



ESTUDIO BUENAS PRÁCTICAS MEDIOAMBIENTALES EN EL SECTOR DE LOS ÁRIDOS



Con la colaboración de





1. INTRODUCCIÓN	7
2. CONCEPTO BÁSICOS	8
3. NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS MEDIOAMBIENTALES	12
4. MEDIDAS PRIMARIAS GENERALES.....	13
ANEXO FICHAS DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS	14
GESTIÓN DEL AGUA.....	15
BIODIVERSIDAD Y REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS.....	27
EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	31
IMPACTO VISUAL	50
PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	54
VEGETACIÓN.....	56
VIBRACIONES.....	64
EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	68
RESIDUOS	84
RUIDO.....	92
TRÁFICO.....	102

INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Mecanismo para conseguir una gestión ambiental eficiente	9
Ilustración 2 Gravera restaurada	15
Ilustración 3 Acumulación aguas pluviales	16
Ilustración 4 Aguas acumuladas en explotación	16
Ilustración 5 Cinta transportadora en funcionamiento	17
Ilustración 6 Decantador.....	19
Ilustración 7 Filtro prensa	19
Ilustración 8 Balsa de decantación de lodos	20
Ilustración 9 Lavado de camiones con arquetas de separación de hidrocarburos.....	20
Ilustración 10 Esquema filtro prensa.....	24
Ilustración 11 Filtro prensa en funcionamiento	24
Ilustración 12 Balsa de decantación de lodos	26
Ilustración 13 Frente restaurado	28
Ilustración 14 Riego en talud restaurado.....	30
Ilustración 15 Talud restaurado.....	30

Ilustración 16 Maquina en activo	33
Ilustración 17 Detalle planta tratamiento.....	35
Ilustración 18 Transporte interno	40
Ilustración 19 Planta en activo	41
Ilustración 20 Vista planta de tratamiento áridos.....	43
Ilustración 21 Pala en activo	46
Ilustración 22 Planta de hormigon	46
Ilustración 23 Pantalla vegetal	50
Ilustración 24 Explotación de áridos con zona ajardinada	52
Ilustración 25 Acceso planta áridos.....	52
Ilustración 26 Vista explotación de áridos.....	53
Ilustración 27 Restos arqueológicos hallados en una explotación de áridos.....	54
Ilustración 28 Trabajos de descubierta de restos arqueológicos en gravera	55
Ilustración 29 Arqueólogos	55
Ilustración 30 Pantalla vegetal	56
Ilustración 31: Riego por goteo zona revegetada.....	57
Ilustración 32: Hidrosiembra.....	57
Ilustración 33 Riego apoyo en zonas restauradas	57
Ilustración 34: Vista zona restaurada marzo 2006 - junio 2006	60
Ilustración 35 Restauración agrícola.....	61
Ilustración 36 Taludes revegetados	61
Ilustración 37 Zona revegetada	62
Ilustración 38 Restauración de acopios de estériles. Uso final forestal	62
Ilustración 39 Voladura: vibraciones y onda aérea	65
Ilustración 40 Perforadora en funcionamiento	65
Ilustración 41 Detalle planta tratamiento.....	66
Ilustración 42 Detalle perforadora	66
Ilustración 43 Frente activo.....	67
Ilustración 44 Cintas capotadas y almacenamiento en silos.....	68
Ilustración 45 Sistema de eliminación de polvo mediante cámaras de niebla, en el circuito de trituración primaria compuesto por una mezcla de agua y aire comprimido	70
Ilustración 46 Tubos descensores.....	70
Ilustración 47 Riego de las pistas de acarreo	70
Ilustración 48 Acopio en silos.....	71
Ilustración 49 Cinta carenada.....	71
Ilustración 50 Cintas carenadas.....	72

Ilustración 51 Perforación de barrenos con sistema de aspiración de polvo.....	73
Ilustración 52 Perforación de barrenos con sistemas de aspiración de polvo	73
Ilustración 53: Filtros de mangas.....	73
Ilustración 54 Detalle filtros de mangas	74
Ilustración 55 Planta confinada.....	74
Ilustración 56 Sistema CELEC para el control del polvo	82
Ilustración 57 Medidor de partículas en suspensión.....	83
Ilustración 58 Planta activa.....	83
Ilustración 59 Punto limpio.....	86
Ilustración 60 Zona de almacenaje de residuos peligrosos	87
Ilustración 61 Cubeto de retención de residuos líquidos	87
Ilustración 62 Planta de reciclado de RCDS.....	87
Ilustración 63 RCDS.....	89
Ilustración 64 Gestión segregada de residuos.....	89
Ilustración 65 Recogida selectiva de residuos.....	90
Ilustración 66 Formación ambiental a los trabajadores	90
Ilustración 67 Jornada de puertas abiertas.....	91
Ilustración 68 Cinta carenada.....	92
Ilustración 69 Martillo hidráulico	94
Ilustración 70 Retroexcavadora en funcionamiento.....	94
Ilustración 71 Cinta transportadora en funcionamiento	95
Ilustración 72 Maquinaria que cumple con la normativa en materia de ruidos.....	97
Ilustración 73 Maquinaria con marcado CE	97
Ilustración 74 Sustitución de componentes por otros que producen menos ruidos (malla de goma).....	100
Ilustración 75 Cartel indicativo.....	101
Ilustración 76 Transporte externo	102
Ilustración 77 Lavado bajos camión	104
Ilustración 78 Descarga en primario.....	104
Ilustración 79 Señalización en explotación	105
Ilustración 80 Detalle señalización	105
Ilustración 81 Regado pistas	106
Ilustración 82 Transporte interno.....	106



1. INTRODUCCIÓN

Este informe se ha elaborado a través del convenio de colaboración de ANEFA con la Fundación Biodiversidad, organismo dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, englobado en el Programa Empleaverde y cofinanciado por el Fondo Social Europeo en el marco del Programa Operativo «Adaptabilidad y Empleo» del periodo 2007-2013, para el desarrollo del proyecto denominado GAP Áridos - Programa Estratégico Integral para la Mejora de la Gestión Ambiental de las Pymes del Sector de los Áridos.

En esta guía se identifican todas las herramientas y mecanismos para minimizar los impactos ambientales generados por la actividad extractiva a cielo abierto. A través del desarrollo de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) actuales y procedimientos de buena práctica se conseguirá identificar aquéllos elementos de la actividad sobre los cuáles se debe incidir para subsanar los daños generados al medio.

Ha sido realizada a partir del servicio de orientación y apoyo prestado a una muestra de las explotaciones del sector que ha puesto en marcha, de forma voluntaria, procesos de mejora ambiental, para adaptarse a nueva normativa (atmósfera, ruido, responsabilidad medioambiental, restauración de explotaciones, residuos de industrias extractivas, etc.), a las innovaciones tecnológicas ambientales que se derivan de la aplicación de la anterior.

Se ha realizado un asesoramiento in situ, directo a las empresas, a través de visitas de un equipo de asesores ambientales, especializados en minería a cielo abierto, a una explotación de cada una de las empresas de la muestra.

Los resultados han permitido comprobar la aplicación de medidas de protección del medio ambiente de forma que se han podido extraer conclusiones prácticas del trabajo de campo.

2. CONCEPTO BÁSICOS

La gestión medioambiental proporciona múltiples beneficios a las empresas, como son:

- 🌱 Cumplimiento de la legislación vigente.
- 🌱 Mejora de la imagen de la empresa.
- 🌱 Ahorro de recursos naturales: materias primas, agua y energía.
- 🌱 Aumento de la competencia.

El concepto de **sostenibilidad** se refiere al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovación del mismo. Desde la perspectiva de la prosperidad humana y según el Informe Brundtland¹ de 1987, la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

La consideración de los criterios del desarrollo sostenible, en las explotaciones mineras supone que éstas han de concebirse, desde el proceso de diseño, como una serie de fases integradas donde se conjuguen las labores extractivas con el respeto por el medio ambiente y al entorno social donde se encuentra.

La proyección de una imagen empresarial² moderna requiere, necesariamente, que las explotaciones reflejen el compromiso ambiental de las empresas del sector, que se resume en los siguientes objetivos fundamentales:

... Operar de acuerdo con las normas exigidas por la legislación y con arreglo a las buenas prácticas industriales.

... Realizar la explotación y el tratamiento de los áridos previniendo y procurando minimizar los posibles efectos sobre el medio ambiente.

1 **Informe Brundtland:** Informe socio-económico elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland. En este informe, se utilizó por primera vez el término desarrollo sostenible, definido como aquél que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Implica un cambio muy importante en cuanto a la idea de sustentabilidad, principalmente ecológica, y a un marco que da también énfasis al contexto económico y social del desarrollo.

2 **Imagen empresarial:** se refiere a cómo se percibe una compañía. Es una imagen generalmente aceptada de lo que una compañía "significa". La creación de una imagen empresarial o corporativa es un ejercicio en la dirección de la percepción. Es creada sobre todo por los expertos de marketing en conjunto con los de comunicación que utilizan las relaciones públicas, campañas comunicacionales y otras formas de promoción para sugerir un cuadro mental al público.

- ... Favorecer una gestión medioambiental adecuada.
- ... Cuidar la buena imagen de las canteras y las graveras.
- ... Contribuir a la conservación de los recursos naturales mediante un uso eficiente de la energía y de las materias primas.
- ... Rehabilitar los terrenos afectados por la explotación.
- ... Implicar a trabajadores y contratistas en el cuidado de la explotación y de su entorno ambiental.
- ... Reconocer los legítimos intereses de las comunidades locales.
- ... Garantizar económicamente el buen fin de la rehabilitación.
- ... Aplicar las recomendaciones sobre buena práctica ambiental.

Una buena parte de las actuaciones para la protección del medio ambiente tiene íntimos vínculos con la prevención de riesgos laborales, especialmente las relacionadas con los agentes físicos -polvo, ruido y vibraciones-, pudiendo llegar a ser obligatoria su aplicación por este motivo.



Ilustración 1: Mecanismo para conseguir una gestión ambiental eficiente

Dependiendo de las circunstancias concretas de cada explotación, las empresas, previamente, deberán analizar técnicamente la efectividad y viabilidad de implantar una determinada actuación.

Otro rasgo a tener en cuenta, en todos los casos, es la situación de partida de la explotación a la hora de acometer actuaciones de protección del medio ambiente. La integración de las consideraciones medioambientales, en las fases de diseño de una nueva explotación, resulta mucho más sencilla y eficaz, que ejecutar mejoras en explotaciones concebidas hace años, cuando muchos de los requisitos ambientales existentes en la actualidad ni tan siquiera se planteaban. A largo de este curso pueden aparecer algunas propuestas o soluciones que no sean viables, ni técnica, ni económicamente para tu explotación, lo que, sin embargo, no es óbice para que deban adoptarse otras medidas correctoras.

Finalmente, debe destacarse que el éxito de la mejora de las empresas, en este ámbito, está basado en que el compromiso de la Dirección trascienda y sea hecho suyo por los trabajadores, responsables directos de la implantación sobre el terreno, día a día, de las medidas preventivas o correctoras³ previstas.

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

En la Ley 16/2002 relativa a la Prevención y Control Integrados de la Contaminación (Ley IPPC), se define el concepto de Mejores Técnicas Disponibles (en adelante MTD).

El objetivo del enfoque integrado que regula el concepto de MTD es que la operación y control de las instalaciones industriales se realice de tal forma que garantice una elevada protección del medio ambiente en su conjunto, para lo que la directiva establece que las exigencias ambientales de los permisos deben basarse en las Mejores Técnicas Disponibles, concepto que la directiva define como:

“la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente”

Con el fin de aclarar este importante concepto considera:

“TÉCNICAS: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada;”

3 **Medidas preventivas y correctivas:** Una medida preventiva reduce las probabilidades de que ocurra aquello que se busca prevenir. Es una precaución tomada a tiempo para evitar algo que es posible, pero que no es deseado.

Una acción correctiva es una acción de otro orden que corrige (o mitiga) los efectos de algo que ya se ha presentado.

“DISPONIBLES: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en el Estado miembro correspondiente como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables;”

“MEJORES: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.”

De los tres conceptos descritos anteriormente, el que más dificultades de interpretación presenta es el de “disponibles”, tanto en lo referente a la viabilidad técnica de las tecnologías consideradas, como en lo que se refiere a la relación coste/beneficio y el impacto que la aplicación de dichas técnicas puede tener sobre la competitividad de los sectores industriales.

En el ANEXO IV de la Ley 16/2002 se enumeran los aspectos a considerar para la determinación de las MTD, teniendo en cuenta los costes y ventajas que pueden derivarse de una acción y los principios de precaución y prevención. Estos aspectos son los siguientes:

- Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
- Uso de sustancias menos peligrosas.
- Desarrollo de las técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso, y de los residuos cuando proceda.
- Procesos, instalaciones o método de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
- Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate.
- Fechas de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
- Plazo que requiere la implantación de una mejor técnica disponible.
- Consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizada en procedimientos de eficacia energética.
- Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.
- Necesidad de prevenir cualquier riesgo de accidente o de reducir sus consecuencias para el medio.

3. NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS MEDIOAMBIENTALES

La actividad extractiva, en la que se enmarca la de producción de áridos está condicionada por factores geológico-mineros, en el marco territorial, y no es, por ello, comparable con otras actividades industriales. En el caso de los áridos, además, su explotación, no admite, en términos generales, grandes distancias a los centros de consumo -el precio de transporte en un radio superior a 50 kilómetros respecto a la explotación se duplica-, lo que presupone, frecuentemente, que las explotaciones de áridos se encuentren próximas a áreas con alta densidad de población, pero ubicadas en zonas rurales de escasa densidad.

El aspecto más destacado, en cuanto a las afecciones sobre el medio natural, está relacionado con la alteración o modificación del hábitat en la fase de explotación, básicamente debido al impacto visual y a la pérdida de la capa vegetal y, en menor medida, de la fauna. Sin embargo, con una adecuada gestión y aplicación de las medidas correctoras existentes, este impacto estará debidamente controlado durante la operación de la explotación y será corregido durante la fase de restauración de los terrenos.

En el caso de las graveras, sobre todo, cobra relieve la afección a las aguas superficiales y subterráneas, lo que conlleva la aplicación de medidas para controlar los posibles daños a ese medio.

El ruido, el polvo y las vibraciones producidas tienen, asimismo, efectos sobre el medio ambiente, aunque de menor importancia.

Dado que el transporte de los áridos se realiza hacia mercados situados generalmente a menos de 50 kilómetros de la explotación, mediante camiones (en más del 95% de los casos), el tráfico de estos vehículos pesados puede suponer un problema para las localidades más cercanas, además de los efectos vinculados a la emisión de CO₂

Los volúmenes de residuos mineros, inertes y no peligrosos, que se generan en la producción de áridos se gestionan íntegramente dentro del proceso, al emplearse habitualmente como relleno en el reacondicionamiento de los terrenos. Asimismo, se producen y gestionan residuos industriales, propios del mantenimiento de maquinaria fija y móvil (baterías, aceites usados, madera, metal, caucho,...).

Las mejores técnicas disponibles para minimizar los principales impactos de una explotación de áridos se detallan a continuación y a través de cada ficha técnica, se identifican los procedimientos de buena práctica ambiental susceptibles de implantarse en una cantera o gravera.

4. MEDIDAS PRIMARIAS GENERALES

Las mejores técnicas disponibles para la actividad extractiva incluyen las siguientes medidas primarias generales:

- Optimización del control del proceso de extracción y de tratamiento, con la estabilización de los parámetros del proceso, se hace normalmente para reducir el consumo específico de energía y recursos, para aumentar la calidad del material tratado y para incrementar el tiempo de vida de los equipos.

La reducción del nivel de ruido y de emisiones a la atmósfera son un efecto secundario de esta optimización, que incluye medidas como el cerramiento de las cintas y los almacenamientos, el desempolvamiento de los puntos de carga y descarga y de transferencia al sistema de transporte, la homogeneización de los materiales, la seguridad de la dosificación del material sin tratar, la instalación de revestimientos de caucho resistente en los equipos, entre otros.

Para asegurar que la velocidad de alimentación a la planta de tratamiento es uniforme es esencial tener buenos diseños de tolvas, cintas transportadoras y alimentadores, así como un *sistema moderno de alimentación gravimétrica de combustible sólido*.

- Reducción del consumo de energía eléctrica mediante:
 - Un sistema de gestión de la energía
 - Equipos de molienda y otros equipos de accionamiento eléctrico de alta eficiencia energética

- Reducción del consumo de recursos:

Empleo de residuos (RCDs) aptos para sustituir los materiales que entran a la etapa de tratamiento, esto reduce tanto el consumo de los recursos naturales como la energía necesaria y los impactos producidos en la fase de extracción.

Pero es conveniente hacerlo siempre con un control adecuado de las sustancias que entran en el proceso.



