

## CAPÍTULO 4

## Restauración de explotaciones

**E**n toda industria extractiva, existen dos áreas bien diferenciadas: la zona de extracción de la cantera (o de la gravera) propiamente dicha y la zona ocupada por las instalaciones de tratamiento, que tiene un carácter netamente más industrial. Cuando se procede a abandonar la explotación, la instalación es siempre desmantelada bien sea con recuperación y reciclado de los materiales, bien sea destinando los equipos e instalaciones a una reutilización posterior, en otro lugar.

La forma de restaurar una explotación depende, en gran medida, del tipo de yacimiento de que se trate y de sus características y su disposición geométrica. En el caso de canteras situadas en ladera, la restauración está basada, principalmente, en la integración final de la explotación en el paisaje que la rodea, en asegurar la estabilidad de las rocas en los frentes de arranque y en el control de los efectos producidos por las aguas de escorrentía (corrimientos de tierra, etc.). Con respecto a las canteras excavadas en zonas llanas conformando un hueco, los principales puntos de interés son el posible relleno de la cantera, el control de los acuíferos subterráneos así como la gestión de los suelos y de las tierras de cobertera [37]. En ambos tipos de cantera, se suelen plantar árboles alrededor de las explotaciones para completar la integración paisajista (a título de ejemplo, la industria francesa del yeso plantó 52.000 árboles sobre una superficie total de 54 ha, en el año 1996) [134].



*Un sector preocupado por conservar los recursos para las generaciones futuras*

La restauración de graveras está basada, en gran medida, sobre los principios de conservación de los ecosistemas húmedos

y acuáticos así como en el mantenimiento del equilibrio hidrogeológico.

Debido a su método de producción mediante grandes bloques cúbicos (y no con bancos y bermas), las canteras de rocas ornamentales tienen una fisonomía particular, en los frentes de arranque, que hace difícil su reintegración paisajista, incluso con la plantación de árboles a lo largo de las zonas abruptas y de los taludes. Por otra parte, estas canteras son habitualmente pequeñas lo que, añadido a lo anterior, hace difícil su recuperación para usos agrícolas después del relleno [104]. No obstante, se realizan esfuerzos para restaurar los frentes (por ejemplo, perfilando los taludes más escarpados) y para facilitar la reintroducción progresiva de la fauna y de la flora local. Los bloques mal dimensionados son, cada vez más frecuentemente, triturados para obtener áridos.

En todos los casos, sin embargo, las soluciones técnicas de restauración de las explotaciones mineras dependen de dos condiciones: el acuerdo de las autoridades y un coste de realización que pueda ser asumido por la empresa.

Para la opinión pública y para las autoridades locales, la conservación de la calidad de los paisajes está cobrando una importancia creciente. Una gran cantera, cualquiera que sea su ubicación -en un entorno rural o cerca de zonas urbanas-, ya no puede abandonarse sin llevar a cabo un proyecto, aunque sea mínimo, de restauración de las áreas afectadas por la explotación.

En la mayor parte de los casos, la asignación de un uso futuro de la explotación debe planificarse desde las primeras etapas de la concepción del proyecto industrial. Es más, la propia explotación del yacimiento se verá condicionada por el proyecto de restauración. Si, por ejemplo, se ha previsto realizar una restauración de tipo agrícola, debe prestarse la mayor atención, incluso antes del inicio de la explotación, a la retirada selectiva de los suelos de recubrimiento con contenido orgánico con el fin de que su almacenamiento y conservación esté asegurada para la recuperación posterior. Las técnicas de relleno, de restauración paisajista, de establecimiento de una red de drenaje natural y de reconstrucción de los suelos agrícolas son prácticas que deben, asimismo, ser conocidas y correctamente aplicadas, en este contexto [29].



