión los procedimientos de análisis y evaluación que se citan en los Contenidos y Procedimientos Generales del Estudio de Riesgos Mineros, para el caso de Riesgos producidos por los Taludes y Fondos de Corta EM3 y EM4.

Trabajo de campo

Cuando la parcela se encuentre dentro de la propia corta, en sus taludes o en su fondo, la ZE será toda la corta, incluyendo una franja perimetral, de magnitud equivalente a la altura del talud final, en su coronación. En caso contrario, se estudiará la zona de talud correspondiente a la vecindad de la parcela, la proyección de ésta en dirección de la línea de máxima pendiente, aumentada lateralmente 200 m en ambos sentidos.

Se elaborará la cartografía de trabajo, escala 1:1000, para lo cual se realizarán los oportunos levantamientos topográficos o fotogrametría.

Se realizará una inspección geológica para identificar los materiales presentes, zonificando las áreas de roca compacta por un lado y las de suelos, rellenos y rocas blandas por otro.

Estaciones de Inspección, Sondeos y Toma de Muestras

Para las rocas compactas se realizarán Estaciones de inspección de diaclasas, de entre 25 y 50 m con una cobertura del 20% de la longitud total de las bermas, y una distribución que cubra todo el talud.

Para cada junta, con su distancia al inicio de la estación, se anotará las siguientes características: los valores de dirección de buzamiento y buzamiento, mediante brújula tectónica, su extensión, su ondulación y rugosidad según la escala de índice JCR de Barton, el índice de rebote de martillo Schmidt, el grado de alteración ISRM, la abertura y existencia de relleno o cemento y la presencia de agua.

Durante los itinerarios de inspección geológica y de inspección geotécnica se hará registro y descripción, también, de cualquier indicio de inestabilidad en forma de deslizamiento o desprendimiento.

Se realizará una toma de muestras de todos los materiales presentes en los puntos de inspección, para realizar los ensayos geomecánicos. Esta toma de muestras se realizará mediante sondeos a testigo continuo o con máquina saca testigos de mano, para las rocas compactas, y mediante rozas y calicatas para las rocas blandas, de forma que se disponga de un número de muestras suficientes para los ensayos que se establecen.

En la zona del pie de talud se realizará, al menos, un sondeo a testigo continuo de un mínimo de 20 m de longitud.

Ensayos Geomecánicos

Se realizarán los siguientes ensayos en cada una de las litologías presentes en las bermas del talud:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE, 3 ensayos de los siguientes tipos para cada terreno: ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, resistencia a compresión, edométrico y corte directo. Vane-test de campo y penetrómetro de mano.

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE, para cada litología: 6 ensayos de resistencia a compresión, con obtención de los límites de elasticidad y 1 ensayo de tracción indirecta brasileño.

En el sondeo a testigo continuo, realizado al pie del talud, se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 3 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo. Se harán también ensayos de permeabilidad tipo Lefranc, a razón de dos por cada horizonte geológico atravesado.

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: Cada 5 metros o fracción, determinación del RQD y habrá que efectuar un ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y un ensayo de tracción indirecta brasileño por cada 10 m.

Expresión de los resultados Geomecánicos

Se realizará el tratamiento de densidad de diaclasado, mediante mapas de densidad de polos en plantilla de Schmidt, para lo que se recomienda el uso del programa DIPS.

El resultado permitirá la identificación de las principales familias de juntas sistemáticas y la realización del análisis de cuñas presentes en cada zona del talud. Se procederá finalmente a la identificación geométrica de las posibles roturas planas y en cuña.

Para cada material geológico obtendremos los resultados geomecánicos siguientes:

§ (1) Juntas y diaclasas

Envolvente de Barton-Choubey definida por los coeficientes de rugosidad y de dureza de juntas, el ángulo residual y la resistencia a compresión.

§ (2) Suelos y rocas blandas:

Envolvente de Mohr-Coulomb definida por la cohesión y la fricción.

§ (3) Rocas blandas y duras en roturas del macizo a gran escala:

Envolvente de Hoek y Brown 2002, definida por las constantes de la roca a , s y m .

Se recomienda el uso del programa ROCLAB.

Modelo geotécnico del subsuelo

Con todos los antecedentes, trabajos de investigación de campo, resultado de los ensayos, los mapas de densidad de juntas e indicios de inestabilidad, se elaborará un documento de síntesis de los resultados. El modelo geotécnico del subsuelo contendrá, al menos, la siguiente información:

§ La descripción geológica de los terrenos presentes.

§ Las características geotécnicas: resistencias y módulos, envolventes, presencia de agua. Inestabilidades potenciales y observadas.

§ La descripción de las grietas, grandes fracturas y sistemas de diaclasas. Los mapas de densidad de diaclasadado y su relación con la tectónica de escala 1:200.000 y 1:50.000 de la serie MAGNA.

§ La definición geométrica de inestabilidades potenciales: formación de cuñas y roturas planas, zonas de roturas circulares y de desprendimientos. Sus dimensiones, situación en la planta y en los perfiles del talud.

Se realizarán planos con las secciones de los taludes cada 50 metros.

Evaluación del riesgo de deslizamiento y desprendimiento

Para roturas de bloques y cuñas de talud con alturas de hasta 40 m, en rocas duras diaclasadadas se utilizarán los métodos de equilibrio límite de rotura en cuña de Hoek, implementados en hojas o programas de cálculo tipo SEWDGE. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (1). Los valores de cohesión y fricción serán los correspondientes para las tensiones medias en la superficie de rotura.

Para roturas planas de talud con alturas de hasta 40 m, en rocas duras diaclasadadas se utilizarán los métodos de equilibrio límite de rotura plana de Hoek, implementados en hojas o programas de cálculo tipo ROCPLANE o similar. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (1). Los valores de cohesión y fricción serán los correspondientes para las tensiones medias en la superficie de rotura.

Para deslizamientos de talud con alturas de hasta 40 m, en rocas blandas y suelos se utilizarán los métodos de equilibrio límite de rotura circular de Bishop y Jambu, implementados en programas de cálculo tipo SLIDE o similar. Como alternativa podrán utilizarse también métodos tenso-deformacionales sobre modelos de elementos finitos desarrollados mediante FLAC 2D y PHASES 2D. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (2).