ANEXO FICHAS DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN EXPLOTACIONES DE ÁRIDOS

GESTIÓN DEL AGUA

IMPACTOS DE LA GESTIÓN DEL AGUA SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Los daños que puede generar al medio ambiente una mala gestión del agua son:

- 👉 Vertidos de lodos a los ríos.
- 👉 Cegamiento del fondo del cauce.
- 👉 Compactación del fondo plano del cauce, lo que frena las posibilidades de recuperación biológica (no prospera adecuadamente la flora ni los invertebrados que se sitúan en el comienzo de la cadena alimenticia del medio acuático) en un largo tramo aguas abajo.
- 👉 Con el aumento de la turbidez de las aguas (sólidos en suspensión) es previsible una continua impermeabilización del cauce (por decantación) con una drástica disminución de la recarga de acuíferos y una mayor circulación del agua superficial. Esto favorece la torrencialidad del río.
- 👉 Aumento significativo del consumo de agua en la zona.
 - Erosión producida por las aguas superficiales en las zonas más sensibles.



Ilustración 2 Gravera restaurada

- Desviación de cauces como consecuencia de la depresión causada por las extracciones.

BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DEL AGUA

AGUAS SUBTERRÁNEAS

- Controlar los niveles de agua.
- Controlar la cantidad y calidad de los flujos de recarga de acuíferos.
- Controlar las variaciones en el curso del agua en acuíferos.
- Eliminar puntos de infiltración, como posibles fugas en tanques por grietas o fisuras.
- Comprobación periódica de la estanqueidad en depósitos enterrados.
- Utilización de contenedores y recipientes adecuados.



Ilustración 3 Acumulación aguas pluviales

AGUAS SUPERFICIALES



Ilustración 4 Aguas acumuladas en explotación

- Proporcionar un adecuado sistema de drenaje para eliminar el agua de las zonas de trabajo.
- Controlar la calidad del agua.
- Hacer un uso racional del agua en la planta de tratamiento y en el lavado de vehículos.
- Limitar la erosión transformando las zonas más sensibles en zonas con vegetación.
- Proteger los cursos del agua.
- Aprovechar las aguas pluviales que discurran por la explotación y las estancadas dentro de sus linderos.
- Fomentar el reciclado.

AGUA DE LA RED GENERAL DE ABASTECIMIENTO

- Evitar la mala utilización y el derroche (cerrar grifos, evitar tener mangueras abiertas, etc.).
- Realizar un adecuado mantenimiento de las instalaciones para detectar fugas y, por lo tanto, sobreconsumos por averías.

AGUAS DE PROCESO

- Recuperación de las aguas de proceso en casos de tratamiento en vía húmeda, mediante sistemas de lavado con empleo de equipos de ciclonado, escurridores, decantadores - clarificadores, y sistemas de concentración de pulpas tales como filtros prensa, etc.
- Emplear el agua reciclada para labores tales como limpieza de planta, riego de pistas y de la vegetación.



Ilustración 5 Cinta transportadora en funcionamiento

- Medidas para el control de posibles vertidos de fuel, de aceite, de productos químicos almacenados, de repostaje de vehículos, de trabajos de mantenimiento o procedentes de áreas de limpieza, el 25% de las empresas líderes cuenta con una red de drenaje y con cubetas de recogida.

A continuación se proponen una serie de medidas que permitirán minimizar y prevenir las posibles afecciones negativas al dominio público hidráulico:

LA EXTRACCIÓN

Durante el proceso de extracción del material deberán promoverse medidas que garanticen la conservación de los valores naturales de la zona, desarrollando acciones que minimicen los impactos ambientales susceptibles de generarse.

Previo al proceso de extracción será conveniente:

- Identificar la situación de partida de la zona donde se van a realizar la actividad extractiva y llevar un seguimiento de la situación durante el proceso.
- Definir y evaluar el régimen hídrico de la zona.
- Llevar un seguimiento durante la actividad de extracción de:
 - El nivel freático.
 - Posibles afecciones a núcleo urbanos cercanos.
 - Cantidad y calidad de los flujos de recarga de los cauces.
 - Seguimiento de las posibles afecciones a los terrenos de cultivo, los caminos vecinales y la fauna y flora del entorno.
- Establecimiento de un plan de minimización de los potenciales riesgos ambientales que puedan generarse de acuerdo a la legislación vigente.
- Establecimiento cuando sea necesario de mecanismos de bombeo para evitar la entrada de agua en la zona delimitada de explotación.
- Establecimiento de medidas para garantizar la estabilidad de los acopios del material extraído y de la zona de extracción.
- Asegurar la recarga de los acuíferos.
- Utilizar sistemas impermeabilizantes.

EL TRATAMIENTO

Además de las medidas enumeradas anteriormente, para asegurar una correcta gestión del agua utilizada durante el proceso, se deberá garantizar un sistema de recirculación del agua para alcanzar mejores rendimientos en el consumo de agua.

Uno de los sistemas de recogida y tratamiento de los lodos que se puedan generar, son las balsas o presas de decantación, las cuales pueden tener diversas variantes. Este sistema aprovecha el hueco de la excavación de modo que el agua utilizada se filtra y posteriormente, mediante sistemas de recogida, sale de nuevo el agua limpia para proceder a su posterior reutilización. Los lodos generados se retiran para su tratamiento y reutilización en la fase de restauración.



Ilustración 6 Decantador



Ilustración 7 Filtro prensa

Otra opción son los sistemas de tratamiento como el tanque espesador o clarificador, suele estar precedido de un sistema de escurridores. A través del empleo de floculantes se fuerza el proceso de sedimentación de modo que se consigue antes la separación de la pulpa resultante del agua clarificada.

Es cada vez más común que los espesadores tengan vinculado un filtro de prensa. El objetivo es deshidratar la pulpa generada en el proceso de clarificación, consiguiendo así reducir su volumen y recuperar casi la totalidad del agua empleada en el proceso.



Ilustración 8 Balsa de decantación de lodos



Ilustración 9 Lavado de camiones con arquetas de separación de hidrocarburos

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTDS)

Las siguientes medidas tienen como resultado una reducción considerable del nivel de aguas residuales:

- Utilización de sistemas de depuración de partículas: pueden ser sistemas de depuración de partículas en seco o bien, cuando sea necesario emplear un sistema de depuración húmedo para extraer las fracciones de partículas ultrafinas.
- Reciclaje interno de aguas generadas en los procesos: para someter a reciclaje intensivo el agua generada al limpiar se requiere disponer de instalaciones de tratamiento formadas por depósitos de sedimentación, a ser posible con una etapa de floculación integrada, y de equipo de filtrado. Según el grado de concentración de sal y los límites de descarga establecidos puede que el agua del circuito deba descartarse.
- Diversos usos del agua residual tratada: utilizar el agua tratada para distintos fines puede ser también una alternativa.
- Control de aguas de escorrentía superficiales: recoger las aguas de escorrentía superficiales y utilizar interceptores de aceite en la canalización de recogida antes de que se produzca la descarga a las aguas superficiales. De esta manera puede evitarse la formación de aguas residuales y el agua de lluvia podrá recogerse, ya que no estará contaminada.
- Separar los distintos tipos de agua: los caudales de agua con distintos niveles de contaminación y diferente composición se deben mantener separados para minimizar los tratamientos a los que se somete al agua y optimizar su uso.

Las aguas residuales procedentes del sector de los áridos, de forma general, se caracterizan porque la carga contaminante (en ningún caso de sustancias peligrosas) se debe fundamentalmente a la presencia de sólidos en suspensión principalmente, y de forma muy puntual y en cantidades mínimas: aceites y grasas (procedentes de la maquinaria).

Además de los sistemas de depuración de aguas residuales es importante, la aplicación de una serie de acciones preventivas encaminadas a la mejora en el tratamiento de los vertidos líquidos.

Medidas preventivas de tratamiento

A continuación se reflejan algunas de las acciones preventivas ligadas al tratamiento de las aguas residuales:

- 🌱 Segregar las aguas residuales generadas por su calidad: aguas industriales, y aguas pluviales.
- 🌱 Separar los sólidos de las aguas residuales lo antes posible (rejillas, barrido suelos, separadores de sólidos, etc.).
- 🌱 Aplicar y difundir las Buenas Prácticas al personal.
- 🌱 Evitar la entrada de residuos sólidos en las aguas residuales, durante la limpieza de los equipos e instalaciones.

AGUAS DEL LAVADO DE ÁRIDOS

Hay que tener en cuenta que el efluente producido en el lavado de los áridos, debe ser tratado de acuerdo a la legislación ambiental vigente. En general el excesivo contenido de sólidos de las aguas residuales hace muy difícil el tratamiento, o a un costo operativo muy alto. El defecto de agua impide la actuación correcta de los floculantes empleados en la etapa de sedimentación, provocando un consumo altísimo de los mismos y obligando a un sobre dimensionamiento de los equipos de clarificación.

El agua total aportada en las diferentes fases de lavado deberá ser la necesaria para que las aguas residuales presenten un contenido de sólidos que oscile entre 5% y 10% en peso. Este contenido en sólidos permite un diseño económico de los equipos de clarificación y un gasto razonable de floculante. Debe considerarse que el gasto de floculante es exponencial en función de la concentración de sólidos.

Clarificación de las aguas de lavado

Si no se dispone de grandes superficies de clarificación y de los permisos necesarios para la utilización de las mismas, el proceso de clarificación seguido actualmente es el de sedimentación forzada mediante el empleo de agentes químicos, generalmente orgánicos, conocidos como floculantes.

En los últimos años se han desarrollado floculantes de elevado peso molecular con los que pueden alcanzarse elevadísimas velocidades de sedimentación frente a la velocidad de sedimentación natural, potenciando el empleo de los clarificadores de alto rendimiento.

El empleo de clarificadores posibilita la obtención instantánea de agua de elevada

calidad que puede ser evacuada cumpliendo cualquier especificación medioambiental. Obviamente si el agua clarificada obtenida es de calidad suficiente como para ser evacuada a las cuencas fluviales, con mayor razón podría ser reciclada a la propia planta de lavado. Este es el objetivo primordial del tratamiento de los efluentes del lavado de áridos: conseguir un circuito cerrado sin efluentes, reduciendo al mínimo el consumo de agua fresca.

En caso de existir una fase de clarificación de aguas y de ser éstas recicladas en el propio proceso, “cerrando el círculo”, no habría ningún efluente y solamente se pagaría una tasa según el agua consumida.

Esta sería exactamente el agua perdida en la humedad de las diferentes fracciones (no considerando las pérdidas por evaporación), y el coste por este concepto se vería reducido extraordinariamente.

Al mismo tiempo que se obtiene agua clarificada se obtiene un lodo espeso que debe bien ser evacuado a balsas finales de secado, o a una etapa de filtración posterior para recuperar al máximo el agua utilizada en el lavado.

Un clarificador de buen diseño permite obtener un lodo espeso con una concentración de sólidos de hasta el 60% en peso, lo que supone una elevada recuperación del agua aportada. Por el contrario un clarificador convencional no diseñado específicamente para el tratamiento de efluentes del lavado de áridos con sólidos de baja densidad, no permite obtener lodos muy espesos a menos de sufrir continuos atascos en los conductos de descarga.

En cualquier caso a efectos de cálculo del consumo de agua debería considerarse que la descarga de un tanque clarificador presenta una concentración media del orden del 40%, es decir unos 500 g/l, y ello significa que si el contenido de finos a eliminar (lodos) es elevado, también lo serán las pérdidas de agua en caso de que el lodo se envíe a balsas de secado, no tratándose en etapas de filtración posteriores.

Filtración de lodos

Los lodos espesados obtenidos en la etapa de clarificación, pueden ser evacuados a balsas mediante transporte por camión o bombeo, o preferiblemente pueden ser filtrados para reducir al mínimo el consumo de agua en el proceso total. Esto último comienza a ser el proceso habitual sobre todo en plantas de nueva construcción, o en zonas especialmente protegidas o donde la disponibilidad de agua es escasa.

El filtro más empleado en el tratamiento de áridos, en combinación con los clarificadores, es el filtro prensa, el cual está compuesto por varias placas filtrantes, variables en tamaño y número en función del tonelaje de lodos a filtrar, colocadas paralelamente en horizontal o vertical, formando un paquete filtrante, sobre un bastidor común.

Las placas son de sección generalmente cuadrada, con una cavidad interior de profundidad variable, de modo que entre cada dos placas se forma una cámara en la cual se colocan las telas filtrantes. La alimentación se realiza simultáneamente a todas las cámaras, a través de un agujero central, a presión, lo que provoca la filtración del agua a través de las telas. Este agua es recogida por unos micro-canales labrados en la superficie interna de la placa, y conducida al exterior. Alcanzada la presión necesaria concluye el proceso de llenado, y se interrumpe la alimentación, procediéndose a la apertura del paquete filtrante, cayendo las “tortas” formadas.

Una vez vaciado el filtro se vuelve a cerrar el paquete filtrante y comienza de nuevo el ciclo de llenado, dando lugar a una operación discontinua: llenado a presión, apertura, descarga y cierre.

La duración del ciclo puede oscilar entre 10 min y 60 min, dependiendo de la dificultad de filtración del lodo y del tipo de filtro y número de cámaras del mismo.

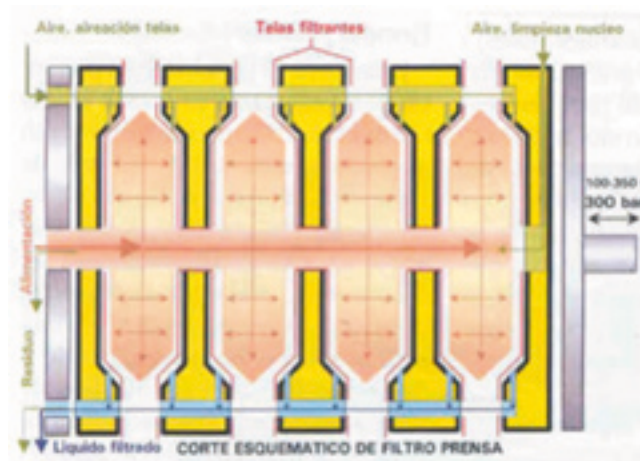


Ilustración 10 Esquema filtro prensa



Ilustración 11 Filtro prensa en funcionamiento

En la práctica la descarga del filtro requiere la presencia de un supervisor, pues frecuentemente, debido a la naturaleza plástica del sólido filtrado, alguna torta se puede quedar adherida a las telas, precisando la ayuda del operador para despegarla con una espátula.

Actualmente se ha desarrollado un tipo de filtro específicamente para el sector del lavado de áridos, los cuales poseen un sistema de descarga “controlada”, de modo que no es obligatorio supervisar la descarga del filtro.

El dispositivo de sacudidas, consiste en un eje con levas que una vez abierto el paquete de placas golpea los soportes de las mismas. La duración de la secuencia de golpeteo puede ser ajustada en función de la dificultad.

Este tipo de filtros va provisto como máximo de 28 cámaras, de modo que al estar todas las placas unidas entre sí, la apertura se produce de una sola vez semejando a un acordeón.

Esta presenta la mejor y más simple alternativa al filtrado de lodos arcillosos como los producidos en el lavado de áridos, tanto por su simplicidad de funcionamiento como por su rapidez y posibilidad de automatización total, en combinación con los clarificadores de alto rendimiento. La clarificación y el filtrado se realizan de modo continuo, sin necesidad de operarios, repercutiendo en la optimización de la capacidad de tratamiento.

Con el empleo de filtros prensa pueden obtenerse lodos extremadamente secos, con humedades del 25% al 35%, es decir concentraciones de 1.400 g/l a 1.000 g/l. A efectos de estimaciones del gasto de agua puede considerarse una concentración del lodo filtrado del 70% en peso.

BUENAS PRÁCTICAS DE LOS TRABAJADORES

A través de la dirección deberán realizarse campañas de concienciación y sensibilización que fomenten actuaciones de consumo responsable⁴.

A continuación se presentan algunos ejemplos de prácticas responsables en el consumo de agua:

- 🌱 Hacer un uso racional del agua en la planta de tratamiento y en el lavado de vehículos.

4 **Consumo responsable:** concepto que promulga la idea de que los seres humanos deben cambiar sus hábitos de consumo ajustándolos a sus necesidades reales y optando en el mercado por opciones que favorezcan la conservación del medio ambiente y la igualdad social.

- 🌱 Fomentar el reciclado.
- 🌱 Evitar la mala utilización y el derroche (cerrar grifos, evitar tener mangueras abiertas...).
- 🌱 Realizar un adecuado mantenimiento de las instalaciones para detectar fugas y, por lo tanto, sobreconsumos por averías.
- 🌱 Control del almacenamiento de los productos utilizados en la planta, así como de los residuos.