*Restauración de la explotación para su uso por la población de los alrededores*

La calidad de los proyectos de restauración orientados a conservar la naturaleza, cuyo coste puede estimarse, como media, entre 1.500 y 6.000 euros / ha<sup>10</sup>, es una preocupación constante para los responsables de las canteras por la gran cantidad de aspectos a considerar como, por ejemplo la plantación de especies vegetales raras o locales que habrán de convivir con plantaciones existentes menos adecuadas, reintroducción de aves, creación de espacios naturales orientados al gran público, etc. [13] [119] [133].

Un denominador común a todos los tipos de proyectos, es la necesidad de estudiar a fondo el problema de la regeneración o de la reconstrucción de los suelos empobrecidos [126]. Otros proyectos de restauración también aportan beneficios apreciados por la sociedad, en su conjunto; cabe citar, entre otros, la creación de campos de golf y de otras áreas deportivas, la construcción de polígonos industriales [125], de anfiteatros, etc.



*Restauración de una gravera. Un entorno reconstituido*

En numerosos países, existen disposiciones legales concretas en materia de proyectos de restauración de las áreas afectadas por las actividades mineras. Aunque, normalmente, las actuaciones a realizar se describen de manera muy pragmática, en términos de movimiento de tierras, de altura de los taludes, de plantación de árboles, de configuración de las zonas húmedas, etc., conviene saber que, como regla general, los planes de

restauración suelen modificarse o actualizarse, prácticamente cada año, en numerosos países europeos [73]. En un número creciente de regiones europeas, las autoridades exigen garantías financieras como fianzas o avales que garanticen que la restauración de las explotaciones será realmente llevada a cabo una vez finalizada la extracción [70].

Hasta la fecha, las exigencias más comunes se dirigían hacia la simple restauración de la naturaleza o la destinada a usos agrícolas. Sin embargo, las autoridades locales desean, cada vez más, reasignaciones alternativas y más orientadas a objetivos concretos como la conservación de la vida salvaje, la creación de espacios de ocio abiertos al público, etc. [79]. En el norte de Europa, algunas regiones programan, por sí mismas, los usos posteriores de las graveras según las necesidades existentes de tierras agrícolas, de zonas de actividades de tiempo libre e incluso proponen restauraciones especiales como lagos de pesca o áreas protegidas para especies amenazadas [80].

En ocasiones, las asociaciones profesionales de la industria tienen sus propias directrices en materia de restauración con el fin de ayudar, a las empresas titulares de canteras, a elegir las mejores alternativas disponibles. Asimismo, estas asociaciones organizan, también, concursos y premios con el propósito de motivar a las empresas, de estimular la adopción de buenas prácticas y de divulgar las realizaciones más positivas para la comunidad.

Por último, en algunas regiones, el paisaje originado por las antiguas canteras abandonadas ha sido incorporado, por sí mismo, al patrimonio arqueológico industrial y es objeto de protección, con la finalidad de conservar la memoria de las antiguas actividades de la región.

En España, existe desde inicios de los años 1980 una legislación específica sobre restauración de espacios afectados por explotaciones mineras, que establece los procedimientos para la aprobación de los Planes de Restauración, así como los avales a depositar por las empresas para que pueda garantizarse, ante cualquier incidencia, la ejecución de los trabajos previstos.

## Casos reales sobre la restauración de explotaciones

### Premios a la restauración

Ref. Biblio. [110] [131]

Unión Europea de Productores de Áridos – Áridos



Asociación Nacional Española de Fabricantes de Áridos - ANEFA - Áridos



Desde marzo de 1998, la UEPG (Unión Europea de Productores de Áridos) ha instituido, los Premios Europeos de Restauración de Terrenos que se entregan, en la sede del Parlamento Europeo, a empresas europeas

<sup>10</sup> Datos del año 2000.

del sector de los áridos. Estos premios que pretenden reconocer los casos ejemplares de restauración de terrenos de antiguas explotaciones, son una demostración tangible de los avances que se están realizando en materia de buenas prácticas de restauración, en Europa. A continuación se describen, brevemente, algunos ejemplos premiados en la primera edición.