Para roturas generales de talud final de más de 40 m, en rocas duras o combinación de rocas duras y blandas, se utilizarán los métodos de equilibrio límite para rotura circular de Bishop y Jambu, implementados en programas de cálculo tipo SLIDE o similar. Como alternativa podrán utilizarse también métodos tenso-deformacionales sobre modelos de elementos finitos desarrollados mediante FLAC 2D y PHASES 2D. Los valores mecánicos serán los de envolventes tipo (3). Los valores de cohesión y fricción serán los correspondientes para las tensiones medias en la superficie de rotura.

Para desprendimientos se utilizarán métodos de análisis dinámico de trayectorias de desprendimiento, sobre los perfiles del talud, motivando bibliográficamente los coeficientes de amortiguación y restitución empleados. Se utilizarán programas tipo ROCKFALL.

La evaluación del riesgo consistirá en calcular la estabilidad frente a deslizamientos y desprendimientos, que será evaluada mediante métodos de mecánica de rocas y suelos anteriormente descritos, contrastados por las sociedades internacionales en esta materia: ISRM y ISSMGE.

Los cálculos se efectuarán sobre perfiles del modelo, con separación de 50 metros entre perfiles, y señalando de forma motivada los perfiles críticos.

Los factores de seguridad determinísticos en los métodos de equilibrio límite, para las diferentes roturas y los deslizamientos deberán ser superiores a 1,5 aplicando las hipótesis de carga adecuada al uso previsto en el exterior y los valores de aceleración sísmicas de la normativa técnica de edificación de la zona, adoptando la saturación propia de los materiales presentes. En los métodos tenso-deformacionales se calculará el factor de reducción de la resistencia, que deberá superar el valor 1,2 para las hipótesis de carga indicadas, y se aportará la superficie de cizallamiento crítico.

En cuanto a los desprendimientos: los elementos propios de la actividad a desarrollar deberán estar fuera de las trayectorias de desprendimiento posibles, para lo que se plantearán hipótesis de peso de entre 500 y 2000 Kg. y velocidades iniciales de los bloques con una componente horizontal en la dirección del fondo de la corta de 0,5 m/s y vertical descendente de 0,1 m/s. Se tomará como fuentes de desprendimientos los bordes de todas las bermas.

Plan de Actuaciones

En caso de que los Riesgos identificados y hayan sido evaluados de forma desfavorable, se deberá elaborar un plan de actuaciones que permita eliminar o controlar dichos riesgos.

Las medidas establecidas en el plan deberán ser tales que, incorporadas al modelo de evaluación, logren que dicha evaluación sea favorable, lo que tendrá que ser demostrado repitiendo la evaluación.

El tipo de medidas y su nivel de concreción queda establecido en el apartado de Contenido y Procedimiento General del Estudio de Riesgos Mineros.

6. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE RIESGOS PRODUCIDOS POR LAS ESCOMBRERAS EM5.

Los materiales acopiados en escombreras, que proceden de los terrenos que cubrían el mineral, han sido vertidos en laderas o vaguadas, sin compactación previa. Desde su construcción, han sufrido cierta consolidación y erosión. El aprovechamiento de la zona superior de la escombrera o de las zonas situadas al pie de su talud, incluso en parcelas situadas aguas abajo, debe ser estudiado

con rigor puesto que existe riesgo de deslizamiento de materiales de sus taludes y de hundimiento de los elementos situados en la zona de coronación, según las cargas aplicadas. El sustrato sobre el que reposa la escombrera también podría verse implicado en las roturas.

Los contenidos específicos, aquí establecidos, vienen a completar y detallar con mayor precisión los procedimientos de análisis y evaluación que se citan en los Contenidos y Procedimientos Generales del Estudio de Riesgos Mineros, para el caso de Riesgos producidos por las Escombreras EM5.

Cuando la escombrera esté situada en la cuenca hidrográfica de la parcela, aguas arriba, obstaculizando total o parcialmente el paso del agua, una avenida podría socavar el pie, arrastrando una parte importante del material y provocando un deslizamiento de mayor envergadura.

Por otra parte, si la escombrera estuviese clasificada como instalación de residuos de Categoría A, con independencia de los contenidos específicos que figuran en este apartado, deberá acreditarse el cumplimiento de las exigencias que para dichas instalaciones establece el RD 975/2009, de 12 de junio, modificado por el R.D. 777/2012, de 4 de mayo. Si no se dispone de información sobre la clasificación de la estructura o no está clasificada, se procederá a ello previamente, de acuerdo con los criterios establecidos en la normativa nacional y, en ausencia de éstos, por los "Criterios de clasificación aplicables a las instalaciones de residuos con arreglo al anexo III de la Directiva 2006/21/CE", definidos en la Decisión de la Comisión 2009/337/CE, de 20 de abril de 2009 (D.O.U.E. de 22/04/2009).

En cualquier caso, se deberán adoptar las medidas necesarias para garantizar que los residuos que constituyen la escombrera no suponen un peligro para la salud de las personas o para el medio ambiente y, en particular, que no supongan riesgos para el agua, el aire, el suelo, la fauna o la flora.

Trabajos de campo

Se estudiará tanto la escombrera como el sustrato de su base.

Se realizarán los trabajos topográficos para disponer de la base cartográfica de la ZE, la parcela más una franja de terreno de 500 metros alrededor de la misma y su cuenca hidrográfica, incluyendo la totalidad del área cubierta por la escombrera. La escala de los planos será 1:1000.

Para disponer de una morfología de detalle, se efectuarán las medidas topográficas de la plataforma superior y los contornos superior e inferior. Se inspeccionarán y cartografiarán las grietas y deformaciones producidas en coronación y en la base.

En una primera inspección geológica se identificarán los materiales presentes en el sustrato, para cada una de las diferentes zonas al pie de la escombrera.

Sondeos geotécnicos

En la plataforma superior de la escombrera, se realizarán 3 sondeos geotécnicos, a testigo continuo de un mínimo de 50 mm de diámetro, uno de los cuales estará a menos de 10 metros del borde, y llegarán hasta el sustrato de la base, introduciéndose 5 m en éste.