Ilustración 12 Balsa de decantación de lodos

BIODIVERSIDAD Y REHABILITACIÓN DE ESPACIOS MINEROS

MEDIDAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE DAÑOS A LA FAUNA Y FLORA

Suelo

- Debe garantizarse el aporte del mismo suelo vegetal retirado o de suelos de la misma calidad, en un plazo no mayor de un año.
- Se retirará y acopiará por separado el horizonte orgánico y del horizonte inmediatamente inferior. A la hora de su restitución en las labores de rehabilitación, se extenderá de manera que se mantenga la disposición inicial del perfil de los suelos.
- Los depósitos provisionales del suelo vegetal retirado no deben superar los 2 m. y se colocarán en lugares poco visibles desde los alrededores.
- Los depósitos provisionales del suelo vegetal retirado deben ser revegetados, (siembra con leguminosas y gramíneas), de manera que elementos tales como nitrógeno y fósforo no se laven y se pierdan.
- Para el relleno de los huecos sólo debe permitirse el empleo de estériles, y se cubrirá con la capa de suelo vegetal retirada, con un espesor de al menos 70 cm. El mejor relleno serían los limos procedentes de la planta de lavado.
- El relleno de huecos se revegetará inmediatamente con plantas autóctonas, o se dejará en condiciones óptimas de aprovechamiento agrícola (según el destino final del suelo).
- En general no se debe permitir la creación de taludes con ángulos superiores a 25°.
- Control del movimiento de la maquinaria en época de cría de las aves riparias.
- Respetar las Zonas Periférica de Protección en el caso de que en el lugar donde se va a desarrollar la actividad haya especímenes vegetales de singular relevancia.

Vegetación

- Se establecerá una zona de protección para la vegetación de ribera, para el dominio público hidráulico y para su zona de servidumbre. Impedir cualquier deterioro directo o indirecto de la orla de vegetación riparia.

- Protección de la vegetación próxima a la explotación en la zona de policía:
 - Crear márgenes lo suficientemente amplios entre la explotación y las zonas de vegetación. Distanciamiento suficiente a pistas, vías de circulación y apilamientos.
 - Protección de los troncos cuando sea necesario (alcorques en el suelo, vallado).
 - Empleo de protectores contra roedores (conejos, etc.) e insectos.
- Integrar el proceso de revegetación con el sistema de explotación, eligiendo especies adecuadas al entorno.
- Cuidar los sistemas de siembra y plantación.
- Riego regular de las plantaciones más recientes.



Ilustración 13 Frente restaurado

Biodiversidad

- Asegurar que en la restauración realizada se conserva la biodiversidad impidiendo que sea afectada por otras zonas en explotación.
- La definición de zonas no extractivas dentro de la propia explotación, para la conservación de biótupos.
- El establecimiento de elementos divisorios entre las áreas explotadas y las que no están afectadas.
- El respeto de las limitaciones en cuanto al ruido, el polvo y las vibraciones.

- Adaptación de la zona restaurada a un medio óptimo para favorecer el desarrollo de la flora y fauna autóctona del lugar. También se pueden crear zonas húmedas con unas condiciones físicas adecuadas para el desarrollo de flora y fauna características de este tipo de medio. Favoreciendo así el aumento de la biodiversidad del lugar. Un ejemplo de este tipo de medidas es la creación de islas dentro de la zona inundada para favorecer la nidificación de aves o la creación de bordes irregulares de la laguna generando así más superficie para desarrollo de vegetación riparia y de la fauna de la zona.

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

- Cercado de la periferia de la explotación.
- Señalización de la presencia de la misma mediante señales clásicas (propiedad privada, prohibido el paso; prohibición de caza/pesca; etc.) o pictogramas (peligro de caída; prohibido el baño, etc.)
- Diseño adecuado de las últimas voladuras, en el caso de las canteras, o empleo de los equipos de arranque, en las graveras, para realizar un adecuado recorte de las cabezas de los bancos de forma que los taludes definitivos sean más estables.
- Revegetación con especies adaptadas a las condiciones edáficas y climáticas del lugar (se conservan sin cuidados externos) aplicando, además de las técnicas tradicionales:
 - Hidrosiembra con camión.
 - Colocación manual de rollos de telas compuestas por fibras naturales biodegradables.
- Integración paisajística, envejeciendo la roca por la aplicación de una mezcla de óxidos, de ácidos húmedos o de fijadores proyectados.
- Restauración de la plaza de explotación:
 - Modelado topográfico para reconstruir el suelo, prestando atención a su permeabilidad y a la evacuación del agua de escorrentía.
 - Esponjamiento de los terrenos con un escarificador.
 - Disposición de un espesor suficiente de estériles.
 - Extendido de la tierra vegetal.



Ilustración 14 Riego en talud restaurado



Ilustración 15 Talud restaurado



Hidrosiembras y plantaciones

EFICIENCIA ENERGÉTICA

BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA

Se describen a continuación una serie de buenas prácticas energéticas a aplicar en las explotaciones de áridos, divididas en varios apartados según donde se realice la acción.

FUENTE DE LA ENERGÍA

Para reducir el coste de los consumos de energía y por lo tanto tener una mayor eficiencia energética podemos:

- 🌱 Optimizar el contrato
- 🌱 Optimizar las instalaciones y la maquinaria

Algunas posibilidades de optimización de algunos elementos son:

- 🌱 *Optimizar el contrato*
 - Personal especializado debe estudiar la mejor adaptación a la nueva normativa en la empresa en concreto.
 - Debe estudiarse el factor de potencia (F.P.) de las instalaciones, la tarifa más conveniente, y el suministrador.
 - Se debe optimizar la potencia eléctrica contratada y dimensionar correctamente el factor de potencia, ajustar la producción a períodos tarifarios valle y realizar una revisión y un mantenimiento correcto de las instalaciones eléctricas, como el centro de transformación.
- 🌱 *Optimizar las instalaciones y la maquinaria*

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO
Motores de gasoil	Optimización de la combustión	Mediante análisis de la composición de los humos de escape	Ahorro en combustible. Reducción de la factura	15%
Motores eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (mediante curva de arranque controlado por rampa)	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura	15%
Bombas de circulación de fluidos (general)	Optimización del consumo eléctrico, según la presión del agua	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica	15%
Motores general	Motores alto rendimiento	Motores especiales de alto rendimiento	Disminución del consumo eléctrico	20%
Compresores de aire	Utilización del calor sobrante de la refrigeración de los compresores	Reutilización del aire caliente	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	30%
Iluminación exterior	Optimización del consumo	Lámparas compactas de bajo consumo. Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica	40%
Iluminación interior (fluorescente)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido	Cambio de las reactancias convencionales por balastros electrónicos de alta frecuencia	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste de la factura eléctrica	20%
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido	Cambio a lámparas de bajo consumo	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste de la factura eléctrica	85%



Ilustración 16 Maquina en activo

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN MOTORES

Para mejorar la eficiencia energética de los motores se debe estudiar la **potencia nominal** a la cual trabajan con el fin de establecer si procede la sustitución de estos por otros de menor potencia.

Las opciones de mejora de la eficiencia del consumo eléctrico pasan por las recomendaciones generales para motores como:

- 🌱 Al realizar un cambio de maquinaria se recomienda instalar equipos con **motores de eficiencia 1** según la clasificación que funciona en Europa desde 1998.
- 🌱 Los equipos de mayor consumo (molinos) tienen un arranque estrella-triángulo, recomendándose, la instalación de **variadores de frecuencia**, por tener éstos un menor consumo energético. Asimismo, mediante variadores de frecuencia pueden ser tratados los picos de consumo debidos a los ciclos de trituración en los molinos.
- 🌱 Elegir correctamente la potencia de motores nuevos o de la sustitución de antiguos. El rendimiento máximo se obtiene cuando éste opera entre el 75% y el 95% de su potencia nominal y cae bruscamente para cargas reducidas (< del 50%) o cuando trabaja sobrecargado (>105%).
- 🌱 Seleccionar el motor de acuerdo con su ciclo de trabajo. Operar un motor para servicio continuo, el accionamiento de operación intermitente ocasiona una depreciación de sus características de operación y eficiencia.
- 🌱 Seleccionar correctamente la velocidad del motor. Si la carga lo permite se prefieren motores de alta velocidad, son más eficientes y trabajan con un mejor factor de potencia.

- 🌱 Sustitución de los motores antiguos o de uso intenso.
- 🌱 Balancear la tensión de alimentación en los motores. El desequilibrio entre fases no debe exceder en ningún caso el 5%, pero mientras menor sea el desequilibrio, mayor será la eficiencia.
- 🌱 Utilizar arrancadores a tensión reducida en aquellos motores que realicen un número elevado de arranques.
- 🌱 Instalar motores de velocidad ajustable mediante reguladores electrónicos en aquellos accionamientos en donde la carga sea variable.

GESTIÓN DE INFORMACIÓN DE CONSUMO DE GASÓLEO. AHORRO EN LA CONDUCCIÓN

Entre las recomendaciones existentes está la mejora de los firmes (pistas y accesos) por donde circula la maquinaria, así como optimizar las operaciones de reportaje (in situ) y así disminuir el nº de viajes, y por lo tanto el tiempo empleado y el consumo asociado al desplazamiento.

Otra buena práctica a aplicar es realizar un estudio de los medios de los sistemas de transporte a planta desde el frente, de tal manera que:

- 🌱 Sea posible la optimización de los sistemas de transporte atendiendo a:
 - El tipo y capacidad de los vehículos (Ratio gasóleo/ tonelada transportada)
 - El nº de operaciones
 - Mejora de las pistas
 - Análisis del trazado
 - Biodiesel
 - Usar motores ecoeficientes
- 🌱 En algunos casos, y tras realizar un estudio exhaustivo, instalar una cinta de cabecera, en función del análisis del proceso extractivo, lo que implicaría un menor nº de maquinaria (retroexcavadoras y dumpers), y por lo tanto menor nº de desplazamientos de la misma, con la consecuente disminución de consumo de gasóleo.

- 🌱 Realizar una gestión integrada de los procesos de restauración.
- 🌱 Rediseñar el punto de vertido en planta.
- 🌱 Realizar un tratamiento selectivo previo del material en el frente, y así disminuir el movimiento de estériles en transporte y en la planta.

Finalmente, una conducción eficiente por parte del conductor de una máquina determinada dentro de la explotación ofrece las siguientes ventajas:

- 🌱 Ahorro de energía. El conductor con su comportamiento tiene una gran influencia sobre el consumo de carburante del vehículo, dando lugar a ahorros de carburante del orden del 10%. Esto supone un considerable ahorro energético para nuestro país, mejorándose además la balanza de pagos y reduciéndose la dependencia energética del exterior.
- 🌱 Ahorro económico para las empresas de transporte. El carburante supone la principal partida en los gastos que genera la actividad de un vehículo industrial. Una mayor eficiencia en el consumo de carburante incidirá en un ahorro de costes y por tanto, en un mayor beneficio económico para la empresa.
- 🌱 Reducción de los costes de mantenimiento. El efecto de reducción de consumo está asociado no sólo a un menor coste en carburante, sino también a un menor coste en mantenimiento del vehículo, ya que las nuevas pautas a seguir, provocan que los distintos sistemas del vehículo (frenos, embrague, caja de cambios, motor...), estén sometidos a un esfuerzo inferior al que soportarían en el caso de la conducción convencional. Aplicando las técnicas de la conducción eficiente, se han registrado reducciones medias de utilización de la caja de cambios del orden del 30%.



Ilustración 17 Detalle planta tratamiento

- 🌿 Reducción de emisiones. La reducción del consumo de carburante a través de la puesta en práctica de la conducción eficiente va ligada a una reducción de las emisiones de CO₂ y de contaminantes al medio ambiente. Con la reducción de emisiones de CO₂ lograda por la conducción eficiente, se contribuye a la resolución de los problemas del calentamiento de la atmósfera y al cumplimiento de los acuerdos internacionales en esta materia.
- 🌿 Mejora de la velocidad media. Con la conducción eficiente se realizan las aceleraciones de una forma más efectiva, se evitan en mayor medida las detenciones y se aprovechan mejor las inercias que presenta el vehículo en su circulación.
- 🌿 Reducción del riesgo de accidentes. La Conducción Eficiente incrementa la seguridad en la conducción, ya que estas técnicas de conducción están basadas en la previsión y en la anticipación. Esta mejora en la seguridad está constatada a través de distintos estudios realizados en países europeos donde lleva tiempo implantada, con reducciones en las cifras y gravedad de los accidentes de tráfico.
- 🌿 Mejora del confort. Además de todos los sistemas de mejora del confort que incorporan los vehículos modernos, se puede hacer que el viaje sea aún más cómodo mediante la nueva Conducción Eficiente. Ante todo la Conducción Eficiente es un estilo de conducción impregnado de tranquilidad y sosiego, que reduce las tensiones y el estado de estrés producido por el tráfico al que están sometidos los conductores.

Es aconsejable realizar cursos de corta duración para conducción eficiente de camiones. Existen ayudas en el ámbito de la estrategia de ahorro y eficiencia energética E-4 para la realización de estos cursos.

Al aplicar las siguientes claves se obtienen reducciones de consumo del orden del 10%, así como una reducción de emisiones al medio ambiente y una mejora en la seguridad de la conducción. Estas claves son:

1. CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DEL VEHÍCULO:
Es de gran importancia el conocimiento por parte del conductor de los intervalos de revoluciones a los cuales el vehículo presenta el par máximo y la potencia máxima, así como de las curvas características propias del motor. En caso de no disponerse de esta información, conviene solicitarla al fabricante.
2. ARRANQUE DEL MOTOR:
Arrancar el motor sin pisar el acelerador. Colocar el disco-diagrama del tacógrafo e iniciar el movimiento del vehículo transcurrido un minuto (ya se tiene presión suficiente en los calderines).

3. INICIO DEL MOVIMIENTO DEL VEHÍCULO:

Se iniciará el movimiento del vehículo, con una relación de marchas acorde a cada situación y que no fuerce el funcionamiento del embrague de forma innecesaria. En fuertes pendientes ascendentes, se pondrá en movimiento el vehículo en 1ª corta o larga, según el vehículo y las condiciones de la vía.

4. REALIZACIÓN DE LOS CAMBIOS DE MARCHAS:

Realizar los cambios de marcha en la zona de par máximo de revoluciones del motor. Tras el cambio, el régimen del motor ha de quedar dentro de la zona de par máximo, es decir, dentro de la zona verde del cuentarrevoluciones. En condiciones favorables, se cambiará aproximadamente:

- 🌿 Subiendo medias marchas, en torno a unas 1.400 r/min en motores grandes (de 10-12 litros).
- 🌿 Subiendo marchas enteras, a unas 1.600 revoluciones en motores de 10-12 litros y entre las 1.700 y 1.900 r/min en motores de menores cilindradas.

Realizar los cambios de forma rápida y acelerar tras la realización del cambio. No se realizará el doble embrague.

5. SALTOS DE MARCHAS:

Cuando se puedan llevar a cabo, se podrán saltar marchas, tanto en los procesos de aceleración, como en los de deceleración.

6. SELECCIÓN DE LA MARCHA DE LA CIRCULACIÓN:

Procurar seleccionar la marcha que permita al motor funcionar en la parte baja del intervalo de revoluciones de par máximo. Esto se consigue circulando en las marchas más largas con el pedal acelerador pisado a las 3/4 partes de su recorrido. En cajas automáticas, se procurará que la caja sincronice la marcha más larga posible a través de la utilización del pedal acelerador. La circulación se desarrollará aproximadamente:

- 🌿 En torno a unas 1.100-1.300 r/min en motores grandes (de 10-12 litros).
- 🌿 Entre unas 1.300-1.700 r/min en motores de menores cilindradas.

7. VELOCIDAD UNIFORME DE CIRCULACIÓN:

Intentar mantener una velocidad estable en la circulación evitando los acelerones y frenazos innecesarios. Aprovechar las inercias del vehículo.

8. DECELERACIONES:

Ante cualquier deceleración u obstáculo que presente la vía, se levantará el pie del pedal acelerador, dejando rodar el vehículo por su propia inercia con la marcha en la que se circula engranada, o si es posible, en marchas más largas. En estas condiciones el consumo de carburante del vehículo es nulo (hasta regímenes muy bajos de revoluciones cercanos al de ralentí). Utilizar más el freno motor y evitar el uso innecesario del freno de servicio.

9. PARADAS Y ESTACIONAMIENTOS:

En las paradas prolongadas (por encima de 2 minutos de duración), apagar el motor, salvo en los vehículos que dependan del continuo funcionamiento de su motor para el correcto uso de sus servicios auxiliares. En las paradas, una vez realizado el estacionamiento del vehículo, ya se ha dado tiempo suficiente para que baje el turbo de revoluciones y se apagará el motor sin mayor dilación.

10. PREVISIÓN Y ANTICIPACIÓN:

Prever las circunstancias del tráfico y, ante las mismas, anticipar las acciones a llevar a cabo. Dejar suficiente distancia de seguridad con el vehículo precedente acelerando un poco menos que éste, para luego tener que frenar también en menor medida. Controlar visualmente varios vehículos por delante del propio.

11. CIRCUNSTANCIAS EXIGENTES:

En la mayoría de las situaciones son aplicables las anteriores reglas, pero existen determinadas circunstancias en las que se requieren acciones específicas distintas para que la seguridad no se vea afectada. En las circunstancias que lo requieran, se acelerará el vehículo revolucionando su motor en mayor medida, realizando los cambios de marchas en el entorno del intervalo de revoluciones de potencia máxima y con el pedal acelerador a plena carga.