En Escocia, por ejemplo, en Birnie Loch, una antigua gravera fue transformada en una zona modelo de protección de la naturaleza donde se constituyó un hábitat para casi 100 especies de aves.

Asimismo se presentó un proyecto diferente correspondiente a una antigua explotación de Inglaterra, que fue transformada en un gran espacio para actividades de ocio y tiempo libre donde se practican deportes acuáticos, rugby, fútbol y golf. En el País de Gales, se reconvirtió una cantera abandonada en un paisaje natural galés típico de colinas mediante un remodelado del paisaje y trabajos de horticultura.

También ha resultado premiada una empresa francesa por su comportamiento ejemplar al haber recuperado un paisaje de ribera y por trabajos a gran escala de restauración de una antigua gravera empleando especies vegetales autóctonas.

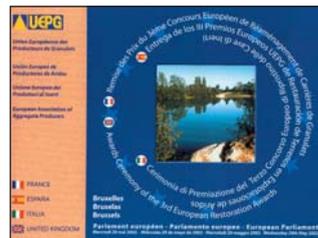
Otros dos premios fueron obtenidos por empresas españolas: uno por el logro de reverdecer una zona árida y otro por la restauración de un paisaje mediante la plantación de millares de árboles y matorrales.

El octavo premio fue otorgado a una gravera sueca por un caso de restauración progresiva, basada en actuaciones (remodelado del paisaje y plantaciones) realizadas en armonía con el paisaje de morrenas, constituido por colinas y lagos, típico del sur de Suecia.

Por último, se concedió un premio especial a una empresa suiza por la calidad de los trabajos de recuperación del delta del río de montaña Reuss, aplicando con éxito los lodos y arenas finas resultantes del tratamiento y de la decantación de sus aguas de proceso.

En el conjunto de estos casos, quedó de manifiesto que una estrecha colaboración con las autoridades locales, con las organizaciones defensoras de la naturaleza y con las instituciones científicas era un aspecto decisivo para la calidad de las actuaciones.

El presidente de la UEPG en 1998 lanzó, no obstante, una advertencia en cuanto al aumento creciente de las reglamentaciones destinadas a la industria extractiva: *“Lo que hemos visto hoy demuestra la variedad de las vías y medios de realizar la restauración de los terrenos. La topografía, la geología, la fauna y la flora varían enormemente de Escocia a Gibraltar. Intentar legislar y uniformizar los planes y operaciones de restauración sería contraproducente, puesto que tanto las condiciones locales como los procedimientos de reutilización de los terrenos afectados varían demasiado de una región a otra. Una reglamentación y normalización excesivas no serían beneficiosas para el medio ambiente e incluso podrían, al contrario, serle perjudicial”*.



Revista editada  
con ocasión de los premios



Acto de entrega en la sede del Parlamento Europeo de Bruselas 2002



Del mismo modo, ANEFA ha instituido los Premios Nacionales de Restauración de Terrenos, que se encuentran en su tercera convocatoria. Estos premios son concedidos por un jurado independiente formado por especialistas en la materia.

### Un ejemplo de biodiversidad en una antigua explotación

Ref. Biblio. [123] [134]

#### Yacimiento de Haut-Saint-Martin – Yesos



Haut – Saint – Martin es una antigua explotación de yeso que ocupaba unas 25 ha, en la región parisina. Tras haber sido cerrada en los años 70, la explotación fue completamente restaurada, a partir de 1993, con objeto de promover la conservación de la fauna y de la flora local y de mejorar su integración en el medio ambiente natural. La biodiversidad que, tras estas actuaciones, puede encontrarse en ese lugar es especialmente notable:

Se han identificado 45 especies de aves en la antigua explotación y otras 16 en su proximidad inmediata. En invierno o en verano, otras 18 especies de aves migratorias pueden encontrarse en ese entorno. Un total de 11 especies de mamíferos, 3 de anfibios y 3 de reptiles se han instalado también en Haut-Saint-Martin. También se han censado varias especies de insectos de un gran interés biológico: 5 especies de libélulas, 8 de ortópteros, más de 20 especies de mariposas, 4 especies raras de escarabajos, etc.