En la zona del pie de talud se realizará al menos un sondeo a testigo continuo de un mínimo de 20 m de longitud.

Ensayos geomecánicos

En los sondeos a testigo continuo, realizados desde la plataforma superior, en el material suelto correspondiente a la escombrera se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 5 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo. Se harán también ensayos de permeabilidad tipo Lefranc, cada 10 m o fracción.

En dichos sondeos, una vez alcanzado el sustrato, y en el sondeo a testigo continuo, realizado al pie del talud, se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 3 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo. Se harán también ensayos de permeabilidad tipo Lefranc, a razón de dos por cada horizonte geológico atravesado.

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: Cada 5 metros o fracción, determinación del RQD y habrá que efectuar un ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y un ensayo de tracción indirecta brasileño por cada 10 m.

Expresión de los resultados Geomecánicos

Para cada material geológico obtendremos los resultados geomecánicos siguientes:

§ (1) Juntas y diaclasas

Envolvente de Barton-Choubey definida por los coeficientes de rugosidad y de dureza de juntas, el ángulo residual y la resistencia a compresión.

§ (2) Suelos y rocas blandas:

Envolvente de Mohr-Coulomb definida por la cohesión y la fricción.

§ (3) Rocas blandas y duras en roturas del macizo a gran escala:

Envolvente de Hoek y Brown 2002, definida por las constantes de la roca a , s y m .

Se recomienda el uso del programa ROCLAB.

Modelo geotécnico del subsuelo

Con todos los antecedentes, trabajos de investigación de campo, resultado de los ensayos, se elaborará un documento de síntesis de los resultados. El modelo geotécnico del subsuelo contendrá, al menos, la siguiente información:

§ La descripción geológica de los terrenos presentes, niveles de la escombrera y materiales del sustrato.

§ Las características geotécnicas: resistencias y módulos, envolventes, presencia de agua. Inestabilidades potenciales y observadas.

Se realizaran planos con las secciones de los taludes de la escombrera, en dirección de la línea de máxima pendiente de dichos taludes, cada 50 metros.

Evaluación del riesgo de deslizamiento

La evaluación del riesgo consistirá en calcular la estabilidad frente a deslizamientos, que será evaluada mediante métodos de mecánica de rocas y suelos anteriormente descritos, contrastados por las sociedades internacionales en esta materia: ISRM y ISSMGE.

Los cálculos se efectuarán sobre las secciones del modelo, en dirección de la línea de máxima pendiente de los taludes, cada 50 metros, y señalando de forma motivada los perfiles críticos.

Para deslizamientos de talud general y local de la escombrera se utilizarán los métodos de equilibrio límite de rotura circular de Bishop y Jambu, implementados en programas de cálculo tipo SLIDE o similar, y de forma alternativa métodos tenso-deformationales, mediante programas de cálculo en 2 dimensiones como FLAC 2D y PHASES 2D.

Se aplicarán las hipótesis de carga adecuadas al uso previsto en la planicie superior de la escombrera, y los valores de aceleración sísmica de la normativa técnica de edificación de la zona, adoptando la saturación propia de los materiales presentes. Los valores de cohesión y fricción para el material de la escombrera y los terrenos blandos del sustrato serán los correspondientes a las envolventes tipo (2). Para las rocas compactas presentes en dicho sustrato se utilizarán los datos procedentes de las envolventes tipo (3) correspondientes al nivel de tensiones de la superficie de rotura.

Los factores de seguridad para los deslizamientos tendrán un valor al menos de 1,5 tanto para los métodos de equilibrio límite como para los tenso-deformationales.

Los elementos propios de la actividad a desarrollar deberán estar fuera de las zonas de deslizamientos potenciales (que no cumplan el factor de seguridad). La amplitud de estas zonas se justificará colocando la pila de materiales deslizados con su volumen correspondiente a un factor de esponjamiento de 1,3.

Métodos de análisis a utilizar y evaluación del riesgo de arrastre por avenida

Cuando la escombrera esté situada en la cuenca hidrográfica de la parcela, habrá que garantizar que una avenida no pueda socavar el pie, arrastrando parte del material hacia la misma.

Se deberá efectuar un estudio hidrológico e hidráulico, para un período de retorno de 500 años, modelo de Témez modificado, En caso de no efectuar la calibración específica del MTM, se utilizará como factor de corrección p_0 el valor 1,5, correspondiente a la Región de Murcia.

Habrà que demostrar que las secciones de paso, en la zona de escombrera, son suficientes como para que el agua de crecida no alcance velocidades de más de 0,5 m/s. Definición de los medios de evacuación y desviación.

En caso contrario, se deberá ampliar la zona de paso, definiendo para ello los medios de evacuación y desviación, remodelando y reforzando adecuadamente, con elementos de sujeción, el pie de la escombrera.

Caracterización de los residuos y evaluación de su carácter inerte

Los residuos depositados en la escombrera deberán caracterizarse para garantizar la estabilidad física y química a largo plazo de la estructura. La caracterización de los residuos incluirá los siguientes aspectos:

a) Descripción de las características físicas y químicas de los con referencia particular a su estabilidad en las condiciones atmosféricas/meteorológicas

reinantes en superficie, teniendo en cuenta la naturaleza de cualesquiera materiales presentes.

b) Clasificación de los residuos según la entrada pertinente de la Decisión 2000/532/CE, con especial atención a sus características peligrosas.

Para su caracterización y evaluación se seguirán los criterios y requisitos técnicos establecidos en el R.D. 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras, modificado por R.D. 777/2012, de 4 de mayo, en la Decisión de la Comisión 2009/359/CE, de 30/04/2009, por la que se completa la definición de residuos mineros inertes (D.O.U.E. de 01/05/2009) y en la Decisión de la Comisión 2009/360/CE de 30/04/2009 por la que se completan los requisitos técnicos para la caracterización de los residuos mineros (D.O.U.E. de 01/05/2009).

Plan de Actuaciones

En caso de que los Riesgos identificados y hayan sido evaluados de forma desfavorable, se deberá elaborar un plan de actuaciones que permita eliminar o controlar dichos riesgos en relación con la parcela a preservar.