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Un correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y como resultado se obtendrá un mejor rendimiento de la instalación o maquinaria, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio.

Como consecuencia de un mal funcionamiento de la instalación o maquinaria se pueden producir consumos excesivos de energía, por ello se debe establecer un programa regular de mantenimiento que incluya:

a) Para el caso de los equipos eléctricos:

- 🌱 Mantener en buen estado y correctamente ajustados los equipos de protección contra sobrecalentamiento y sobrecargas en los motores más grandes (molinos).
- 🌱 Revisar periódicamente las conexiones del motor, de su arrancador y resto de accesorios.
- 🌱 Verificar periódicamente la alineación del motor con la carga impulsada. Una alineación defectuosa puede incrementar las pérdidas por rozamiento y en caso extremo ocasionar daños mayores en el motor y en la carga.
- 🌱 Mantener en buen estado los medios de transmisión entre el motor y la carga, tales como bandas o engranajes.
- 🌱 Mantener en buenas condiciones los cojinetes del motor.
- 🌱 Realizar inspecciones periódicas en los motores, con objeto de verificar si se mantienen en condiciones apropiadas.

- 🌱 Sustituir los diferentes elementos como pueden ser los filtros según las recomendaciones del fabricante.
- 🌱 Verificar los controles de funcionamiento de forma regular.
- 🌱 Verificar que todos los elementos del equipo funcionan correctamente.
- 🌱 Verificar el calibrado de los controles.
- 🌱 Revisar los equipos regularmente.

b) Para el caso de los equipos combustibles:

Existen una serie de recomendaciones generales relativas al mantenimiento que disminuyen su consumo energético:

- 🌱 Control de la presión adecuada en los neumáticos. Se recomienda el control de la presión de todos los neumáticos:
 - Diariamente de manera visual.
 - Cada 5.000 km midiendo su presión.
- 🌱 Control del motor, debiéndose revisar:
 - Filtro de aceite. Su mal estado puede aumentar el consumo del motor en un 0.5%.
 - Filtro del aire, cuyo mal estado puede aumentar el consumo del vehículo en 1.5%.
 - Filtro de combustible. Su mal estado puede aumentar el consumo hasta 0.5%.

El aumento del consumo de combustible sin una causa que lo justifique, es un claro indicativo de algún problema en el motor, por lo que un control periódico del consumo consistente en la anotación de las cargas de combustible y los kilómetros recorridos, puede ayudar a detectar anomalías. Además, sería una gran ayuda para conocer en profundidad los consumos de gasoil.

Se debe tener en cuenta que las medidas propuestas, que en general serán beneficiosas para el conjunto de las empresas del sector, pueden tener particularidades que hagan que puedan no ser de recomendable aplicación en ciertas empresas en concreto, si bien ello no será lo habitual.

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN PROCESOS PRODUCTIVOS

Al igual que en los casos anteriores, durante los diferentes etapas del proceso productivo de los áridos también se puede aplicar una serie de medidas, de tal manera que se disminuya el consumo energético con la consecuente disminución de costes.



Ilustración 18 Transporte interno

🌱 Perforación y voladuras

- Regulación automática de bombas, motores y ventiladores de los equipos de captación de polvo.
- Mejorar el diseño para que el tamaño del todo uno se adecue a las características de la planta.
- Disminuir el consumo de explosivo/tonelada producida.
- Disminuir los bolos para así evitar las operaciones complementarias.
- Realizar las voladuras con buen tiempo, ya que la lluvia, si es copiosa, hará que nuestro proceso productivo obtenga un menor rendimiento (atascos en las cribas, etc).

🌱 Planta de trituración y molienda

El ahorro de energía en la planta se puede conseguir adoptando una combinación de las siguientes medidas:

- Transformación de circuito de molienda abierto a circuito cerrado.
- Reemplazamiento de los separadores ineficientes por otros más modernos, de alta eficiencia (para molinos de bolas y trituradoras giratorias).
- Instalación de sistemas de pre-trituación/molienda para mejorar el rendimiento de los molinos de bolas.

- Sustitución de molinos de bolas ineficientes por máquinas de alto rendimiento (trituradora giratoria de eje vertical y horizontal, roller press, etc).
- Optimización del interior de los molinos (forros, nivel y distribución de tamaño).
- Optimización de los parámetros del molino (flujo de aire, sistema de carga y descarga, velocidad del molino, etc.).
- Instalación de controladores de velocidad variable para los molinos, separadores y filtros.
- Mejora de la instrumentación y el control.
- Instalación de un sistema de control.
- Mejora del laboratorio de control de calidad.

MODIFICACIONES EN PLANTA

🌱 Transformación de circuito de molienda abierto a circuito cerrado

En numerosas instalaciones antiguas, el molino está configurado para trabajar en circuito abierto, por lo que el material pasa por el molino una sola vez. Para asegurar que no queda ningún material por encima del tamaño de producto deseado, suele haber una tendencia a la sobremolienda, que puede ser ineficiente. La presencia de finos en el molino además, dificulta la molienda del material más grueso.



Ilustración 19 Planta en activo

Una molienda ineficaz puede incrementar la temperatura del producto, provocando la formación de capas sobre los forros.

Un circuito de molienda abierto tiene un consumo de energía específico mayor que uno cerrado.

Con el circuito de molienda cerrado, los finos son extraídos del circuito a medida que se van produciendo, evitando la sobremolienda, mientras que los materiales de gran tamaño son reciclados por el circuito para una posterior molienda.

Para realizar la separación de los finos, existen varios tipos de separadores que pueden ser usados para clasificar la descarga.

🌱 Reemplazamiento de los separadores ineficientes por los de alta eficiencia.

En los circuitos cerrados, los separadores tienen un gran efecto sobre la eficiencia energética del circuito de molienda. Los separadores ineficientes permiten el retorno de los finos al circuito, provocando la formación de ultrafinos, y por lo tanto, la consiguiente pérdida de eficiencia del circuito de molienda.

🌱 Instalación de sistemas de pre-trituación/molienda para mejorar el rendimiento de los molinos de bolas

La instalación de una trituradora de eje vertical o giratoria previa al molino de bolas puede producir:

- Ahorro de energía (5-20% de reducción en el consumo total de energía eléctrica de la planta);
- Incremento de la capacidad (15-60% dependiendo del tipo de circuito).
- Sustitución de molinos de bolas ineficientes por máquinas de alto rendimiento (trituradora giratoria vertical y horizontal, roller press, etc).

En base a los requisitos de producción, los molinos de bolas pueden ser sustituidos por otros sistemas de molienda más apropiados. Algunos ejemplos de posible sustitución son:

- Trituradora giratoria de eje horizontal: Bajo consumo energético, poco ruido y menos espacio requerido. Ahorro del 30-50% respecto al molino de bolas.

- Trituradora giratoria de alta presión: Ahorro de energía superior al 20% respecto a un molino de bolas convencional.
- Molino centrífugo: Usa fuerza centrífuga para empujar el material contra la superficie de molienda periférica. También tienen un ahorro de energía aproximado del 20%.

🌱 Optimización del interior de los molinos y de sus parámetros

Los parámetros del molino que influyen en el rendimiento de la molienda son:

- Diseño y estado de los forros
- Superficie libre y capacidad de transferencia de los diafragmas
- Ajustes de carga y descarga
- Número y longitud de las cámaras de molienda
- Carga y distribución del tamaño
- Velocidad del molino
- Eficiencia del clasificador

🌱 Uso de aditivos en la molienda



Ilustración 20 Vista planta de tratamiento áridos

La zona de molienda y los forros de la trituradora están permanentemente cubiertos de polvo fino, reduciendo la efectividad de los impactos en el material y dificultando el flujo de material en el molino.

Una posible solución a este problema es la adición de pequeñas cantidades de ciertos productos químicos (por ejemplo: propileno/etileno glicol, amino acetato).

Los aditivos pueden aumentar la productividad del molino en un 50%, especialmente cuando se trata de finos. El coste de estos aditivos es admisible cuando se alcanza un ahorro energético significativo.

Instalación de controladores de velocidad variable en los ventiladores

Los ventiladores usados para crear corriente en las trituradoras giratorias y en el transporte del producto a un colector de polvo, puede consumir tanta energía como la trituradora.

La instalación de controladores de velocidad permite a la planta funcionar a la velocidad óptima sin malgastar potencia. Además, un ventilador de álabes radiales rectos, poco eficiente, puede ser sustituido por sistemas más eficientes como por ejemplo los álabes de diseño curvado.

Sistemas de carga y transporte energéticamente eficientes

Los equipos de carga se usan para transportar material dentro de la planta. En muchos casos son cintas transportadoras, que tienen un alto consumo energético. Éstas últimas podrían ser sustituidas por elevadores de cangilones o tornillos sin fin, que tienen un menor consumo.

Mejoras en la instrumentación y control

Al mejorar los parámetros del circuito de trituración y molienda, es necesario también disponer de unos buenos aparatos de control, para monitorizar correctamente estos parámetros y garantizar su funcionamiento eficiente.

Los siguientes parámetros afectan al rendimiento, por lo que deben ser medidos y controlados:

- Ratio de alimentación del circuito (tonelada/hora)
- Potencia del molino (kW)
- Volumen de aire de barrido (Nm_3)
- Temperatura del aire de barrido ($^{\circ}\text{C}$)
- Temperatura del material saliente del molino ($^{\circ}\text{C}$)
- Granulometría del material saliente del molino (%)
- Potencia del motor y los ventiladores (kW)
- Caída de presión a lo largo del molino (mbar)
- Caída de presión a lo largo del separador (mbar)
- Carga de recirculación (toneladas/hora)
- Potencia del ventilador del molino (kW)

Mejora del laboratorio de control de calidad

La eficiencia de una planta de molienda, implica un análisis regular de los materiales de entrada, productos intermedios y productos finales. Un correcto análisis exhaustivo de estos, ofrece información para controlar el proceso.

El control de granulometría del producto puede ser automatizado mediante analizadores de láser del tamaño de grano, que ofrecen más información de las características del producto, y crean la curva granulométrica.

Todos los procesos

- Realizar un correcto mantenimiento de la maquinaria según fabricante.
- Desconectar todas las luces y aparatos eléctricos tras el cese de la actividad.
- Utilizar formas de iluminación con mayor rendimiento y duración (fluorescentes y bombillas de ahorro energético) en lugar de bombillas convencionales.
- Moderar la intensidad de la luz en las zonas de menor necesidad, como zonas en las que no se esté trabajando y revisar continuamente los niveles de iluminación.
- Instalar interruptores con temporizador en las zonas higiénico-sanitarias; así se evitará un gasto de luz innecesario.

- Realizar un control eficiente de la producción.
- Dimensionar los equipos de acuerdo con las cargas a manipular y a transportar y con los trayectos a efectuar.



Ilustración 21 Pala en activo

- Emplear equipos adaptados a las condiciones del terreno en el que han de desenvolverse.
- Evitar el trabajo en vacío de equipos.
- Realizar una selección de la materia en el frente evitando el aporte de estériles a la planta.
- Instalar stocks intermedios para asegurar un flujo continuo y uniforme, sin picos ni valles.
- Desarrollar una herramienta que permita reportar y controlar la salida y llegada de los camiones entre dos puntos, gestionar las incidencias y reportar a los operarios.
- Realizar una planificación estratégica por líneas de producto y de servicios.



Ilustración 22 Planta de hormigon

- Realizar periódicamente una comparativa entre la situación real y lo expuesto en el plan de labores, para conocer las desviaciones e identificar causas.
- Realizar una correcta planificación de los distintos procesos.
- Realizar unas instrucciones de trabajo, formación y sensibilización del personal.
- Informar, formar y sensibilizar a los trabajadores para que participen activamente.

MEJORES TÉCNICAS DISONIBLES (MTDS)

Un elemento clave para lograr la eficiencia energética en una instalación es establecer un enfoque formal en materia de gestión. Las demás MTD aplicadas a nivel de emplazamiento apoyan la gestión de la eficiencia energética y proporcionan más detalles sobre las técnicas necesarias para conseguirlo. Esas técnicas son aplicables a todas las instalaciones. El alcance (p. ej., nivel de detalle, frecuencia de optimización o sistemas que deben considerarse al mismo tiempo) y las técnicas utilizadas dependen de la envergadura y complejidad de la instalación, así como de los requisitos energéticos de los sistemas integrantes.

Gestión de la eficiencia energética

Las MTD consisten en aplicar y adherirse a un sistema de gestión de la eficiencia energética (ENEMS-*energy efficiency management system*) que incorpore, de forma adecuada a las circunstancias locales, las características siguientes:

- 🌱 compromiso de los órganos de dirección;
- 🌱 definición de una política de eficiencia energética para la instalación por los órganos de dirección;
- 🌱 planificación y establecimiento de objetivos y metas;
- 🌱 aplicación y explotación de procedimientos, teniendo especialmente en cuenta lo siguiente:
 - estructura del personal y responsabilidades; formación, sensibilización y competencia profesional; comunicación; participación de los empleados; documentación; control eficaz de los procesos; programas de mantenimiento; preparación y respuesta ante emergencias; garantía del cumplimiento de los acuerdos (caso de haberlos) y de la legislación en relación con la eficiencia;
- 🌱 establecimiento de niveles de referencia;

- 🌱 comprobación del comportamiento y adopción de medidas correctoras, haciendo especial hincapié en lo siguiente:
 - seguimiento y medición; medidas correctoras y preventivas; conservación de registros; auditoría interna independiente (si es posible) para determinar si el ENEMS se ajusta o no a las disposiciones previstas, y se ha aplicado y mantenido correctamente;
- 🌱 revisión del ENEMS y su conveniencia, adecuación y eficacia continuas por los órganos de dirección;
- 🌱 diseño de una nueva unidad teniendo en cuenta el impacto ambiental de una eventual clausura;
- 🌱 desarrollo de tecnologías de eficiencia energética y seguimiento de la evolución de las técnicas en materia de eficiencia energética.

Las MTD consisten en optimizar los sistemas siguientes mediante técnicas tales como las descritas en el documento sobre eficiencia energética:

- sistemas de aire comprimido
- sistemas de bombeo
- sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado
- sistemas de alumbrado
- procesos de secado, concentración y separación; en esos procesos, las MTD consisten asimismo en buscar las posibilidades de utilizar la separación mecánica junto con procesos térmicos.

Subsistemas con motor eléctrico

La sustitución por motores eficaces desde el punto de vista eléctrico y dispositivos reguladores de la velocidad es una de las medidas más sencillas para fomentar la eficiencia energética. No obstante, si no se tiene en cuenta el conjunto del sistema en el que se integra el motor, se corre el riesgo de:

- perder el beneficio potencial derivado de la optimización del uso y tamaño de los sistemas y de la optimización subsiguiente de los requisitos aplicables al accionamiento por motor;
- perder energía si se utiliza un regulador de la velocidad en el contexto equivocado.

Las MTD consisten en optimizar los motores eléctricos en el orden siguiente:

- optimizar el conjunto del sistema del que forman parte el motor o motores (p. ej., el sistema de refrigeración);
- optimizar, a continuación, el motor o motores del sistema con arreglo a los requisitos de carga recién establecidos, mediante una o varias de las técnicas descritas, en función de su aplicabilidad;
- una vez optimizados los sistemas que utilizan energía, optimizar entonces los motores restantes (no optimizados) de acuerdo con las técnicas descritas y con criterios tales como los siguientes:
 - i) sustituir en prioridad los motores restantes que funcionan más de 2 000 horas al año por motores eficaces desde el punto de vista eléctrico;
 - ii) considerar la posibilidad de equipar con un regulador de velocidad los motores eléctricos que accionan una carga variable, funcionan a menos del 50 % de su capacidad más del 20 % de su tiempo de funcionamiento y se utilizan más de 2 000 horas al año.

IMPACTO VISUAL

BUENAS PRÁCTICAS PARA LA MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO VISUAL

La principal medida para reducir el impacto visual consiste en su consideración durante el diseño de la explotación, siempre que el tipo de yacimiento lo permita, o que sea viable económicamente plantear un método de explotación de menor impacto.

Habida cuenta de que la mayoría de las canteras tienen una vida media muy extensa, varias décadas, y que muchas de las que hoy están en activo iniciaron sus trabajos cuando las exigencias medioambientales eran muy diferentes de las actuales, es un problema de difícil solución a medio plazo.



Ilustración 23 Pantalla vegetal

El impacto visual de las escombreras es, generalmente, poco importante, por ser éstas poco numerosas y por encontrarse ubicadas, normalmente, en los huecos de explotación.

Siempre que sea posible habrá que planificar previamente:

- El método de explotación, con un diseño adecuado que ponga en práctica medidas paisajísticas minimizando el impacto visual.
- La restauración progresiva, considerando zonas ya restauradas dentro del contexto de la explotación.

- La situación de la planta de tratamiento.
- El tipo de vegetación.

La necesaria aprobación de los proyectos de explotación -donde se recogen entre otros aspectos, los relacionados con el diseño de las canteras y las medidas para reducir el impacto visual y de los planes anuales de labores -, permiten realizar el seguimiento y control de la evolución de los trabajos, verificando que se actúa conforme a lo previsto. Éste es el principal mecanismo de control del impacto generado por una explotación de áridos.