Detalle de la vegetación

La diversidad de las especies animales está ligada a la variedad del medio ambiente natural: se han creado 8 biótotos, desde la zona acuática a las praderas margosas pasando por los setos vivos, bosque, etc. Estos biótotos contienen más de 220 especies vegetales que van desde flores muy raras a los árboles más comunes. Este lugar está especialmente adaptado para probar diferentes tipos de suelos y los métodos de gestión correspondientes. De este modo, las praderas calizas naturales sirven de pastos para los corderos que colaboran, al mismo tiempo, en su siega natural.

### Reservas naturales para las aves

Ref. Biblio. [68]

#### Canteras de Taupes y Barbey – Arenas y gravas para áridos

Las canteras de Taupes y Barbey, distantes entre sí unos centenares de metros, han sido restauradas de manera ecológica dando lugar a dos nuevas zonas húmedas (de 25 y 35 ha) que han permitido la llegada de una muy rica población de aves acuáticas migratorias y anidadoras. La riqueza y el interés ornitológico del lugar han conducido a su clasificación en ZNIEFF (Zona Natural de Interés Ecológico, Florístico y Fáunico).



Restauración con islotes y orillas para la anidación en una antigua gravera

Se han creado diferentes tipos de hábitats en la principal cuenca de la antigua gravera de Taupes: 12 islotes de arena con condiciones muy favorables para las anidaciones sobre una superficie total de 5.700 m<sup>2</sup>, zonas poco profundas en bancos de arena y lodo para la alimentación de las aves zancudas y otras especies acuáticas, cañaverales en pendiente suave, cinturones de vegetación diversificada, etc. Un año después del final de los trabajos en 1994, era posible encontrar 113 especies de aves en ese entorno: charranes comunes y charranes

enanos, zancuda blanca, chorlitos, avefrías, gaviotas, currucas, etc. Uno de los éxitos más notables del proyecto ha sido la reproducción en el lugar de 5 especies muy poco frecuentes en Ile-de-France.

En la antigua cantera de Barbey, se ha creado un estanque de 35 ha que contiene asimismo 3 ha de agua poco profunda, 3-4 ha de bancos y 5 ha de grandes islas: dos de éstas fueron revegetadas para asegurar la calidad del paisaje y 3 han sido diseñadas para favorecer la anidación de los charranes. Las nuevas orillas del estanque tienen unos 4 km de longitud lo que representa un aumento del 60 % respecto de la antigua explotación. Por otra parte, se han tomado medidas para asegurar la correcta circulación de las aguas subterráneas existentes y mantener así la calidad de las aguas, mediante un intercambio a lo largo de las riberas en pendiente, sin necesidad de añadir suelos importados.

Entre 1991 y 1994, se han podido observar 118 especies en el lugar, de las cuales 17 eran ánades (cisnes, ocas y patos) y 15 limícolas (zancudas, agachadizas, chorlitos, etc.), gaviotas, charranes, gaviotas argéneas, etc. En noviembre de 1994, se contaron hasta 1.500 aves. Por haber dado respuesta a los tres objetivos del proyecto, a saber, la restauración de la calidad del paisaje, el mantenimiento de la calidad de las aguas y el aumento del potencial ecológico del lugar, la empresa obtuvo, en 1993, el segundo premio "Paisaje y Medio Ambiente", atribuido por el Consejo General del Departamento de Seine-et-Marne.