Las medidas establecidas en el plan deberán ser tales que, incorporadas al modelo de evaluación, logren que dicha evaluación sea favorable, lo que tendrá que ser demostrado repitiendo la evaluación.

El tipo de medidas y su nivel de concreción queda establecido en el apartado de Contenido y Procedimiento General del Estudio de Riesgos Mineros.

Para cada escombrera en la que se ponga de manifiesto la necesidad de su estabilización física y/o química para garantizar a largo plazo su seguridad estructural y evitar cualquier proceso de contaminación, se definirán las medidas correctoras tendentes a eliminar o corregir los riesgos, considerando los siguientes aspectos:

§ Estabilización geotécnica de los taludes de la escombrera.

§ Protección de los taludes contra la erosión superficial y degradación de los materiales por meteorización.

§ Sistemas de desagüe para evitar la acumulación incontrolada de agua de lluvia o escorrentía.

§ Sistemas de drenaje para rebajar el nivel freático.

§ Remodelado y/o restauración vegetal del depósito para recuperación paisajística y ambiental de terrenos.

§ Sistemas de sellado o impermeabilización de la superficie de los depósitos para evitar infiltración de agua superficial, contaminación de suelos naturales y la formación de polvo.

§ Dispositivos de recogida o sistemas de tratamiento de filtraciones y/o lixiviados.

§ Medidas para el mantenimiento y control de las condiciones de seguridad estructural y riesgo de contaminación de la escombrera.

§ Reutilización o eliminación total de la escombrera.

7. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE RIESGOS PRODUCIDOS POR LAS BALSAS O DEPÓSITOS DE LODOS EM8.

Los materiales acopiados en los depósitos de lodos, proceden de los lavaderos de mineral, estando constituidos por lodos, arenas y limos, de mineral y ganga,

arrastrados en medio acuoso, que se fueron vertiendo para su desecación. Ese proceso de vertido y secado natural engendra una estructura estratificada, con laminación horizontal y algunas grietas verticales. El conjunto es, en general, bastante consistente, aunque la ausencia de diques perimetrales, después de décadas de procesos erosivos, ha provocado, una importante diseminación de materiales y el acarreamiento de algunos de los taludes.

El proceso de desecación también provoca hundimiento por consolidación de la superficie superior, que adquiere forma de cubeta y puede almacenar el agua de lluvia, que se infiltra con dificultad. Esta acumulación de agua no implica necesariamente que la estructura esté completamente saturada, sino tan solo parcialmente saturada.

Los contenidos específicos, aquí establecidos, vienen a completar y detallar con mayor precisión los procedimientos de análisis y evaluación que se citan en los Contenidos y Procedimientos Generales del Estudio de Riesgos Mineros, para el caso de Riesgos producidos por las Balsas y Depósitos de Lodos EM8.

En un depósito de estériles existe riesgo de hundimiento de la zona de coronación, según las cargas que sobre él se apliquen. En las zonas situadas al pie de su talud, incluso en parcelas situadas aguas abajo, existe riesgo de deslizamiento de materiales. El sustrato sobre el que reposa la balsa también podría verse implicado en estas roturas.

Cuando el depósito o balsa esté situada en la cuenca hidrográfica de la parcela, aguas arriba, obstaculizando total o parcialmente el paso del agua, una avenida podría socavar el pie, arrastrando una parte importante del material e iniciando ese proceso de deslizamiento.

En cualquier caso, el principal riesgo que plantea el depósito de estériles es de tipo químico, a causa del contenido en metales, que tras los procesos de arrastre y lixiviación pueden pasar a la cadena trófica, infiltrarse hacia las aguas subterráneas y ser transferidos a las plantas por bioasimilación.

Finalmente, si el depósito de lodos estuviese clasificado como instalación de residuos de Categoría A, con independencia de los contenidos específicos que figuran en este apartado, deberá acreditarse el cumplimiento de las exigencias que para dichas instalaciones establece el RD 975/2009, de 12 de junio, modificado por el R.D. 777/2012, de 4 de mayo. Si no se dispone de información sobre la clasificación de la estructura o no está clasificada, se procederá a ello previamente, de acuerdo con los criterios establecidos en la normativa nacional y, en ausencia de éstos, por los "Criterios de clasificación aplicables a las instalaciones de residuos con arreglo al anexo III de la Directiva 2006/21/CE", definidos en la Decisión de la Comisión 2009/337/CE, de 20 de abril de 2009 (D.O.U.E. de 22/04/2009).

En cualquier caso, se deberán adoptar las medidas necesarias para garantizar que los residuos que constituyen el depósito de lodos no suponen un peligro para la salud de las personas o para el medio ambiente y, en particular, que no supongan riesgos para el agua, el aire, el suelo, la fauna o la flora, elaborando los Planes de Actuación que correspondan.

Para realizar la inspección de los depósitos de estériles y balsas de lodos, deberán ser tramitadas, con carácter previo las autorizaciones correspondientes, mediante un proyecto suscrito por técnico competente, en el que se aporte toda la información sobre el estado de los depósitos en las que se pretende efectuar los trabajos de investigación, y la relación de los trabajos con la localización de los mismos. Una vez contestada la solicitud, podrá comenzarse con dichos trabajos.

7.12. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS GEOTÉCNICOS

Trabajos de campo

Se estudiará tanto el depósito de estériles como el sustrato geológico de su base.

Se realizarán los trabajos topográficos para disponer de la base cartográfica de la ZE, la parcela más una franja de terreno de 500 metros alrededor de la misma y su cuenca hidrográfica, incluyendo la totalidad del área cubierta por el depósito o balsa. La escala de los planos será 1:1000.

Para disponer de una morfología de detalle, se efectuarán las medidas topográficas de la plataforma superior y los contornos superior e inferior. Se inspeccionarán y cartografiarán las grietas y deformaciones producidas en coronación y en la base.

En una primera inspección geológica se identificarán los materiales presentes en el sustrato, para cada una de las diferentes zonas al pie del depósito.