Entre las posibles medidas que se pueden implantar en una cantera o gravera para minimizar el impacto visual se encuentra:

Colocación de cordones de tierra y barreras vegetales perimetrales exteriores.	Utilización del estéril generado para el levantamiento de taludes y relleno de huecos.
Estabilización de taludes.	Integrar la explotación dentro del paisaje.
Recubrimiento de los taludes con una capa de tierra vegetal y revegetación de los mismos.	Utilización de técnicas informáticas para analizar la evolución de la explotación.
Utilización de las zonas de extracción regeneradas para fines agrarios.	Aplicación de una capa de pintura en las paredes verticales de los bancos.
Creación de zonas de ocio.	Limitación de alturas de las estructuras de la planta.
Acondicionamiento de accesos e instalaciones y, en menor medida, la ocultación de escombreras transitorias o definitivas.	Reducción de la superficie total afectada por la cantera mediante una rápida restauración de las zonas donde la extracción.
Integración visual ¹ de los edificios, empleando pinturas que reduzcan el impacto visual.	Informar, formar y sensibilizar a los trabajadores para que participen activamente.

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES**Ilustración 24 Explotación de áridos con zona ajardinada**

- Ajardinamiento de accesos a la explotación que refleje la preocupación de la empresa la imagen medioambiental mediante especies vegetales autóctonas y el empleo de otros recursos como el uso de materiales naturales o de maquinaria antigua pintada de colores u otros medios.
- Acondicionamiento de accesos e instalaciones.
- Apantallamiento con el propio terreno (relieve natural o caballones) o con plantación de especies vegetales (árboles o arbustos).
- Aplicación de otras técnicas paisajísticas que utilicen los distintos elementos topográficos y naturales existentes en el entorno, por ejemplo: la utilización del hueco de explotación para ocultar la planta de tratamiento.
- Revisión del estado de las estructuras: plataformas de trabajo, barandillas, escaleras, pasarelas, etc.

**Ilustración 25 Acceso planta áridos**

- Integración visual de los edificios, empleando pinturas que reduzcan el impacto visual. Cuidado de la pintura de los elementos metálicos, realizando un mantenimiento periódico de las instalaciones para eliminar la oxidación.
- Ubicación de las escombreras en los huecos de explotación.
- Reducción de la superficie total afectada por la cantera mediante una rápida restauración de las zonas donde la extracción ya ha concluido.

EL PAPEL DE LOS TRABAJADORES

La limpieza y organización de la explotación depende de la actuación de cada trabajador. Los trabajadores, como parte integrante de la asociación, deberán colaborar en la limpieza y cuidado de las instalaciones:

- 🌱 Ayudando a conservar la señalización.
- 🌱 Participando en el cuidado de las pantallas vegetales y otras plantaciones existentes. Aunque tu cometido no sea cuidarlas, respeta las plantas de tu explotación.
- 🌱 En general, es fundamental que los trabajadores cooperen para conseguir reducir los posibles impactos visuales y facilitar el cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente en materia de impacto visual. Respetando siempre las instrucciones de operación.
- 🌱 Colaborando en el control de los accesos a la explotación. Si alguien a una persona no autorizada tirando residuos o cometiendo actos de vandalismo, comunícalo.
- 🌱 Cuidando el orden y la limpieza, cuidan su puesto de trabajo.

Con todas estas medidas, hay que resaltar que los trabajadores son los primeros beneficiados.



Ilustración 26 Vista explotación de áridos

PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

BUENAS PRÁCTICAS DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO

Ejemplos de buenas prácticas para el mantenimiento del patrimonio arqueológico son:

- Ofrecer cursos o seminarios informando sobre la historia de la región.
- Enseñar medidas de protección del patrimonio.
- Trabajar conjuntamente con los arqueólogos.
- Informar a las autoridades competentes ante un hallazgo arqueológico.
- Vigilancia.
- En zonas húmedas, evitar los efectos del agua.
- Estar preparado para facilitar una zona de excavaciones, si fuera necesario.
- Establecer un plan de restauración adecuado.
- Informar, formar y sensibilizar a los trabajadores para que participen activamente.

Con estas buenas prácticas conseguiremos prevenir alteraciones de posibles hallazgos arqueológicos, además de:

- Promocionar la recuperación del patrimonio.
- Integración de las labores extractivas con la protección del patrimonio.



Ilustración 27 Restos arqueológicos hallados en una explotación de áridos

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES



Ilustración 28 Trabajos de descubierta de restos arqueológicos en gravera



Ilustración 29 Arqueólogos

- Procedimiento de actuación para los trabajadores y técnicos sobre las medidas más adecuadas para la preservación del patrimonio arqueológico, en caso de descubrir una construcción u objetos antiguos; así como proporcionar la información oportuna a las autoridades competentes.

VEGETACIÓN

BUENAS PRÁCTICAS EN EL MANTENIMIENTO DE LA VEGETACIÓN

A continuación se recogen las principales medidas que favorecerán el mantenimiento y conservación de la vegetación en una explotación de áridos:



Ilustración 30 Pantalla vegetal

- Proteger la vegetación de las actividades de la explotación creando márgenes lo suficientemente amplios entre la explotación y las zonas con vegetación, permitiendo así controlar y reducir la erosión.
- Restaurar aquellas zonas ya explotadas, inmediatamente después de la finalización de las actividades para permitir una recuperación más rápida de la vegetación autóctona de la zona.
- Asegurar que por lo menos una parte lo suficientemente grande del hábitat está disponible para las especies animales que se alimentan allí.
- Proteger los recursos hídricos y bióticos.
- Integrar el proceso de revegetación con el sistema de explotación.
- Poner los medios precisos para la creación del nuevo suelo, el extendido de la tierra vegetal en taludes y plataformas y las labores de preparación del suelo (laboreo, abonado).
- Elección de especies adecuadas al entorno para la revegetación, determinando su porte y, en su caso, su densidad relativa por unidad de superficie y su distribución en el terreno.
- Cuidar los sistemas de siembra y plantación.
- El proceso de trasplante tiene que realizarse adoptando precauciones para no lesionar los plántones, o someterlos a cambios bruscos en cuanto a condiciones de humedad y de temperatura.

- Intensificar las operaciones de mantenimiento (podas, tratamientos fitosanitarios y riegos).
- Elegir la época del año más adecuada para la plantación o la siembra, según el tipo de planta.
- Informar, formar y sensibilizar a los trabajadores para que participen activamente.



Ilustración 31: Riego por goteo zona revegetada



Ilustración 32: Hidrosiembra



Ilustración 33 Riego apoyo en zonas restauradas

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Las técnicas que utilizan la vegetación para el tratamiento de zonas explotadas se emplean no solo como elemento de restauración y de eliminación del impacto visual, sino también como estabilización y control de la erosión en el caso de fuertes pendientes y taludes.

Las actuaciones de restauración posteriores a la extracción de los recursos mineros se vienen desarrollando habitualmente desde hace unos 15 años, reguladas por normativas nacionales y/o autonómicas. Estas actuaciones pueden ser muy diversas en intensidad y características y muestran resultados finales variables.

Sin embargo, hasta ahora se han priorizado los aspectos paisajísticos más que la eficacia de la restauración ecológica; es decir, sí se aceptan como válidas las primeras fases de revegetación que únicamente establecen una primera naturalización del área explotada, pero no se asegura que con el tiempo se consiga evolucionar hacia los sistemas ecológicos deseados. Aspectos como la diversidad del ecosistema o la calidad de la vegetación resultante no han sido hasta la fecha motivo de control intensivo.

Revegetación de taludes

Las técnicas convencionales de revegetación, cuya función principal es el control de la escorrentía, emplean técnicas específicas en las que se utilizan esquejes de especies leñosas, ramas y tallos, fundamentalmente, para desarrollar una cubierta vegetal estable y autosuficiente que actúe como un componente estructural para el refuerzo y estabilización del talud.

Algunas técnicas específicas de tratamiento de pendientes y taludes son las siguientes:

- Estaquillado. Es una técnica barata y de fácil ejecución que se utiliza principalmente para reparar pequeños deslizamientos y asentamientos originados por un exceso de humedad.
- Fajinas. Son manojos de ramas y tallos atados en forma de huso que se colocan en el fondo de zanjas poco profundas, excavadas transversalmente siguiendo el contorno del talud, y que se recubren parcialmente de tierra. Es una técnica de estabilización muy efectiva que protege los taludes frente a deslizamientos superficiales y que permite escalonar su pendiente cuando la excavación es difícil.
- Esteras de matorral. Consiste en recubrir la superficie del talud con una capa gruesa de ramas atadas y entrelazadas a modo de colchón o estera, o simplemente extendidas sobre el terreno y ancladas. Esta técnica está especialmente indicada para el tratamiento de las orillas de ríos y arroyos.

- Escalones de matorral. Consiste en situar ramas en dirección perpendicular al perfil del talud en zanjas o entre capas sucesivas de tierra, de manera que formen una especie de terrazas. Entre otros efectos positivos, esta técnica disminuye la longitud efectiva de la pendiente y con ello la capacidad erosiva de la escorrentía.
- Estructuras de tierra reforzada. Es igual a los escalones de matorral, pero alternando capas de tierras y ramas de poco espesor con capas mucho más gruesas de tierras de relleno envueltas en un geotextil.

Las sucesivas capas de tierras de relleno forman una estructura que, en un primer momento, actúa como un muro de contención, sujetando el talud. Cuando las ramas arraigan, las raíces se introducen entre la cubierta de geotextil y el material de relleno, formando con ellas una masa coherente y sólida, y penetran dentro del talud anclando firmemente toda la estructura.

En los últimos años se han desarrollado numerosas técnicas, productos y materiales que ayudan eficazmente a alcanzar buenos resultados en la revegetación cuando las condiciones de los taludes son desfavorables. Las novedades incluyen tierras artificiales diseñadas para el tratamiento de taludes en roca, productos estabilizantes y absorbentes, una variada gama de geotextiles, redes y mantas orgánicas, mantas volumétricas y redes de confinamiento celular, sistemas de estabilización y revegetación desarrollados bajo patente, como el sistema Geogreen de construcción de muros verdes, o la malla tridimensional del Sistema Krismer.

El éxito de la revegetación no solo depende de la elección de la técnica y los materiales más adecuados. Intervienen también otra serie de factores externos. Las tres circunstancias que con mayor frecuencia están determinando resultados fallidos son el diseño incorrecto del talud, que favorece que se produzcan desprendimientos y roturas, la inexistencia o el mal funcionamiento de los sistemas de drenaje y control de la escorrentía y la falta de mantenimiento. Se analizan varios casos prácticos de taludes mineros y de obras públicas para ilustrar las posibilidades de tratamiento, su eficacia y la evolución en el tiempo.

La calidad en la restauración

Para la sujeción de las tierras en los taludes con fuerte pendiente es necesaria la implantación de una fase herbácea inicial, sin embargo los planteamientos de la revegetación deben ser más amplios. El desarrollo de una cubierta herbácea puede conseguirse de una forma relativamente rápida pero está sujeta a cambios estacionales, especialmente en la zona Mediterránea. Con el estiaje, la vegetación herbácea se adapta a las condiciones de menor humedad reduciendo sus partes verdes. El contraste entre primavera y verano es muy evidente en estas zonas y a simple vista se pueden diferenciar las superficies recientemente revegetadas de las áreas naturales no afectadas.



Ilustración 34: Vista zona restaurada marzo 2006 – junio 2006

Las especies forestales complementan y sustituyen a la fase herbácea y el sistema evoluciona por sí mismo hacia los ecosistemas forestales deseados. Un buen indicador de que estos cambios están sucediendo es la estabilidad de colores a lo largo del año, propia de bosques y matorrales.

Existen distintos factores ambientales entre las áreas alteradas y los sistemas originales que pueden determinar evoluciones en el tiempo muy diferentes. Por un lado, las formas finales suelen ser muy distintas a las originales y vienen condicionadas por el tipo de aprovechamiento del recurso mineral y las limitaciones establecidas en la legislación (altura máxima de los bancos).

La morfología queda estructurada como una secuencia de bancos de elevada pendiente, frecuentemente con sistemas de recogida de las aguas pluviales. Esto puede limitar el éxito de algunas actuaciones de revegetación.

La aportación de tierras suele representar otro factor diferencial respecto a los sistemas originales. En muchos casos, el suelo forestal es escaso y se distribuye irregularmente en el espacio. En cambio, durante la restauración se suelen aportar sustratos en cantidades y calidades muy superiores a las del suelo extraído que determinan especies animales y vegetales distintas.

A todo esto se añade la propia estrategia de dispersión de cada especie forestal. Algunas semillas se dispersan en zonas inmediatas a la planta madre mientras que otras necesitan animales (roedores o pájaros) para poder colonizar nuevas áreas.

En cualquier caso, que una semilla llegue por medios naturales a un determinado espacio no garantiza su germinación ni el establecimiento de la planta, que depende de las condiciones ambientales del momento (humedad del suelo, temperatura, luz). Frecuentemente, el enraizamiento de las plantas es inviable debido a que existe un estrato herbáceo denso.

Sin embargo, *conocer el funcionamiento de los ecosistemas y especies puede ayudar a mejorar la estructuración de estas áreas restauradas* desde un punto de vista más ecológico, potenciando el desarrollo de los paisajes y sistemas forestales del entorno a corto o medio plazo. Por ejemplo, dentro del contexto global de la explotación habría que considerar:

- aspectos morfológicos locales.
- aspectos microclimáticos.
- y aspectos de dispersión de la vegetación y la fauna.

Si bien, el nivel de conocimientos científicos ha mejorado en las últimas décadas, el sector de la restauración avanza según los ritmos de la oferta y la demanda. Las empresas involucradas en las tareas de revegetación siguen mayoritariamente planteamientos derivados de la jardinería, aplicando escasos criterios con base ecológica no exigidos en sus contratos.

Todo esto repercute en los mismos proveedores que disponen de poca gama de productos, poco presionados por la escasa demanda, y pueden limitar a su vez las posibilidades de actuación a los profesionales más innovadores.



Ilustración 35 Restauración agrícola



Ilustración 36 Taludes revegetados



Ilustración 37 Zona revegetada



Ilustración 38 Restauración de acopios de estériles. Uso final forestal

EL PAPEL DE LOS TRABAJADORES

Para conseguir una participación efectiva de los trabajadores en la conservación y mantenimiento de la vegetación hay que:

- Explicar la importancia que tienen las medidas de control de las afecciones negativas al medio para la empresa y para los trabajadores.

- 🌱 Impartir formación que explique por qué, cómo y con qué medios deben realizarse las actuaciones relacionadas con la mejora de la apariencia.
- 🌱 Elaborar instrucciones por escrito para la ejecución de las acciones.
- 🌱 Establecer algún tipo de incentivo para los trabajadores que se involucren activamente y algún sistema de sanción para aquellos que descuiden estos aspectos.

Entre las actuaciones de formación e información a los trabajadores destacan:

- 🌱 Cursos de impacto ambiental y restauración del espacio natural afectado por las actividades mineras para técnicos y responsables de explotaciones mineras.
- 🌱 Realización de simulacros de emergencia medioambiental⁵.
- 🌱 Jornadas de sensibilización medioambiental.
- 🌱 Entrega de fichas de actuación y prevención de accidentes potenciales y situaciones de emergencia medioambiental.
- 🌱 Participación en el mantenimiento de la vegetación.
- 🌱 Respeto a las plantas existentes.
- 🌱 Ayuda a conservar las nuevas plantas.
- 🌱 Evitar aproximar los equipos a la vegetación.
- 🌱 Informar sobre los ejemplares que veas evolucionar negativamente.

5 **Emergencia medioambiental:** es una amenaza súbita a la salud pública o al bienestar del medio ambiente, debido a la liberación (actual o potencial) del aceite, los materiales radioactivos, o químicos peligrosos en el aire, la tierra, o el agua.

VIBRACIONES

BUENAS PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DE VIBRACIONES

Para minimizar el impacto medioambiental de las vibraciones y de la onda aérea sobre las zonas pobladas próximas a las explotaciones, en el diseño de la voladura, se ha de prestar especial atención a:

- 🌱 Las propiedades de las rocas.
- 🌱 Las propiedades del explosivo.
- 🌱 La geometría de la voladura.
- 🌱 Los tiempos de retardo.
- 🌱 La secuencia de iniciación.

Recientemente se han conseguido grandes mejoras en la calidad de los explosivos, de los detonadores de micro-retardo, de los esquemas de voladura y del control electrónico secuencial de los disparos para evitar las vibraciones y los barrenos fallidos que, además, provocan la proyección de piedras y la producción de polvo.

Además de optimizar el diseño de las voladuras, es muy importante una cuidadosa ejecución de las labores de perforación y de carga de los barrenos. Para ello, se requiere contar con profesionales cualificados, perforistas y artilleros, que tengan experiencia en estas operaciones.

Para mitigar⁶ las molestias producidas por las voladuras, se tratará de realizarlas en horas fijas de máxima actividad laboral y dando aviso de la proximidad del disparo.