### Nueva vida para una cantera y su región

Ref. Biblio. [76] [108]

#### Cantera de St-Pietersberg – Caliza para cemento

Desde 1926, un importante grupo cementero ha dado un nuevo aspecto a la gran cantera de St-Pietersberg cerca de Maastricht. Cuando la cantera cese sus actividades, se convertirá en una reserva natural creada en torno a las aguas de un lago en el seno de facies margosas. Aún cuando esta situación pudiera parecer lejana, se están realizando, actualmente, considerables esfuerzos para preparar esta reconversión, tanto en la cantera como en sus alrededores. Cuando los frentes se encuentran próximos al final de su vida útil, se acondicionan las pendientes en función de los planes más recientes para la creación del futuro entorno natural. Por otra parte, se prosiguen las investigaciones sobre la fauna y la flora, aplicándose, en la gestión de las zonas a restaurar, los últimos avances de las ciencias naturales en la materia.

En 1967, la empresa y las autoridades locales realizaron una evaluación muy cuidadosa de las zonas de St-Pietersberg que eran insustituibles por su valor ecológico. Estas zonas fueron excluidas de la concesión y clasificadas como zonas de protección natural. Tres años más tarde, la empresa transfería 65 ha de este lugar al gobierno provincial, incluyendo un castillo histórico y una granja. En un nuevo plan, preparado junto con las autoridades y los expertos, se modificó la orientación de los trabajos de restauración, pasándose del aspecto recreativo del antiguo proyecto a la conservación de la naturaleza.

En la zona sudeste, donde una parte del paisaje había sido ya remodelado, la colina de "D'n Observant" (en realidad, un montículo constituido por estériles del yacimiento de margas) se convirtió en un espacio natural mediante la sustitución de las antiguas plantaciones de especies importadas por árboles y arbustos autóctonos, el remodelado de las pendientes, etc. Algunas praderas calizas al pie de la colina, a lo largo de los frentes no explotados de la cantera, son ahora hábitats específicos para colecciones de plantas raras.

Dentro de algunos años, la cantera de margas será transformada en una reserva natural con un lago que únicamente ocupará una pequeña superficie de la zona y que, si fuera necesario, podrá servir de depósito de agua potable. El conjunto formado por las praderas calizas vecinas, el lago -como último vestigio visible de una antigua explotación-, otros lugares notables de la zona, y la colina de "D'n Observant", proporciona una idea bastante clara de lo que será, en un futuro, el conjunto de la región de St. Pietersberg.

Como complemento a estas iniciativas integradas en el programa de restauración, la empresa cementera ha desempeñado un papel significativo en el entorno natural, cultural y social de la región, mediante la creación de bosques bastante frecuentados, la restauración de un castillo en ruinas, el apoyo financiero a la construcción de una planicie para juegos y de un pequeño zoo, etc.

Este proyecto de nueva vida para la cantera y su región fue recomendado con ocasión del Año Europeo del Medio Ambiente.

### Investigaciones en materia de cultivo de praderas

Ref. Biblio. [102]

#### Yacimiento de Schelklingen – Materias primas para cemento

En uno de sus yacimientos del Baden-Württemberg, la empresa ha desarrollado un proyecto original de investigación, orientado a esparcir, en el fondo de una cantera abandonada, césped cortado con el propósito de acelerar el crecimiento de la vegetación espontánea.

El procedimiento implicaba, inicialmente, segar aquellas superficies donde existía la vegetación apropiada, para, a continuación, recoger los restos de la siega y, por último, diseminarlos sobre la superficie virgen en la que se deseaba obtener una revegetación rápida e idéntica a la primera. La hierba extendida se opone a un aumento de la temperatura en el suelo al retener la humedad de éste durante más tiempo y haciendo que la del aire que se encuentra bajo la hierba sea más elevada. De este modo se evita, de forma natural, la germinación temprana. La hierba mantiene así su función protectora durante un periodo de 1 a 2 años.