Sondeos geotécnicos y piezómetros

En la plataforma superior del depósito, se realizarán 3 sondeos geotécnicos, a testigo continuo de un mínimo de 50 mm de diámetro, uno de los cuales estará a menos de 10 m del borde, y llegarán hasta el sustrato de la base, introduciéndose 5 m en éste.

Una vez realizados los sondeos anteriores, en la plataforma superior del depósito, se realizará 1 sondeo de control piezométrico, a testigo continuo de un mínimo de 100 mm de diámetro, que quedará taponado con bentonita, para que quede aislado del sustrato, al menos 1 m. Este sondeo será equipado con tubería ranurada para el control piezométrico, con elementos de cierre apropiados para impedir su deterioro y la entrada de agua de lluvia. Al finalizar el equipamiento piezométrico, se extraerá el agua que pudiera haber entrado en la perforación, utilizando para ello aire comprimido, 8 horas antes de tomar las primeras lecturas y muestras.

En la zona del pie de talud se realizará al menos un sondeo a testigo continuo de un mínimo de 20 m de longitud. Este sondeo será equipado con tubería ranurada para el control piezométrico, con elementos de cierre apropiados para impedir su deterioro y la entrada de agua de lluvia. Al finalizar el equipamiento piezométrico, se extraerá el agua que pudiera haber entrado en la perforación, utilizando para ello aire comprimido, 8 horas antes de tomar las primeras lecturas y muestras.

Ensayos geomecánicos

En los sondeos a testigo continuo, realizados desde la plataforma superior, exceptuando el sondeo para control piezométrico, en el material suelto correspondiente al depósito, se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 5 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo. Se harán también ensayos de permeabilidad tipo Lefranc, cada 5 m o fracción.

En dichos sondeos, una vez alcanzado el sustrato, y en el sondeo a testigo continuo, realizado al pie del talud, se realizarán, al menos, los siguientes ensayos:

§ Ensayos para suelos y rocas blandas arcillosas (resistencia a compresión < 20 MPa.), según normas UNE: Cada 3 metros o fracción habrá que efectuar un ensayo SPT, una muestra inalterada, los ensayos de caracterización de suelo, humedad y densidad, ensayo de resistencia a compresión, ensayo edométrico y ensayo de corte directo. Se harán también ensayos de permeabilidad tipo Lefranc, a razón de uno cada 5 metros o fracción.

§ Ensayos para rocas compactas, según normas UNE: Cada 5 metros o fracción, determinación del RQD y habrá que efectuar un ensayo de resistencia a compresión con obtención de los límites de elasticidad y un ensayo de tracción indirecta brasileño por cada 10 m.

Expresión de los resultados Geomecánicos

Para cada material geológico obtendremos los resultados geomecánicos siguientes:

§ (1) Juntas y diaclasas

Envolvente de Barton-Choubey definida por los coeficientes de rugosidad y de dureza de juntas, el ángulo residual y la resistencia a compresión.

§ (2) Suelos y rocas blandas:

Envolvente de Mohr-Coulomb definida por la cohesión y la fricción.

§ (3) Rocas blandas y duras en roturas del macizo a gran escala:

Envolvente de Hoek y Brown 2002, definida por las constantes de la roca a , s y m .

Se recomienda el uso del programa ROCLAB.

Modelo geotécnico del subsuelo

Con todos los antecedentes, trabajos de investigación de campo, resultado de los ensayos, se elaborará un documento de síntesis de los resultados. El modelo geotécnico del subsuelo contendrá, al menos, la siguiente información:

§ La descripción geológica de los terrenos presentes, niveles del depósito y materiales del sustrato.

§ Las características geotécnicas: resistencias y módulos, envolventes, presencia de agua. Inestabilidades potenciales y observadas.

Se realizarán planos con las secciones de los taludes del depósito, en dirección de la línea de máxima pendiente de dichos taludes, cada 50 metros.

Evaluación del riesgo de deslizamiento

La evaluación del riesgo consistirá en calcular la estabilidad frente a deslizamientos, que será evaluada mediante métodos de mecánica de rocas y suelos anteriormente descritos, contrastados por las sociedades internacionales en esta materia: ISRM y ISSMGE.

Los cálculos se efectuarán sobre las secciones del modelo, en dirección de la línea de máxima pendiente de los taludes, cada 50 metros, y señalando de forma motivada los perfiles críticos.

Para deslizamientos de talud general y local del depósito se utilizarán los métodos de equilibrio límite de rotura circular de Bishop y Jambu, implementados en programas de cálculo tipo SLIDE o similar, y de forma alternativa métodos tenso-deformacionales, mediante programas de cálculo en 2 dimensiones como FLAC 2D y PHASES 2D.

Se aplicarán las hipótesis de carga adecuadas al uso previsto en la planicie superior del depósito, y los valores de aceleración sísmica de la normativa técnica de edificación de la zona, adoptando la saturación propia de los materiales presentes. Los valores de cohesión y fricción para el material de la balsa y los terrenos blandos del sustrato serán los correspondientes a las envolventes tipo (2). Para las rocas compactas presentes en dicho sustrato se utilizarán los datos procedentes de las envolventes tipo (3) correspondientes al nivel de tensiones de la superficie de rotura.

Los factores de seguridad para los deslizamientos tendrán un valor al menos de 1,5 tanto para los métodos de equilibrio límite como para los tenso-deformacionales.

Los elementos propios de la actividad a desarrollar deberán estar fuera de las zonas de deslizamientos potenciales (que no cumplan el factor de seguridad). La amplitud de estas zonas se justificará colocando la pila de materiales deslizados con su volumen correspondiente a un factor de esponjamiento de 1,3.

Métodos de análisis a utilizar y evaluación del riesgo de arrastre por avenida

Cuando el depósito de estériles esté situado en la cuenca hidrográfica de la parcela, habrá que garantizar que una avenida no pueda socavar el pie, arrastrando parte del material hacia la misma.

Se deberá efectuar un estudio hidrológico e hidráulico, para un período de retorno de 500 años, modelo de Témez modificado, En caso de no efectuar la calibración específica del MTM, se utilizará como factor de corrección p_0 el valor 1,5 correspondiente a la Región de Murcia.

Habrà que demostrar que las secciones de paso, en la zona del depósito de estériles, son suficientes como para que el agua de crecida no alcance velocidades de más de 0,5 m/s. Definición de los medios de evacuación y desviación.