La creación de pantallas vegetales o de tierra entre la zona expuesta a las voladuras y el área explotada puede ser otra medida eficaz para reducir los efectos de la onda aérea.

Medición de las vibraciones

La medición de las vibraciones producidas por las voladuras permite realizar un estudio de carga/vibración para calcular la carga instantánea en la voladura siguiente, evitando así, el dañar las estructuras próximas y mitigar, en lo posible, las molestias a los habitantes de la zona.

⁶ **Mitigar:** Reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento.



Ilustración 39 Voladura: vibraciones y onda aérea



Ilustración 40 Perforadora en funcionamiento

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

- Empleo de martillos hidráulicos en lugar de explosivos, en determinadas operaciones como voladuras, rotura de bolos, etc.
- Verificación de carcasas, carenados y capotajes, eficacia de los cerramientos.
- Empleo de explosivos de nueva generación.
- Diseño adecuado de los accesos para el transporte y del circuito de circulación.
- Diseño adecuado de los apoyos y cimentaciones de las instalaciones de trituración, molienda, clasificación y en las cintas transportadoras y equipos de alimentación, tales como gomas o amortiguadores en los soportes.

- Revestimientos de caucho resistente en los equipos de la planta de tratamiento, en las mallas de las cribas y en los elementos de desgaste de los equipos de trituración.
- Utilización de detonadores y relés de microrretardo en el proceso de voladura.



Ilustración 41 Detalle planta tratamiento



Ilustración 42 Detalle perforadora

EL PAPEL DE LOS TRABAJADORES Y DE LAS SUBCONTRATAS

Deberán mantenerse y promocionar las buenas prácticas detalladas con anterioridad para garantizar:

- Control de las afecciones a terceros.
- Control de las emisiones.

- Mejora de la calidad de vida en el entorno y minimización de las molestias a los vecinos inmediatos de la explotación.
- Se previene la afección a la fauna.
- Reducción del número de quejas.

Un trabajador de una explotación de áridos deberá:

- ✓ Aplica las medidas de control existentes y los procedimientos de trabajo.
- ✓ Mantener en buen funcionamiento los dispositivos preventivos.
- ✓ Informar de cualquier anomalía que observes.
- ✓ Colaborar en el control del ruido.
- ✓ Respetar los procedimientos de perforación, carga y disparo de las voladuras.
- ✓ Informar sobre posibles anomalías.
- ✓ Establecer las zonas de seguridad.



Ilustración 43 Frente activo

EMISIONES A LA ATMÓSFERA

BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DE LAS EMISIONES GENERADAS

La prevención y control de las emisiones de polvo se realizan aplicando un importante conjunto de medidas de muy diversa índole en función de las distintas fases del proceso productivo de los áridos, donde se producen.

Existen tres técnicas principales para el control del polvo en las distintas etapas de fabricación:

- El confinamiento por carenado⁷, capotaje o apantallamiento de los puntos de emisión de polvo, impidiéndose la difusión atmosférica.
- El control del polvo por sedimentación en vía húmeda (aspersión, pulverización, creación de nieblas).
- La eliminación mediante la captación de partículas por aspiración y posterior separación aire / partículas, lo que permite la recuperación de finos.

Además existen otras medidas de control relacionadas con la organización y los procedimientos de trabajo que tienen una gran efectividad y permiten conservar el rendimiento de las medidas anteriormente citadas.



Ilustración 44 Cintas capotadas y almacenamiento en silos

⁷ **Careñado:** Sistema de encubrimiento en las diferentes partes de la planta de tratamiento con el fin de minimizar las afecciones negativas del polvo y el ruido.

TÉCNICA	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
CONFINAMIENTO		
CARENADO	Carcasas que recubren a un equipo o a un conjunto	Sistemas que impiden la acción directa del viento sobre el material procesado (capotaje), o que retienen el polvo en su interior (cierres) en puntos de transferencia o en caídas sobre acopios Útil en parques de áridos expuestos a vientos dominantes
CAPOTAJE	Sistemas de lonas o de capotas, fijas o semi-móviles	
APANTALLAMIENTO	Barreras naturales o artificiales	
PROTECCIÓN DE LOS PUNTOS DE TRANSFERENCIA	Sistemas que rodean el material al pasar de un equipo a otro	
SEDIMENTACIÓN EN VÍA HÚMEDA		
PULVERIZACIÓN DE AGUA	Pulverización de agua	Muy eficaces, pero con costes de operación más altos (consumo de agua, etc.)
	Pulverización de agua con agentes químicos	
	Pulverización de agua con espumas	
	Sistemas de aspersores o camiones cuba	
CÁMARAS DE NIEBLA	Atomización por ultrasonidos	
	Atomización por agua a presión	
	Atomización neumática	
CAPTADORES DE POLVO		
ASPIRACIÓN	General	Extracción con sistemas colectores o aspiradores minimiza la generación de emisiones fugaces en equipos de trabajo fijos o en equipos de perforación
	Por equipo	
	Por foco	
SEPARADORES MECÁNICOS	Ciclones simples	
	Multiciclones	
	Aspiradores separadores en vía seca	
SEPARADORES HIDRÁULICOS	De lámina de agua	
	Ciclones en vía húmeda	
	Venturis lavadores	
SEPARADORES ELECTROSTÁTICOS	Precipitadores electrostáticos	
	Cámaras de niebla cargadas electrostáticamente	
SEPARADORES POR FILTRACIÓN	Filtros de mangas con agitadores mecánicos	
	Filtros de mangas de aire reversible	
	Con tobera de aire reversible	
OTROS MECANISMOS DE CONTROL		
REGULACIÓN AUTOMÁTICA DE LA PLANTA	Regulación automática del flujo de material, del régimen de funcionamiento de los equipos y de los mecanismos de prevención	Evita el funcionamiento en vacío de los equipos Permite una producción más homogénea Evita vertidos
LIMPIEZA EN HÚMEDO	Empleo de agua en las labores de limpieza	Previene la puesta en suspensión del polvo sedimentado
ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	Instrucciones y procedimientos de trabajo concebidos para reducir las emisiones de polvo	Control de derrames Labores de limpieza Control del régimen de funcionamiento de los equipos Limitaciones de velocidad
PISCINAS DE LAVADO	Depósitos para el lavado de ruedas por paso de camiones. Suelen acompañarse de un sistema de riego de la carga	Se disponen en la salida de la planta hacia las carreteras
ASFALTADO O ESTABILIZACIÓN QUÍMICA SUPERFICIAL	Consolidación o estabilización de las zonas de rodadura, con asfalto, con cal, o con otro agente químico	



Ilustración 45 Sistema de eliminación de polvo mediante cámaras de niebla, en el circuito de trituración primaria compuesto por una mezcla de agua y aire comprimido



Ilustración 46 Tubos descendores



Ilustración 47 Riego de las pistas de acarreo



Ilustración 48 Acopio en silos

BUENAS PRÁCTICAS

Para conseguir la minimización de polvo:

- Sistemas de captación y extracción con colectores o aspiradores en el mecanismo de la perforadora.
- Sistema de lonas y de capotas fijas o semi-móviles para equipos individuales o conjuntos.



Ilustración 49 Cinta carenada

- Carenado o cierre de instalaciones.
- Apantallamiento con barreras naturales o artificiales.
- Sistemas de sedimentación de partículas por vía húmeda o seca, por ejemplo: cámaras de niebla (resonancia, ultrasonidos).
- Sistemas de aspersores o vehículos cisterna para el riego de las pistas y zonas de tránsito.
- Depósitos para el lavado de ruedas por el paso de camiones, acompañado de un sistema de riego de la carga.



Ilustración 50 Cintas carenadas

- Consolidación o estabilización de las zonas de rodadura, pistas de acarreo, con asfalto, con cal u otro agente químico.
- Regulación automática del flujo de material y del régimen de funcionamiento de los equipos.
- Almacenamiento de los áridos finos en silos, tolvas u otros depósitos semicerrados.
- Dispositivos que disparan la alimentación de los silos de almacenamiento y alarmas de rebose.

Para la reducción de gases de combustión:

- Maquinaria y vehículos de bajo consumo y con catalizadores de tres vías.
- Sustitución de equipos por otros nuevos con marcado CE donde las emisiones de gases a la atmósfera se previenen desde las fases de diseño de los mismos, e integran medidas de reducción.



Ilustración 51 Perforación de barrenos con sistema de aspiración de polvo



Ilustración 52 Perforación de barrenos con sistemas de aspiración de polvo



Ilustración 53: Filtros de mangas



Ilustración 54 Detalle filtros de mangas



Ilustración 55 Planta confinada

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTDS)

Las mejores técnicas aplicables para la reducción de las emisiones de partículas son la combinación de las medidas primarias generales descritas anteriormente y una serie de técnicas que reducen los dos tipos de fuentes emisoras de polvo: dispersas y puntuales.

Información sobre el control de las emisiones de fuentes dispersas

Las principales fuentes dispersas de emisión se generan en el almacenamiento y la manipulación de los materiales. Pueden producirse dondequiera que tenga lugar un proceso de manipulación y trasiego de material a granel. El machaqueo y molienda de los materiales son también operaciones a considerar.

Con una disposición simple y lineal de la planta de tratamiento se minimizan las posibles emisiones. Un mantenimiento completo y apropiado de la instalación tiene siempre el resultado indirecto de la reducción de las emisiones dispersas por la reducción de los puntos de derrame. El empleo de dispositivos y sistemas de control automáticos también ayudan a la reducción de las emisiones dispersas.

Algunas técnicas para la disminución de las emisiones dispersas son:

Protección contra el viento en los acopios a la intemperie. Cuando existen almacenamientos de materiales a la intemperie es posible reducir las emisiones dispersas empleando barreras contra el viento diseñadas para ese fin.

Pulverizado de agua y supresores químicos de polvo. Cuando el punto de origen del polvo está bien localizado se puede instalar un sistema de inyección de agua pulverizada. La humidificación de las partículas de polvo ayuda a la aglomeración de éste y se produce un asentamiento del mismo. Se utilizan también una amplia variedad de agentes químicos para proporcionar una eficacia total al pulverizado de agua.

Pavimentación, limpieza y regado de viales. Las áreas utilizadas por los camiones deben pavimentarse y mantenerse limpias en la medida en que sea posible. El regado de las carreteras reduce las emisiones de polvo, especialmente durante el tiempo seco. La adopción de buenas prácticas de orden y limpieza también reduce las emisiones de polvo.

Aspiración fija y móvil. Durante las operaciones de mantenimiento o en caso de problemas con los sistemas de transporte, pueden tener lugar derrames de materiales. Para prevenir la formación de emisiones de polvo durante las operaciones de limpieza se pueden emplear sistemas de aspiración. Los nuevos edificios se pueden equipar fácilmente con sistemas de limpieza por aspiración fijos, mientras que los edificios existentes se equipan mejor con sistemas de limpieza móviles dotados de conexiones flexibles.

Ventilación y recogida en los filtros de mangas. Siempre que sea posible, los materiales que precisen manipulación deben ser transportados a través de sistemas cerrados mantenidos en depresión. El aire de aspiración de este sistema tiene que ser posteriormente depurado en un filtro de mangas antes de ser emitido a la atmósfera.

Almacenamiento cerrado con sistema de manipulación automático. Los silos de almacenamiento cerrados con manipulación automática se consideran la solución más

efectiva para el problema de las emisiones de polvo generadas por los acopios de gran volumen. Estos almacenamientos están equipados con filtros de mangas para prevenir la formación de polvo durante las operaciones de carga y descarga.

Tabla 1. Almacenamiento de sólidos pulverulentos en silos cerrados

Tipo de técnica	Primaria
Descripción técnica	Los acopios y grandes cantidades materiales extraídos se almacenan en silos cerrados dotados de equipos de recogida y eliminación de polvo
Aspectos ambientales	Reducción de emisiones de partículas. Eliminación de la contaminación de aguas pluviales por arrastre de materiales almacenados a la intemperie. Eliminación de la contaminación del suelo por lixiviación.
Inconvenientes	Importantes necesidades de espacio.
Cuándo se aplica	Construcción del área de almacenamiento y composición.

Acondicionamiento de los edificios y la maquinaria fija.

En la Tabla 2 aparecen las características de este tipo de técnica para la prevención de la emisión de polvo.

Tabla 2. Acondicionamiento de los edificios e instalaciones

Tipo de técnica	Primaria
Descripción técnica	Los edificios de composición, instalaciones y la maquinaria fija se diseñan con el mínimo de aperturas posibles
Aspectos ambientales	Reducción de emisiones de partículas
Inconvenientes	Es necesario asegurar un grado de renovación del aire en el interior de estos edificios
Cuándo se aplica	Construcción del área de almacenamiento y composición.

Información sobre el control de las emisiones de fuentes puntuales

Hay varias fuentes puntuales de polvo en las plantas de explotación y tratamiento de áridos, las principales son: la perforación de la roca masiva, las voladuras, la trituración del material y el trasvase del mismo para el transporte en camiones o cintas transportadoras.

Uno de los sistemas más empleados para combatir estos tipos de focos es la extracción con sistemas colectores o aspiradores, minimiza la generación de emisiones fugaces en equipos de trabajo fijos o en equipos de perforación.

Otra de las técnicas a aplicar para la prevención del polvo es el cubrimiento de las cintas transportadoras del material (Tabla 3).

Tabla 3. Cubrimiento de las cintas transportadoras

Tipo de técnica	Primaria
Descripción técnica	Los materiales se mueven sobre cintas transportadoras cubiertas
Aspectos ambientales	Reducción de emisiones de partículas
Inconvenientes	Dificulta la vigilancia y el mantenimiento de las cintas
Cuándo se aplica	Construcción del área de almacenamiento y composición

Además se emplean los precipitadores electrostáticos (EPs) o filtros de mangas como mejores técnicas disponibles.

Los EPs y los filtros de mangas tienen sus ventajas y sus desventajas. Ambos tipos tienen una muy alta eficacia de desempolvado durante el funcionamiento normal.

Algunos filtros nuevos adecuadamente dimensionados y mantenidos, y en condiciones de funcionamiento óptimas han alcanzado valores de emisión de entre 5 y 20 mg/Nm³. Los filtros de mangas tienen una mayor eficacia total si están bien mantenidos y las mangas filtrantes se sustituyen periódicamente. Una desventaja de los filtros de mangas es que las mangas filtrantes usadas son residuos y tienen que adaptarse a las regulaciones nacionales.

En los últimos años se han desarrollado los denominados filtros híbridos, consistentes en la combinación de ambos sistemas. Los gases pasan primero por una cámara electrostática, donde se realiza un desempolvamiento parcial, para pasar posteriormente a la cámara de mangas. Este sistema pretende aunar las ventajas de ambos sistemas y compensar sus desventajas (Cembureau, 1997).

Precipitadores electrostáticos (Tabla 4)

Estos precipitadores generan un campo electrostático a lo largo del camino de las partículas en la corriente de aire. Las partículas se cargan negativamente y emigran hacia las placas colectoras cargadas positivamente. Las placas colectoras se someten

a golpeteo o vibración periódica para su limpieza, descargando el material que cae en tolvas colectoras situadas por debajo. Es importante que los ciclos de limpieza del EP sean optimizados para minimizar las macropartículas reentrantes y así limitar al máximo la visibilidad del penacho emitido. Los EPs se caracterizan por su facultad para funcionar bajo condiciones de altas temperaturas (hasta aproximadamente 400°C) y elevada humedad.

Los factores que afectan a la eficacia de este tipo de precipitadores son la velocidad del gas, la intensidad del campo eléctrico, la velocidad de carga de las micropartículas, la concentración del dióxido de azufre, el contenido de humedad y la forma y área de los electrodos.

El funcionamiento puede verse perjudicado por las acumulaciones del material que puede formar una capa aislante sobre las placas colectoras, reduciendo así la intensidad del campo eléctrico.