Se han realizado diferentes pruebas en la cantera sobre los sustratos siguientes, con objeto de estudiar el desarrollo de la vegetación: sustrato de suelo original (el existente en la cantera sin modificación),

sustrato mixto (residuo de siega y materiales excavados) y sustrato de siega.

En el suelo original se han desarrollado numerosas variedades de hierbas típicas de suelos rocosos y hierbas oligotróficas de alta continuidad, pero se ha observado la total ausencia de variedades de praderas.

Sobre la superficie mixta, las variedades de hierbas oligotróficas disminuyeron notablemente en los cinco años de desarrollo. Las hierbas típicas de los suelos rocosos desaparecieron también allí donde proliferaron las especies típicas de las praderas.

En los sustratos constituidos con restos de las siegas, las variedades de hierbas de suelos rocosos y las hierbas oligotróficas desaparecieron prácticamente, mientras que predominaron las otras variedades de praderas.

Con respecto a los rendimientos obtenidos, se comprobó que entre el 50 y el 60 % de las especies implantadas en el sector donde se obtuvo los restos de las siegas, podían introducirse y aclimatarse en una sola etapa, sin tener que repetir el proceso.

Los costes derivados de dicho procedimiento varían entre un mínimo de 0,43 a 0,61 euros/m<sup>2</sup> (sin contar la preparación del terreno) y un máximo de 1,36 a 1,87 euros/m<sup>2</sup> (incluyendo la repartición del sustrato y las actuaciones subsiguientes). En comparación, y a título de ejemplo, el coste estimado para la restauración de zonas agrícolas y forestales es de, aproximadamente, 1,02 a 3,07 euros/m<sup>2</sup>.

### Restauración de un ecosistema mediterráneo

Ref. Biblio. [34]

#### Cantera de Artimes – Calizas para cemento

Al estar la cantera de Artimes situada en un entorno natural y turístico del tipo mediterráneo, se realizaron grandes esfuerzos, durante la restauración del emplazamiento, para preservar el paisaje original y proteger el ecosistema natural propio de las zonas mediterráneas. En primer lugar, se transportaron 400.000 toneladas de materiales inertes cerca de la planta de tratamiento para constituir unos montículos de entre 10 y 12 m de altura y unos 1.500 m de longitud. Estos montículos se recubrieron de tierra fértil y, a continuación, se plantaron árboles del tipo eucaliptos y acacias. Estas barreras vegetales fueron erigidas para proteger al entorno inmediato contra el ruido y para mejorar la calidad estética del paisaje.

En la cantera a cielo abierto, la técnica de extracción generaba frentes de arranque con bancos de unos 10 m de altura por 6,5 m de profundidad. La excavación cerca de la superficie topográfica se realizaba por medio de dispositivos mecánicos y, por tanto, sin voladuras para evitar las perturbaciones que pudieran producirse en los suelos (vibraciones) y en las zonas de plantaciones.

Los suelos más superficiales, previamente retirados para permitir el acceso a las calizas buscadas, son ahora reutilizados y colocados a lo largo de los frentes escarpados para formar pendientes más suaves y propicias al tránsito de las aguas de escorrentía y a su retención al pie de los frentes.

Se creó, al mismo tiempo, un vivero de una capacidad de 40.000 a 50.000 plantas al año con objeto de revegetar estos nuevos frentes recubiertos de suelos. Además de dotarlas de una alimentación automática de agua, las plantas fueron fertilizadas y sujetadas por tutores durante 4 años.

La variedad de las plantas y el empleo de suelos autóctonos han permitido su reproducción y la reaparición de una biodiversidad local donde pueden encontrarse más de 11 especies de plantas, 6 variedades específicas de flores y 15 especies de aves y animales terrestres.