En caso contrario, se deberá ampliar la zona de paso, definiendo para ello los medios de evacuación y desviación, remodelando y reforzando adecuadamente, con elementos de sujeción, el pie del depósito de estériles.

7.13. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CONTAMINACIÓN

El objetivo es la caracterización del depósito en cuanto a los elementos que contiene y en cuanto a los efectos contaminantes en relación con la parcela en la que se trata de efectuar la actividad concreta, así como en relación a las medidas de corrección que pudieran habilitarse.

Caracterización geoquímica del depósito

La caracterización geoquímica de los depósitos de lodos resulta fundamental para analizar sus riesgos medioambientales y las posibilidades de restauración y estabilización ecológica. En los casos de aplicar una restauración paisajística con vegetación, es necesario caracterizar los contaminantes existentes y las propiedades físico-químicas del material para observar su comportamiento y las necesidades de enmiendas para cubrir los requerimientos en el ciclo vegetal de las plantas empleadas.

En cada depósito de lodos, se realizarán una malla de muestreo de 8 puntos por hectárea. La separación aproximada entre puntos será de 50 m como máximo entre los de la misma fila y 25 m como máximo entre dos filas consecutivas, con distribución al tresbolillo. Los puntos a muestrear y trabajos a realizar serán los siguientes:

§ Puntos de muestreo superficiales, con muestras de los primeros 15 cm.

§ Perfil edáfico, se tomarán muestras de los materiales depositados y del primer metro del horizonte edáfico.

§ Toma de muestra del agua presente sobre la superficie del depósito, si existiese.

En coordinación con los sondeos geotécnicos:

§ Análisis químico de las muestras, incluyendo las extraídas para ensayos geotécnicos (1 muestra por cada 5 metros de profundidad, tomando para el caso del sustrato la parte de roca blanda o de relleno de las juntas).

§ Control piezométrico, de los piezómetros instalados, con una periodicidad semanal, durante el mes siguiente a la construcción de los piezómetros, se tomará la lectura de nivel de agua. Se efectuará también la toma de muestra de agua en el sondeo, cuando exista.

Control Geoquímico de la parcela

En la superficie correspondiente a la parcela y una franja de 50 m alrededor de la misma, se realizará también una malla de muestreo de 8 puntos por hectárea. La separación aproximada entre puntos será de 50 m como máximo entre los de la misma fila y 25 m como máximo entre dos filas consecutivas, con distribución al tresbolillo.

Los puntos a muestrear y trabajos a realizar serán los siguientes:

§ Puntos de muestreo superficiales, con muestras de los primeros 15 cm.

§ Perfil edáfico, se tomarán muestras de los materiales depositados y del primer metro del horizonte edáfico.

Se construirán dos piezómetros de 50 m de longitud y, al menos 100 mm de diámetro, con una separación de 25 metros, en los puntos de la parcela más próximos al depósito de estériles. Estos sondeos serán equipados con tubería ranurada para el control piezométrico, con elementos de cierre apropiados para impedir su deterioro y la entrada de agua de lluvia. Al finalizar el equipamiento piezométrico, se extraerá el agua que pudiera haber entrado en la perforación, utilizando para ello aire comprimido, 8 horas antes de tomar las primeras lecturas y muestras.

§ Control piezométrico, de los piezómetros instalados, con una periodicidad semanal, durante el mes siguiente a la construcción de los piezómetros, se tomará la lectura de nivel de agua. Se efectuará también la toma de muestra de agua en el sondeo, cuando exista.

Análisis de laboratorio

Los análisis que se llevarán a cabo en los suelos de todos los puntos de muestreo superficiales y del perfil edáfico, tanto del depósito como del área de la parcela serán los siguientes:

§ Carbono orgánico.

§ Nitrógeno total.

§ Carbonato cálcico equivalente.

§ Valores de pH.

§ Conductividad eléctrica.

§ Análisis granulométrico (textura).

§ Capacidad de cambio catiónico.

§ Metales pesados. Se realizarán las siguientes determinaciones: metales totales, bioasimilables y elementos solubles.

Los análisis que se llevarán a cabo en las muestras obtenidas en los sondeos geotécnicos serán:

§ Carbonato cálcico equivalente

§ Valores de pH.

§ Conductividad eléctrica.

§ Análisis granulométrico (textura).

§ Metales pesados. Se realizarán las siguientes determinaciones: metales totales, bioasimilables y elementos solubles.

Los análisis que se llevarán a cabo en las muestras de agua serán:

§ Valores de pH.

§ Conductividad eléctrica.

§ Metales pesados solubles.

Modelo geoquímico del suelo

Con todos los trabajos de campo, resultado de los análisis, y medidas de los piezómetros, que figurarán en un anexo, se elaborará un documento de síntesis de los resultados. El modelo geoquímico del suelo contendrá, al menos, la siguiente información:

§ La descripción geoquímica del depósito y de la parcela, con los contenidos medios y la dispersión para cada uno de los parámetros analizados. Los planos de isocontenidos de metales, a escala 1:1.000, distinguiendo entre totales, solubles y bioasimilables.

§ La evolución de los niveles medidos en los piezómetros, y el resultado de los análisis del agua recogida en estos.

§ Las conclusiones en relación con la conexión entre los contenidos metálicos de depósito y parcela, con los gradientes de los contenidos metálicos.

Evaluación del riesgo de contaminación

De los resultados obtenidos en las etapas anteriores, se evaluará el riesgo de contaminación de suelos, aguas subterráneas y superficiales, flora y fauna y la salud humana, tomando como referencia normas nacionales e internacionales, si las hubiere, y en ausencia de éstas, recomendaciones de instituciones de reconocido prestigio.

7.14. PLAN DE ACTUACIONES

En caso de que los Riesgos identificados hayan sido evaluados de forma desfavorable, se deberá elaborar un plan de actuaciones que permita eliminar o controlar dichos riesgos en relación con la parcela a preservar.

Las medidas establecidas en el plan deberán ser tales que, incorporadas al modelo de evaluación, logren que dicha evaluación sea favorable, lo que tendrá que ser demostrado repitiendo la evaluación.