Tabla 4. Precipitador electrostático

MTD	Precipitador electrostático
Objeto de la MTD	Reducción de la emisión de partículas
Tipo de MTD	Secundaria
Descripción	El equipo genera un campo electrostático que carga negativamente las partículas circulantes en la corriente de aire, por lo que éstas migran hacia las placas colectoras, cargadas positivamente. Las placas se limpian periódicamente por vibración o golpeteo. Generalmente el sistema requiere un pre-tratamiento de los humos con un agente alcalino con el objeto de neutralizar el gas ácido que puede influir negativamente sobre la filtración y sobre la duración del material del electrofiltro.
Resultado obtenido	La eficiencia de eliminación de partículas es del 70-90% y es función de la concentración inicial y del número de campos que compongan el filtro
Nivel asociado a MTD (*)	30-50 mg/Nm ³
Costes operativos	≈200.000 €
Tiempos de parada para mantenimiento	30 días/año
Estado del arte	Es una tecnología probada a nivel industrial

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada eficacia de eliminación de partículas - El polvo recogido puede ser reutilizado en el proceso en su mayor parte - Menor pérdida de carga con respecto a los filtros de mangas, por lo que los costes operativos son menores - Puede formar parte de un sistema integrado de tratamiento con otros equipos de depuración, por ejemplo, de SO_x - No se colmata fácilmente debido a una elevada pérdida de carga o contenido en humedad con respecto a lo que suele ocurrir con un filtro de mangas - Permite la filtración de humos a elevadas temperaturas - Se puede diseñar por etapas de modo que se puedan adicionar más campos. Tiene el límite del espacio disponible
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Necesita energía eléctrica para su funcionamiento - Es vital mantener las operaciones del sistema de depuración dentro de las condiciones de diseño. De lo contrario, la eficacia puede bajar considerablemente - Elevadas necesidades de espacio para su instalación - Hay que observar las precauciones de seguridad en el uso de equipos de alto voltaje
Impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo energético elevado para el funcionamiento del electrofiltro y para la extracción de los gases depurados (ventilador)

*Nivel asociado a MTD: el resultado esperado en condiciones normales de operación. Los niveles asociados a MTD están referidos a condiciones estándar: en seco, 0°C (273 K), 101,3 kPa y 8% de O₂

Filtros de mangas (Tabla 5)

El principio básico de los filtros de mangas es emplear una membrana de tejido que es permeable al gas pero que retendrá el polvo. El gas a tratar fluye normalmente desde el exterior de la manga hacia el interior. Puesto que la torta de polvo aumenta de espesor, la resistencia al flujo de gas se incrementa. Por consiguiente, es necesario realizar períodos de limpieza del medio filtrante para controlar la caída de presión de gas a lo largo del filtro.

Los métodos más comunes de limpieza incluyen el flujo de gas inverso, agitación mecánica, vibración e impulsión con aire comprimido.

El filtro de mangas puede tener múltiples compartimentos que se aíslan individualmente en caso de la rotura de alguna manga. El dimensionamiento del filtro debe ser suficiente para permitir el funcionamiento correcto del filtro en caso de que un compartimento

quede fuera de servicio. La instalación de “detectores de mangas rotas” en cada compartimento permite conocer las necesidades de mantenimiento.

Tabla 5. Filtro de mangas

MTD	Filtro de mangas
Objeto de la MTD	Reducción de la emisión de partículas
Tipo de MTD	Secundaria
Descripción	El sistema consta de membranas textiles permeables al gas y retienen las partículas. El gas a tratar fluye del exterior al interior de la manga. El polvo retenido se debe eliminar para evitar pérdidas de carga, mediante flujo inverso, agitación, vibración o aire comprimido. El equipo puede instalarse en algunos casos para funcionar conjuntamente con un scrubber seco o semiseco para gases ácidos.
Resultado obtenido	La eficiencia de eliminación de partículas es del 85-95% en función de la concentración inicial de la corriente a tratar
Nivel asociado a MTD (*)	10-20 mg/Nm ³
Costes operativos	≈500.000 €
Tiempos de parada para mantenimiento	30 días/año
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada eficacia de eliminación de partículas - Recogida del producto en estado seco - Bajo coste de inversión en las aplicaciones más simples - Suelen estar equipado con sistemas de limpieza automática y sensores de colmatación
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Algunos tipos de polvo tienden a adherirse al material y son muy difíciles de desalojar, lo que hace que la pérdida de carga sea superior al valor diseñado - Las características del filtro (resistencia a la abrasión, eficacia de recolección, permeabilidad del tejido, resistencia química, forma de las fibras y tipo de hilo, etc.) hace que el precio de las mangas pueda ser elevado - Elevados requisitos de espacio
Impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo energético elevado para vencer la pérdida de carga originada en el filtro de mangas

*Nivel asociado a MTD: el resultado esperado en condiciones normales de operación. Los niveles asociados a MTD están referidos a condiciones estándar: en seco, 0°C (273 K), 101,3 kPa y 8% de O₂

Lavador húmedo (Tabla 6)

Tabla 6. Lavador húmedo

MTD	Lavador húmedo
Objeto de la MTD	Reducción de la emisión de partículas y gases ácidos
Tipo de MTD	Secundaria
Descripción	<p>Los lavadores húmedos pueden utilizarse para controlar las emisiones gaseosas y de partículas. Como los criterios de diseño en los dos casos son muy distintos, para mantener los bajos costes de inversión suelen diseñarse para controlar las emisiones de ambos.</p> <p>La recogida de partículas se produce mediante impacto por inercia, intercepción y difusión. La eliminación de gases se produce por absorción (por transferencia de materia entre un gas soluble y un disolvente en un dispositivo de contacto gas-líquido) y, en menor medida, por condensación.</p> <p>Es posible utilizar el agua de proceso como medio de lavado y combinar las emisiones. El agua se utiliza en circuito cerrado.</p> <p>Tras el lavador, se puede utilizar un sistema de filtración para eliminar las partículas de menor tamaño.</p>
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Se utilizan para controlar emisiones mixtas de gases y partículas, con lo que los costes de inversión son menores
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - La eficacia está limitada por el consumo de energía (fundamentalmente por la caída de presión) y en el caso de sustancias gaseosas por el uso de agua de proceso como medio de lavado - Pueden tener tendencia al bloqueo por partículas insolubles y se genera una lechada residual
Impactos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> - Se consume energía - Se crea un efluente contaminado (aunque se puede utilizar el agua de proceso en circuito cerrado)

MEDIDAS DE CONTROL DE OTRAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA

El Real Decreto 1073/2002 establece los procedimientos para la evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de nitrógeno, los óxidos de nitrógeno, partículas y monóxido de carbono, estableciendo, los siguientes límites:

VALORES LÍMITE*					
µg/m ³ ; [nº de veces que se supera por año civil]					
	Horario (salud humana)	Diario (salud humana)	Diario (salud humana)	Anual (salud humana)	Anual (ecosistemas y vegetación)
	1 Hora	24 Horas		Año civil	Año civil
Dióxido de azufre	350; [24]	125; [3]			20
Dióxido de nitrógeno**	200; [18]			40	
Óxidos de nitrógeno					30
Partículas		50; [35]		40	
Monóxido de carbono			10***		

*Fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2005
 **Fecha de cumplimiento: 1 de enero de 2010
 *** mg/m³

En todos los casos es necesario tener en cuenta los efectos acumulativos de otras fuentes de polvo o de gases externas a la explotación como, por ejemplo, labores agrícolas o carreteras, para determinar cuál es la dimensión real de la afección causada por la actividad.



Ilustración 56 Sistema CELEC para el control del polvo



Ilustración 57 Medidor de partículas en suspensión

EL PAPEL DE LOS TRABAJADORES Y DE LAS SUBCONTRATAS.

Es fundamental que los trabajadores estén concienciados y colaboren activamente en el mantenimiento y regulación de las buenas prácticas anteriormente detalladas. De esta manera conseguiremos:

- Minimización de las molestias a los vecinos inmediatos de la explotación
- Mayor desarrollo de la vegetación
- Mayor limpieza en las vías públicas
- Reducción del número de quejas

Por tanto, los trabajadores deberán:

- Aplicar las medidas de control existentes y los procedimientos de trabajo
- Mantenimiento en buen funcionamiento los dispositivos preventivos
- Informar de cualquier anomalía que observes
- Colaborar en el control del polvo



Ilustración 58 Planta activa

RESIDUOS

BUENAS PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

Los principios básicos que se aplican a la gestión de residuos en las explotaciones de áridos son los siguientes:

TÉCNICA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	OBSERVACIONES
REDUCCIÓN DE LA GENERACIÓN	Productos con poco embalaje	Materiales a granel
	Técnicas más limpias	Separador de hidrocarburos, por ejemplo
	Organización del trabajo	Procedimientos para sensibilizar a los trabajadores Con instrucciones precisas
RECOGIDA SELECTIVA	En recipientes y lugares de almacenamiento	Adecuados al tipo de residuo y al lugar donde se produce (a granel, en bidones, en contenedor...) Señalizados y, si es preciso, acotados
SEPARACIÓN	Por tipos de residuos	Contenedores y papeleras en lugares Accesibles y próximos a los puntos donde se generan los residuos y organizando su recogida sistemática sin mezcla En lugares poco visibles o con algún tipo de barrera visual
INVENTARIO	Fichas de identificación y gestión	Tipo y naturaleza del residuo, estado físico Precauciones a adoptar Cantidades producidas Objetivos de reducción
GESTIÓN	Depósito, reciclado o reutilización Procedimiento para realizar una correcta gestión interna	Responsable de la gestión Medidas para evitar accidentes medioambientales (vertidos, reboses, etc.) con aceites, grasas, combustibles, etc. Definición de indicadores para evaluar la eficacia de la gestión Entrega a gestores autorizados, estableciendo contratos para favorecer una correcta

De acuerdo con la ORDEN MAM/304/2002, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, en el Anexo II se presenta la Lista Europea de Residuos (LER), señalando con un asterisco [*] los que se consideran residuos peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE sobre residuos peligrosos.

Los residuos han de segregarse en la propia explotación a través de contenedores, acopios separativos u otros medios, de manera que se identifique claramente el tipo de residuo. Los residuos especiales que sean tóxicos y peligrosos no podrán ser almacenados más de 6 meses. Por este motivo, este tipo de residuos deben ir etiquetados de manera que quede claramente identificada la fecha de su almacenaje.

En esta etiqueta será necesario incluir además:

- **El código de identificación del residuo.**
- **Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.**
- **Naturaleza de los riesgos que presentan los residuos (a través de un pictograma).**

Las buenas prácticas en la gestión de los residuos son:

- Aplicación de los criterios básicos de la gestión de residuos: prevención, minimización, recogida selectiva, valorización y reciclado y eliminación.
- *Residuos mineros:*
 - Integración de su gestión dentro del proceso productivo, para el relleno de huecos y su empleo en restauración.
 - Adecuado diseño y control de los depósitos de lodos y de las escombreras.
 - Reutilización de los lodos de lavado, en relleno de huecos
 - Empleo de detritus de perforación en el retacado.
- *Residuos industriales:*
 - Adquisición de productos con poco embalaje.
 - Creación de puntos limpios en las proximidades de las zonas de producción de los residuos.
 - Fomentar la recogida selectiva y prevenir la mezcla de residuos de distintas características, señalizando los depósitos y recipientes.

- Mantener adecuadamente el almacenamiento de residuos.
 - Inventariar, clasificar y elaborar las fichas de gestión de residuos.
 - Entregar los residuos a gestores autorizados.
 - Acreditar documentalmente la adecuada gestión.
- Informar, formar y sensibilizar a los trabajadores para que participen activamente.

Los residuos serán retirados por gestores autorizados, quienes se encargarán de asegurar su óptima gestión: valorización, reutilización, deposición controlada, etc. Debe matizarse que la primera opción a la hora de gestionar un residuo será siempre la valorización de acuerdo con la disponibilidad de instalaciones.

Los gestores han de estar inscritos en el registro general de gestores de residuos, y en la retirada de los mismos, en función de su tipología y cantidad, pueden generar los siguientes documentos:

- 🌱 Fichas de aceptación.
- 🌱 Hojas de seguimiento.
- 🌱 Hojas de seguimiento itinerante.
- 🌱 Justificante de recepción del residuo.

En cualquier caso, la empresa que ha generado los residuos será siempre la responsable final de la correcta gestión de los mismos. La gestión de los residuos está regulada por la Ley 10/1998 de residuos.



Ilustración 59 Punto limpio



Ilustración 60 Zona de almacenaje de residuos peligrosos



Ilustración 61 Cubeto de retención de residuos líquidos



Ilustración 62 Planta de reciclado de RCDs

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Los residuos generados durante la extracción y tratamiento de los áridos consisten básicamente en:

Material estéril procedente del rechazo en la extracción de áridos, que se deriva como residuo inerte al depósito en la escombrera, o bien al relleno de otras áreas ya explotadas.

Material no apto, lodos procedentes del lavado de material, etc.

Además de los residuos propiamente asociados al proceso de tratamiento del material se generan pequeñas cantidades de residuos industriales (algunos clasificados como residuos peligrosos) provenientes de las operaciones y mantenimiento de equipos mecánicos y eléctricos:

- aceites usados y grasas de lubricación.
- líquidos dieléctricos de transformadores eléctricos.
- otros líquidos.

Los residuos peligrosos (RP's) deben ser convenientemente recogidos, almacenados, etiquetados, y entregados a los denominados gestores autorizados de residuos peligrosos.

Las líneas básicas para una gestión adecuada de los residuos generados en las explotaciones deben comprender las siguientes prácticas:

- caracterización de los residuos para determinar su peligrosidad.
- estudio del origen de los residuos y de las posibilidades de evitar o reducir su generación.
- realizar una selección y segregación en origen de los residuos.
- fomentar el reciclado y la reutilización de los residuos no peligrosos en la propia fábrica o entregarlos a gestores que realicen estas prácticas.
- proteger los sistemas de almacenamiento y manipulación de residuos peligrosos, de forma que se minimice el riesgo de contaminación accidental de suelos y aguas.

Tabla MTDs para el control y la gestión de los residuos

CATEGORÍA	TÉCNICAS CONSIDERADAS MTD
Gestión Ambiental	sistemas de gestión ambiental comunicar detalladamente las actividades realizadas en el emplazamiento aplicar un procedimiento y gestión adecuado mantener una estrecha relación con el productor de residuos y el cliente disponer de personal cualificado
Conocer mejor el tipo de residuos	saber concretamente qué residuos produce la instalación analizar la producción de residuos
Sistemas de gestión	normas de mezclado/combinación procedimientos de separación y compatibilidad utilizar envases reutilizables reutilizar los bidones que contienen los residuos llevar un inventario de los residuos <i>in situ</i> plan de gestión de accidentes y diario de incidentes planes de gestión del ruido y las vibraciones clausura
Almacenamiento y manipulación	técnicas genéricas de almacenamiento sistemas de contención etiquetado de los residuos técnicas de agrupación/mezclado de residuos envasados guía de separación de residuos para su almacenamiento técnicas para manipular residuos en contenedores
Contaminación del suelo	pavimentar y mantener el pavimento de las zonas operativas utilizar un suelo impermeable y con drenaje minimizar los equipos subterráneos y de la instalación
Regeneración de disolventes usados	control en la recepción de materiales evaporación del desecho
Regeneración de catalizadores	utilización de filtros de bolsa utilización de sistemas de reducción de emisiones de óxidos de azufre
Regeneración de aceites usados	comprobación de los disolventes clorados y los policlorobifenilos condensación como tratamiento para la fase gaseosa reducción de emisiones durante la carga y descarga de vehículos oxidación térmica sistemas de vacío procesos de regeneración de aceites usados muy eficientes



Ilustración 63 RCDS



Ilustración 64 Gestión segregada de residuos



Ilustración 65 Recogida selectiva de residuos

EL PAPEL DE LOS TRABAJADORES

Los trabajadores desempeñan un papel fundamental en la gestión de los residuos de las explotaciones, pues son los más directamente implicados en la ejecución y puesta en práctica de muchas de las medidas establecidas.

La formación, motivación y sensibilización de los trabajadores es un factor decisivo para alcanzar los objetivos fijados por la empresa respecto a la mejora de la gestión medioambiental de las canteras y graveras.

Debe ponerse especial énfasis en:

- 👉 Explicar la importancia que tienen las medidas para la empresa.
- 👉 Impartir formación que explique por qué, cómo y con qué medios deben realizarse las actuaciones relacionadas con la restauración.
- 👉 Elaborar instrucciones por escrito para la ejecución de las distintas fases.
- 👉 Establecer algún tipo de incentivo para los trabajadores que se involucren activamente y algún sistema de sanción para aquellos que descuiden estos aspectos.

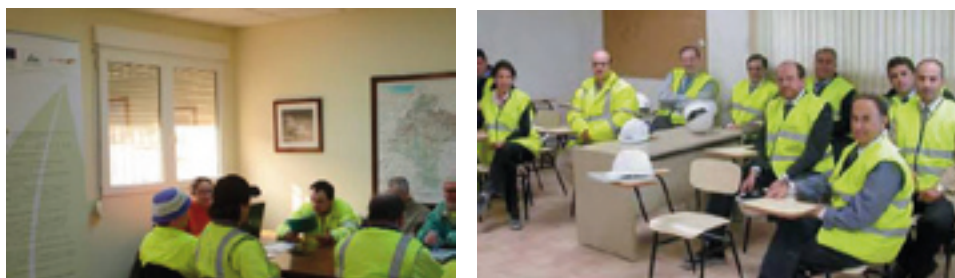


Ilustración 66 Formación ambiental a los trabajadores

Entre las actuaciones de formación e información a los trabajadores destacan:

- 🌱 Cursos sobre restauración del espacio natural afectado por las actividades mineras para técnicos y responsables de explotaciones mineras, por Asociaciones empresariales, o por otras entidades.
- 🌱 Jornadas de sensibilización medioambiental.
- 🌱 Entrega de fichas de actuación y prevención de accidentes potenciales y situaciones de emergencia medioambiental.