### Transformación de una explotación en una reserva para aves de agua dulce

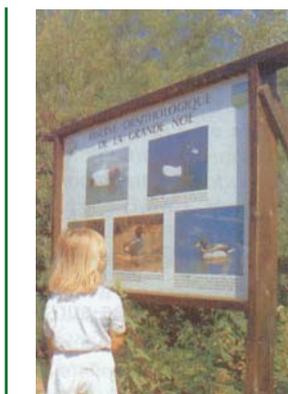
Ref. Biblio. [74]

#### Cantera de Chambéon – Áridos silíceos

En la explotación de Chambéon que ocupa una superficie de 20 ha, se han extraído 200.000 toneladas anuales de áridos, en antiguas terrazas aluviales y lechos de río. La gravera se encuentra situada en la "Llanura de Forez", un paraje protegido de 150 ha que bordea, a lo largo de 6 km, al río Loira.

Para la creación de este emplazamiento ecológico, en el que se ha reconstituido un entorno natural húmedo y se han restablecido los biótopos necesarios para que aniden casi 50 especies de aves ya existentes en la región circundante en la llanura del Forez, ha sido preciso contar con la iniciativa de la asociación de protección de la naturaleza más importante de la región, además de la ayuda del titular de la cantera.

Se han construido, en la explotación, una zona de esparcimiento y un puesto de observación, organizándose, asimismo, paseos guiados de iniciación al conocimiento de la naturaleza. Este entorno de gran interés ecológico constituye una de las mayores reservas naturales de aves de agua dulce de Francia.



Cartel informativo sobre la reserva ornitológica

### Ejemplo de restauración con plantación de árboles

Ref. Biblio. [74]

#### Cantera de Bernières sur Seine – Arenas y gravas

La explotación de arenas y gravas de Bernières sur Seine extrae anualmente hasta 2.000.000 de toneladas de materia prima, ocupando una superficie de 360 ha. Las primeras etapas de restauración de la explotación, simultáneas y coordinadas con la extracción en otras áreas, tenían por objetivo lograr el retorno a la identidad original del lugar y al paisaje inicial. A las 50 hectáreas de lagos se añadieron luego otras 110, con abundancia de bosques y una gran diversidad de especies: árboles de hojas caducas tal como el roble, el arce, el aliso, el castaño, el abedul, la acacia, etc. y coníferas tales como el pino marítimo, el cedro, etc.

La propia empresa ha asumido la responsabilidad de los trabajos de preparación. El fondo de la explotación fue remodelado prestando una especial atención a los suelos de la cobertera abonados con polvo calizo para mejorar su calidad. Asimismo, se emprendieron trabajos complementarios para suavizar las orillas del lago y remodelar las riberas y taludes.

### Creación de lagos integrados en el paisaje

Ref. Biblio. [74]

#### Cantera de Autrey – Árido silíceo

Con el propósito de restaurar la explotación de Autrey que ocupa una superficie de 60 ha (200.00 toneladas al año) y de preservar la apariencia del paisaje, se diseñó un proyecto de acondicionamiento de diversos lagos que se integran perfectamente dentro del paisaje circundante.

Para asegurar la armonía morfológica de la explotación fue preciso realizar el trazado y perfilado de las cuencas configurando diferentes formas, remodelar las orillas creadas artificialmente evitando formas rectas y prestar una especial atención a la flora y a la fauna locales: abetos, píceas, alisos, sauces, abedules, robles, etc.

El proyecto se ha desarrollado en diferentes fases teniendo en cuenta el desarrollo progresivo de la fauna y de la flora.



Perfilado definitivo del relleno de un antiguo hueco de explotación

## Rehabilitación de una cantera en una región cárstica

Ref. Biblio. [92]

### Cantera de Appenrode Rüsselsee – Yesos

La obligación de restaurar y reacondicionar como cultivos agrícolas sus antiguas canteras ha sido siempre un aspecto fundamental de la filosofía de esta empresa. Consecuentemente, en la cantera de Appenrode Rüsselsee, en el Sur del Harz, se aplicó el principio de abandonar la explotación de un yacimiento próximo a la superficie, sin dejar heridas o cicatrices en el medio ambiente natural, poniendo en práctica, para ello, medidas muy estrictas.