El tipo de medidas y su nivel de concreción queda establecido en el apartado de Contenido y Procedimiento General del Estudio de Riesgos Mineros.

Para cada depósito o grupo de depósitos en que se ponga de manifiesto la necesidad de su estabilización física y/o química para garantizar a largo plazo su seguridad estructural y evitar cualquier proceso de contaminación, se definirán

las medidas correctoras tendentes a eliminar o corregir los riesgos, considerando los siguientes aspectos:

- § Estabilización geotécnica de los taludes del depósito.
- § Protección de los taludes contra la erosión superficial y degradación de los materiales por meteorización.
- § Sistemas de desagüe para evitar la acumulación incontrolada de agua de lluvia o escorrentía.
- § Sistemas de drenaje para rebajar el nivel freático.
- § Remodelado y/o restauración vegetal del depósito para recuperación paisajística y ambiental de terrenos.
- § Sistemas de sellado o impermeabilización de la superficie de los depósitos para evitar infiltración de agua superficial, contaminación de suelos naturales y la formación de polvo.
- § Dispositivos de recogida o sistemas de tratamiento de filtraciones y/o lixiviados.
- § Medidas para el mantenimiento y control de las condiciones de seguridad estructural y riesgo de contaminación del depósito.
- § Reutilización o eliminación total del depósito.

Para el desarrollo de actividades agrícolas se deberán realizar experiencias piloto en parcelas experimentales, comprobando que los contenidos de metales en los productos cumplen la legislación correspondiente.

8. CONTENIDOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO DE RIESGOS PRODUCIDOS POR ACUMULACIONES DE POLVO MINERAL EM9.

Los depósitos de lodos se encuentran generalmente en laderas o vaguadas y en sus proximidades se han depositado parte de los materiales diseminados, siguiendo las redes de drenaje y los vientos predominantes.

La acumulación de los finos transportados, que se han ido depositando fundamentalmente en zonas de laderas y ramblas, ha impregnado dichos terrenos, modificando su contenido en metales. Aparece de esta forma un elemento de riesgo íntimamente relacionado con el depósito de lodos que podemos denominar "acumulaciones de polvo mineral" EM9.

Estas acumulaciones serán consideradas como suelos potencialmente contaminados, por lo que su análisis, evaluación y plan de actuaciones, se atenderá a lo establecido en el Título V de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados y demás normativa aplicable.

Mapa de dispersión y acumulación de los finos minerales

Para identificar estas acumulaciones se inspeccionará la zona de estudio, correspondiente a la parcela y una franja de terreno de 500 m alrededor de la misma. En una primera inspección, con itinerarios que cubran toda la superficie de la ZE, al menos cada 50 metros, se establecerán las medidas del espesor de las acumulaciones, y de su extensión, de forma que se pueda configurar un mapa de dispersión y acumulación de los finos minerales.

Este mapa será confeccionado a escala 1:1000. Permitirá efectuar la localización y la cubicación de los depósitos de finos minerales dispersos, será entregada con el Estudio de Riesgos Mineros, de forma que se ponga de manifiesto la presencia de estas acumulaciones en relación con la ubicación de la parcela.

En la zona de estudio, se realizará una malla de muestreo de 8 puntos por hectárea. La separación aproximada entre puntos será de 50 m como máximo entre los de la misma fila y 25 m como máximo entre dos filas consecutivas, con distribución al tresbolillo. Los trabajos a realizar serán los siguientes:

Análisis de laboratorio

Los análisis que se llevarán a cabo en los puntos muestreados serán los siguientes:

§ Valores de pH.

§ Conductividad eléctrica.

§ Análisis granulométrico (textura).

§ Metales pesados. Se realizarán las siguientes determinaciones: metales totales, bioasimilables y elementos solubles.

Modelo geoquímico de la zona de estudio

Con el resultado de los análisis, que figurarán en un anexo, se elaborará un modelo geoquímico de la zona de estudio que contendrá la descripción geoquímica de la zona de estudio y de la parcela, con los contenidos medios y la dispersión para cada uno de los parámetros analizados. Los planos de isocontenidos de metales, a escala 1:1.000, distinguiendo entre totales, solubles y bioasimilables.

9. PROYECTO TÉCNICO DE ADECUACIÓN DEL SUELO

Una vez realizado el Estudio de Riesgos Mineros, en base a sus contenidos, conclusiones y propuestas, se elaborará un Proyecto Técnico de Adecuación del Suelo (PTAS), suscrito por técnico competente, sobre las actuaciones que se precisan realizar para acreditar la inexistencia de riesgos en la parcela afectada por Suelo Protegido por Riesgos derivados de la Minería.

En dicho Proyecto se detallarán las actividades a desarrollar en la parcela, que no podrán ser distintas a las contempladas en el Estudio de Riesgos Mineros, las conclusiones en relación con la evaluación de los riesgos mineros identificados, y la descripción y justificación técnica de las medidas de eliminación o corrección de riesgos que hayan sido definidas en el Plan de Actuaciones del Estudio de Riesgos Mineros.

Dicho Proyecto incluirá los documentos exigidos por la legislación sectorial aplicable, y contendrá, al menos, los siguientes apartados:

1. Memoria

1.1. Antecedentes.

1.2. Actividades y usos a desarrollar.

1.3. Resultados y conclusiones de la Identificación y Evaluación de Riesgos Mineros.

1.4. Definición de las medidas para eliminar o controlar los riesgos.

1.5. Justificación Técnica y dimensionamiento de los elementos constructivos y demás medidas para eliminar o controlar los riesgos.

1.6. Medidas de control durante la ejecución del proyecto.

1.7. Medidas de vigilancia y control posteriores a la ejecución del proyecto.

1.8. Plazo de ejecución.

2. Presupuesto.

Incluirá la descripción de las distintas partidas con sus precios unitarios, la valoración de los trabajos a realizar y el coste total del proyecto.