Ilustración 67 Jornada de puertas abiertas

RUIDO

BUENAS PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DEL RUIDO

Dependiendo de la ubicación de la explotación y de la proximidad de posibles afectados (viviendas aisladas, núcleos de población, parajes protegidos, etc.), las empresas habrán de adoptar medidas para minimizar los efectos adversos sobre terceros.

La emisión de ruido en las explotaciones de áridos es un aspecto que debe ser cuidado por la empresa y sobre el que se puede actuar en diferentes niveles. Las medidas que se citan a continuación podrán ser aplicadas en función de las características de la explotación y de la planta de tratamiento:

A. Control del ruido en la fuente :



Ilustración 68 Cinta carenada

El control del ruido en la fuente consiste en actuar sobre él, en el mismo punto donde se produce:

- 🌱 Son las medidas más eficaces.
- 🌱 Son las primeras acciones que se deben realizar.
- 🌱 Actúan directamente sobre la causa que provoca el ruido.
- 🌱 Suelen ser, a la larga, las más económicas.

El ruido puede controlarse en la fuente aplicando las siguientes medidas:

- 🌱 Elección del emplazamiento de la planta de tratamiento, considerando la orografía del terreno y la posición de los diferentes afectados -actividades o núcleos habitados próximos- de forma que el ruido sea mínimo para éstos.
- 🌱 Correcta distribución de las máquinas en la planta, mediante un diseño correcto y cuidadoso de las nuevas plantas (o modernización o modificación de las actuales) para que las máquinas se distribuyan de manera que se reduzca lo más posible la emisión de ruido.
- 🌱 Uso de máquinas con bajo nivel de ruido, donde el control de las emisiones de ruido se haya considerado en el diseño del equipo por el fabricante. Estos equipos, hoy en día se comercializan con marcado CE.
- 🌱 Modificación o sustitución de los componentes de los equipos.
 - Disminución de las alturas de caída libre de los materiales.
 - Empleo de revestimientos de caucho en las mallas de las cribas, en los elementos de desgaste de los equipos de trituración, etc.
- 🌱 Procesos de trabajo menos ruidosos.
 - Reducir el número de equipos, cuando esto sea posible (sustitución de camiones volquetes por otros de mayor capacidad).
 - Disminuir la frecuencia de las operaciones (mayores voladuras, menor número de desplazamientos).
 - Acortar los desplazamientos de los equipos móviles.
 - Sustitución de las voladuras por martillos hidráulicos vibrosilenciosos.
 - Reducción de los efectos negativos de la circulación (velocidades reducidas, evitar arranques continuados, reducción de pendientes).
 - Mejora del circuito de circulación, diseño de los accesos.
- 🌱 Realizar los mantenimientos periódicos de las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Esta es una operación imprescindible que garantiza el buen funcionamiento de todos los dispositivos de control del ruido instalados:
 - Lubricar las piezas móviles.
 - Corregir los defectos de alineamiento.
 - Sustituir las piezas desgastadas.

- Revisar los anclajes de los equipos fijos.
- Comprobar que los tornillos están adecuadamente apretados.
- Equilibrar las piezas giratorias para evitar vibraciones.
- Verificar que las carcasas, carenados y capotajes cierren bien. La eficacia de los cerramientos disminuye con el tiempo sin un buen mantenimiento.
- Mantener en buen estado los dispositivos destinados a reducir el ruido que incorporen las máquinas.
- Revisar los silenciadores de los tubos de escape y de los motores.
- Hacer estas operaciones con la periodicidad indicada por el fabricante o cuando se observe una anomalía de funcionamiento.

Estas medidas son imprescindibles para conservar los equipos de trabajo. Aumenta la vida útil de los dispositivos. Suelen ser muy efectivas.

🌱 Control de los sistemas neumáticos e hidráulicos.



Ilustración 69 Martillo hidráulico



Ilustración 70 Retroexcavadora en funcionamiento

B. Control del ruido a través del medio de transmisión (aire):

Puede controlarse el ruido actuando sobre el medio de transmisión, el aire, por medio de cerramientos totales o parciales, esto es, empleando las técnicas de confinamiento y de apantallamiento.

1. Confinamiento

El confinamiento de los equipos e instalaciones es un tratamiento pasivo pero muy efectivo:

- 🌱 No actúa directamente sobre la fuente del ruido sino que lo amortigua, afectando a su propagación.
- 🌱 Consiste en el carenado o capotaje de los puntos de emisión de ruido.

Con este tipo de dispositivos, se recomienda:

- 🌱 Estudiar la orientación de las aberturas respecto a los posibles afectados.
- 🌱 Emplear materiales ligeros y resistentes.
- 🌱 Carenar completamente las instalaciones de trituración y molienda ya que en estas fases se produce gran cantidad de ruido.
- 🌱 Cerrar los elementos giratorios (poleas, correas de transmisión, etc.) para confinar el ruido.
- 🌱 Habilitar accesos para el control y el mantenimiento.
- 🌱 Reducir al máximo el tamaño de las aberturas de los equipos (alimentación, árboles de transmisión, etc.).
- 🌱 Capotar las cintas, en toda su longitud, con elementos rígidos, semirrígidos o inclusive con lonas.



Ilustración 71 Cinta transportadora en funcionamiento

2. Apantallamiento

Este método consiste en la colocación de una pantalla entre la fuente y los puntos a proteger (áreas sensibles del entorno, trabajadores, etc.), de forma que se reduzca la propagación del sonido en esa dirección.

Los tipos de pantallas existentes son:

- 🌿 Pantallas artificiales.
- 🌿 Edificaciones.
- 🌿 Pantallas vegetales.
- 🌿 Cordones de tierra.
- 🌿 Acopios de áridos.
- 🌿 Apantallamiento con el propio terreno.

3. Medición del ruido

El empresario tiene que evaluar el impacto por ruido que produce la cantera o gravera sobre el medio ambiente y, especialmente, sobre posibles afectados. La toma de datos se realiza por medio de equipos medidores (sonómetros, sonómetros integradores - promediadores) situados:

- 🌿 En el límite de la explotación para determinar el impacto sobre el medio ambiente.
- 🌿 En puntos del exterior de la explotación (en un núcleo habitado, en una industria próxima, etc.), para estudiar las posibles molestias a terceros.

Los resultados de las mediciones deben consignarse en un libro registro y no ha de olvidarse tener en cuenta los efectos acumulativos de otras fuentes de ruido externas a la explotación, para determinar cuál es la emisión real de la actividad.

Son la Comunidades Autónomas, así como los Ayuntamientos -a través de sus Ordenanzas Municipales-, quienes establecen los límites diurnos y nocturnos.

En aquellos casos en que la zona de ubicación de la actividad o instalación no corresponda a ninguna de las establecidas en la tabla, debe aplicarse la más próxima por razones de analogía funcional o equivalente necesidad de protección acústica. En las zonas de uso predominantemente terciario, en las que esté permitido el uso residencial, se aplicarán los niveles correspondientes a este último.



Ilustración 72 Maquinaria que cumple con la normativa en materia de ruidos



Ilustración 73 Maquinaria con marcado CE

Tabla FICHAS DE ACTUACIÓN FRENTE A LAS PRINCIPALES FUENTES GENERADORAS DE RUIDO EN UNA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS

FUENTE DE RUIDO	GESTIÓN	OBSERVACIONES
<p>OPERACIONES CON PERFORADORES HIDRÁULICOS O DE AIRE COMPRIMIDO</p>	<ul style="list-style-type: none"> 🌱 Mantener la maquinaria en perfecto estado (revisiones de motor, silenciadores, etc.). 🌱 Planificar las actividades para minimizar el uso de esta maquinaria. 🌱 Utilizar estas máquinas sólo en horarios permitidos por las ordenanzas locales. 🌱 Proveer de protectores auditivos a los trabajadores, cuando sea necesario. 	<p>En el momento de la compra o subcontratación de estas máquinas, se debe verificar la existencia de la marca CE. Se pueden planificar mediciones periódicas de ruido, cuando sea necesario.</p>
<p>MAQUINARIA PESADA</p>	<ul style="list-style-type: none"> 🌱 Mantener la maquinaria en perfecto estado de mantenimiento (revisiones de motor, silenciadores, etc.). 🌱 Conducir con suavidad y sin aceleraciones innecesarias. 🌱 Planificar las actividades para minimizar el uso de esta maquinaria. 🌱 Utilizar estas máquinas sólo en horarios permitidos por las ordenanzas locales. 🌱 Proveer de protectores auditivos a los trabajadores, cuando sea necesario. 	<p>En el momento de la compra o subcontratación de estas máquinas, se debe verificar la existencia de la marca CE.</p>
<p>OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> 🌱 Realizar las descargas especialmente ruidosas dentro de los horarios permitidos por las ordenanzas locales. 🌱 Planificar la maniobra de descarga para minimizar el ruido. 🌱 Proveer de protectores auditivos a los trabajadores, cuando sea necesario 	<p>Este tipo de ruido se produce en las operaciones de carga y descarga de materiales a granel, prefabricados, equipos, etc.</p>

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Para lograr una reducción global de los niveles de ruido es necesario desarrollar un plan de reducción que deberá incluir la comprobación y evaluación de cada una de las fuentes. Es posible que, como resultado, deban adoptarse técnicas alternativas con menores niveles de ruido y/o que haya que aislar los puntos de origen.

Entre las medidas generales destacan:

- utilización de aislamientos para los procedimientos que mayor ruido generan, como las voladuras, los equipos de trituración y molienda, las cintas transportadoras.
- utilización de compuertas reductoras de ruido en todas las puertas exteriores y cierre de todas las puertas (que deberán mantenerse cerradas todo el tiempo que sea posible), especialmente de noche.
- empleo de amortiguadores, acoplamiento de caucho resistente en los equipos y maquinaria que producen mayor nivel de ruido: equipos de la planta de tratamiento, las mallas de las cribas y los elementos de desgaste de los equipos de trituración.
- reducción al mínimo de los procesos de transporte durante la noche.

Reducir el ruido mediante la aplicación de una combinación de las diferentes técnicas:

- 👉 cubrición de los equipos.
- 👉 aislamiento de los equipos contra las vibraciones.
- 👉 utilización de silenciadores y ventiladores de baja rotación.
- 👉 colocación de ventanas, accesos y unidades ruidosas lejos del vecindario.
- 👉 aislamiento acústico de ventanas y muros.
- 👉 cierre de ventanas y accesos.
- 👉 realización de actividades (exteriores) ruidosas sólo de día.
- 👉 mantenimiento adecuado de la instalación.

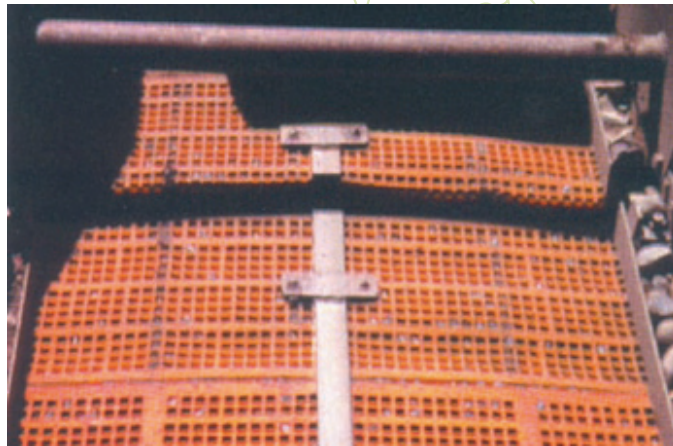


Ilustración 74 Sustitución de componentes por otros que producen menos ruidos (malla de goma)

EL PAPEL DE LOS TRABAJADORES Y DE LAS SUBCONTRATAS

Deberán mantenerse y promocionar las buenas prácticas detalladas con anterioridad para garantizar:

- Control de las afecciones a terceros.
- Control de las emisiones.
- Mejora de la calidad de vida en el entorno y minimización de las molestias a los vecinos inmediatos de la explotación.
- Se previene la afección a la fauna.
- Reducción del número de quejas.

Un trabajador de una explotación de áridos deberá:

- ✓ Aplica las medidas de control existentes y los procedimientos de trabajo.
- ✓ Mantener en buen funcionamiento los dispositivos preventivos.
- ✓ Informar de cualquier anomalía que observes.



Ilustración 75 Cartel indicativo

- ✓ Colaborar en el control del ruido.
- ✓ Respetar los procedimientos de perforación, carga y disparo de las voladuras.
- ✓ Informar sobre posibles anomalías.
- ✓ Establecer las zonas de seguridad.

TRÁFICO

Prácticamente la totalidad (99%) del transporte de los áridos se realiza por carretera, con lo cual, los principales efectos medioambientales se derivan de este tipo de transporte:

El ruido	Polvo
Emisión de gases	Accidentes y riesgos para la seguridad
Impacto visual	

Dado que la magnitud de estos efectos es directamente proporcional a la distancia de transporte, la proximidad de las explotaciones a los centros de consumo tiene evidentes beneficios medioambientales que deben considerarse.

BUENAS PRÁCTICAS PARA LA REDUCCIÓN DEL TRÁFICO

VENTAJAS DE LAS BUENAS PRÁCTICAS



Ilustración 76 Transporte externo

Con la incorporación de buenas prácticas en la gestión del tráfico generado por una explotación de áridos conseguiremos:

- Racionalización de itinerarios
- Disminución del paso de vehículos pesados por centros urbanos
- Limpieza de las vías públicas
- Mayor seguridad vial

- Reducción de las molestias por polvo y ruido
- Menores emisiones contaminantes

Como buenas prácticas en función del tipo de tráfico se encuentran:

Tráfico interno

- Considerar alternativas al transporte rodado desde la zona de explotación a la planta, por ejemplo cintas transportadoras.
- Limitar la velocidad.
- Señales de seguridad vial.
- En una explotación, los paneles informativos deben estar correctamente situados para indicar a los conductores de los vehículos cualquier reglamentación a seguir.
- Los conductores deben extremar las precauciones con márgenes peligrosos, bordillos y caminos peatonales. Del mismo modo, los trabajadores deben tener cuidado evitando cruzar por las vías por donde circulan los vehículos, siendo esta la medida más efectiva para evitar los accidentes.
- Los conductores deben ser conscientes en todo momento de los riesgos que puede provocar una mala conducción o sencillamente distraerse durante ésta. Otros vehículos o trabajadores pueden estar en las vías.
- Conviene prestar atención a las limitaciones de peso, longitud, gálibo, y ancho de los vehículos, así como a los lugares en que son aparcados los vehículos temporalmente, sobre todo durante la noche o en los cambios de turno de trabajo, de modo que ello no ponga en riesgo a cualquier otro usuario de las pistas.

Tráfico externo

- Mantener en buen estado las pistas y los accesos a la explotación mediante sistemas de riego, aspersores o camiones cubas.
- Conducir exclusivamente por las vías establecidas para el transporte.
- Proteger la parte inferior del vehículo con gomas para, en caso de golpes, reducir el ruido.
- Establecer y cumplir las horas de entrada y salida de vehículos.
- Fomentar buenas prácticas en la conducción.
- Respetar los límites de velocidad establecidos, así como las restantes normas de tráfico.

- Cumplir las señales.
- Recubrir los camiones con lonas antes de abandonar la explotación.



Ilustración 77 Lavado bajos camión



Ilustración 78 Descarga en primario

- Lavar sólo el vehículo en lugares habilitados al efecto, para evitar la formación de barro.
- Buscar alternativas a desplazamientos largos, por ejemplo canales.
- Analizar la posibilidad de emplear rutas de transporte alternativas que produzcan menores efectos en el tráfico y en la población, cuando sea posible.
- Anchura de la calzada del acceso.
- Cartel indicativo del nombre de la empresa.
- Señales de seguridad laboral en el acceso a la explotación.
- Sistema de cierre del acceso.

- Las pistas asfaltadas de acceso a los frentes y mantenidas limpias con regularidad, pueden ayudar considerablemente.
- Informar, formar y sensibilizar a los trabajadores para que participen activamente El papel de los trabajadores y de las subcontratas.



Ilustración 79 Señalización en explotación



Ilustración 80 Detalle señalización

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Para el control de los impactos producidos por el transporte de los áridos contamos con las siguientes MTD:

- Acondicionamiento de accesos, adaptándolos al flujo de camiones, asfaltándolos y señalizándolos.
- Sistema de lonas, manual o mecánico para cubrir la caja de los camiones y evitar la producción de polvo y la pérdida de áridos.
- Dispositivo para humedecer la parte superficial de la caja del camión, siempre que no se degrade el árido. Arco de riego o plataforma con manguera.
- Silenciadores en los escapes.
- Captación de partículas por aspiración y posterior separación aire/partículas.
- Riego de pistas en las zonas de acarreamiento.
- Señalización de la limitación de velocidad en las pistas de la explotación.
- Mantenimiento regular de los vehículos.



Ilustración 81 Regado pistas



Ilustración 82 Transporte interno



Con la colaboración de



Supervisado por:

Comité de Medio Ambiente y Ordenación Territorial de ANEFA



ANEFA

Travesía de Téllez, 4 Entreplanta Izquierda
28007 Madrid
Tel: 902 110 329
Fax: 914 339 155
anefa@aridos.org



Con la colaboración de