3. Planos.

Serán completos y suficientes e incluirán toda la información necesaria sobre los detalles que se reflejen en ellos. Se elaborarán normalizados según las normas UNE-EN-ISO. Los que representen el terreno que ha sido objeto de estudio incorporarán las referencias a la cartografía oficial. Se incluirán, al menos, los siguientes:

3.1. Plano de situación.

3.2. Plano de la cuenca hidrográfica.

3.3. Plano de la Parcela, comprendiendo una superficie que diste 500 m alrededor de la misma.

3.4. Plano de situación de actividades en la parcela y obras relacionadas con ellas.

3.5. Planta, alzado y secciones suficientes para definir con claridad los elementos constructivos.

3.6. En su caso, los planos de detalle necesarios de las obras de desvío de cauces, evacuación o desagüe, dispositivos de impermeabilización, etc.

3.7. Planos de situación de los elementos de control y vigilancia, en su caso.

4. Pliego de Especificaciones Técnicas.

Contendrá la descripción general de los trabajos a desarrollar, las características de los materiales y equipos a emplear, forma de ejecución y referencia a las normas y reglamentos que se deberán cumplir en cada fase del proyecto.

5. Anexos.

5.1. Cálculos justificativos.

5.2. Estudios complementarios

Una vez realizado el PTAS para poder determinar la compatibilización de usos deberá realizarse en aquellos emplazamientos afectados por actividades incluidas dentro del ámbito de aplicación del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, y conforme al artículo 3.5 del mencionado Reglamento, un estudio complementario basado en una Valoración de Riesgos Ambientales (VRA), si procede.

En la elaboración de este estudio complementario se tendrán en cuenta los siguientes extremos:

1. Respecto a la caracterización físico-química por emplazamiento(*):

Ø Número de puntos de muestreo y representatividad de los mismos.

Ø Localización de los puntos de muestreo. Ubicación en las instalaciones y profundidad.

Ø Métodos analíticos de muestreo, parámetros e incertidumbres de la medida. Los parámetros a analizar son los de incidencia de la actividad.

Ø Condiciones generales del muestreo y descripción.

(*) Para el caso del estudio de riesgos mineros debidos a las acumulaciones de polvo mineral EM9, esta caracterización se ajustará a lo especificado en el apartado 8 del presente anexo técnico.

2. Respecto a compatibilización de usos:

Ø Análisis de riesgos asociados, en su caso.

Según lo establecido en el Real Decreto 9/2005, en el marco de la investigación de suelos contaminados se deberá realizar Valoración de Riesgos Ambientales para identificar y evaluar los posibles riesgos que la alteración del suelo puede suponer para la salud de las personas o el medio ambiente.

El objetivo es proporcionar, a partir de la estimación cuantitativa o cualitativa de los riesgos, la información y útiles necesarios para la valoración de los efectos asociados a la situación de contaminación del suelo. Dicho proceso de valoración ha de servir de base para la toma de decisiones sobre la aceptabilidad del riesgo y las medidas a adoptar para la protección de la salud humana o de los ecosistemas.

La VRA se ha de realizar siguiendo la metodología establecida en el RD 9/2005, que en el caso de receptores humanos puede esquematizarse en cuatro etapas: identificación de peligros (o formulación del problema), evaluación toxicológica, evaluación de la exposición y caracterización del riesgo.

Dicha información complementaria incluirá los documentos exigidos por la legislación sectorial aplicable, y contendrá, al menos, los siguientes apartados:

1. Introducción y Objetivo
2. Modelo conceptual
 - 2.1. Descripción general del emplazamiento
 - 2.1.1. Localización
 - 2.1.2. Descripción de las instalaciones
 - 2.1.3. Incidentes ambientales
 - 2.1.4. Usos del suelo
 - 2.2. Identificación de los medios afectados y los contaminantes presentes
 - 2.3. Caracterización de los medios afectados
 - 2.4. Identificación de receptores expuestos
 - 2.5. Descripción de los escenarios de exposición
 - 2.6. Identificación de las vías de exposición y mecanismos de transporte
 - 2.7. Definición de los parámetros de exposición
3. Resultados de la valoración de riesgos ambientales
 - 3.1. Resultados
 - 3.2. Análisis de incertidumbre
 - 3.3. Conclusiones

10. FORMATO DE ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

El Estudio de Riesgos Mineros y el Proyecto Técnico de Adecuación del Suelo se elaborarán en soporte papel y en soporte digital.

Los ejemplares en soporte papel serán debidamente encuadernados en formato DIN A-4 o DIN A-3. Los planos, mapas, gráficos, fotografías, etc. deberán ajustarse a dimensiones normalizadas, siempre que sea posible. En todo caso, los textos, bases de datos e información gráfica, de cualquier naturaleza (planos, imágenes, esquemas, grafos, etc.) se elaborarán además en soporte magnético (CD, DVD, etc.). La estructura de la documentación en soporte digital se ajustará a la documentación elaborada en papel.

Los formatos posibilitarán su modificación y reproducción en papel:

§ Se elaborarán los textos y tablas en formato WORD y EXCEL, ambos en la última versión de OFFICE, de forma que sean editables todos los textos, cuadros y tablas contenidos en los documentos, e imprimibles directamente.

§ Se elaborarán las imágenes en formatos JPG y/o TIFF; PSD y/o PDD, cuando las imágenes lleven, textos, gráficos, etc.

Toda la información generada en las fases de recogida de información, análisis, evaluación y propuestas de actuación que sea susceptible de ser georreferenciada, será incluida en un sistema de información geográfico, es decir, a la información gráfica se le dará un comportamiento topológico y se le asociará información alfanumérica. Se generarán elementos de tipo punto, línea o polígono, según corresponda al tipo de información que representen y se les dotará de la correspondiente topología. Los datos gráficos estarán libres de errores topológicos. Todos los tipos de datos deberán llevar asociados a sus correspondientes metadatos, entre los que se incluirán todos aquellos que permitan identificar la información a que corresponden.

Este sistema deberá ser compatible con la herramienta ARCGIS 9.3 de ESRI, los formatos de información deberán ser CAD (DXF o DWG), (para aquella información de referencia que no precise tener comportamiento topológico), y Shapefile o geodatabase, para aquella información que deba comportarse topológicamente y deba tener datos alfanuméricos asociados, estando las bases de estos datos en formato (ODBC) o MBD, según corresponda al tipo de información.