Como sucede en todas partes cuando se modifica la Naturaleza, en este caso, se produjo un conflicto entre los operadores económicos y los grupos ecologistas. Al hacerse los debates cada vez más duros, los representantes de la cantera propusieron a los interlocutores más reacios a la actividad extractiva, trabajar de forma conjunta para encontrar una solución a problemas, en apariencia, insalvables.

Esta colaboración desembocó en un proyecto piloto realizado a través de una oficina técnica, hacia mediados del año 1996, con la participación de los responsables de la municipalidad, de las agencias de protección del medio ambiente del distrito, así como de otras personas interesadas. Era la primera vez que un reto de estas características se superó en la región del Sur del Harz.

Actualmente se dispone de tres informes sobre la situación de los trabajos de restauración natural, a la espera de un modelo completo de la restauración de la zona, desde el inicio hasta el acondicionamiento final. Entre otros aspectos, puede encontrarse la información siguiente, relativa al censo de biodiversidad:

“Al pie de la cantera de yesos, se encuentra un pequeño valle, llamado Rüsselsee. Está situado al borde de la cantera y no ha tenido que sufrir la actividad de extracción. En 1996, el censo natural de la región y del Rüsselsee mostraba excelentes condiciones para la vida de las especies animales: entre otros, pueden encontrarse 9 variedades de escarabajos, 6 de coleópteros, 146 especies de mariposas, 7 de anfibios y 1 de reptil, así como no menos de 50 tipos de aves, en el entorno inmediato de la cantera.

Las medidas de restauración que fueron aplicadas durante las operaciones cotidianas de la cantera, dieron como resultado una mejora del hábitat de la fauna y de la flora. El proyecto piloto demuestra que puede alcanzarse un compromiso entre los intereses económicos y los medioambientales, a partir de la colaboración, incluso pragmática, entre todas las partes implicadas.”

## Creación de una reserva para protección de la naturaleza y educación

Ref. Biblio. [79]

### Cantera de Ceretto – Arenas y gravas para hormigones

En una zona acotada de un río, en Ceretto, se ha realizado, desde 1970, la extracción de unas 600.000 toneladas / año de arenas y gravas, sobre una superficie total de 75 ha. En 1989, la empresa dio luz verde a un proyecto de restauración consistente en crear una reserva botánica recreativa y destinada al público en general. Las directrices para la restauración de la zona se desarrollaron en colaboración con organizaciones protectoras de la naturaleza.

La idea consistió en crear una “Colección Botánica Viviente” que contara la historia de la vegetación desde sus orígenes hasta llegar a la influencia humana sobre los paisajes. La Guía explicativa de la visita, o “catálogo natural”, cuyas páginas pueden consultarse mientras se realiza un paseo por la reserva, está disponible en el centro de documentación a la entrada de la misma. Otra zona de actividad recreativa y pedagógica, a la vez, permite ver la cría de caballos de raza “Avelignese”, de pavos y conejos, corderos de raza autóctona, gamuzas alpinas, etc.

Las diferentes páginas del catálogo botánico de la reserva describen las siguientes áreas: los bosques de zonas húmedas, las especies locales y hábitats naturales, las espesuras de bambú “Tiphæto”, el hábitat frío del Piemonte, las plantas resinosas de las llanuras, el lago natural, las laderas y colinas boscosas, etc.

El camino que serpentea por el corazón de la reserva sólo es accesible a las máquinas agrícolas y de movimiento de tierras. El acceso al aparcamiento está situado cerca de las vías públicas. La reserva de Ceretto promueve el acercamiento a la naturaleza y la educación medioambiental, desde el nivel básico al universitario, por medio de visitas gratuitas guiadas a través de los ecosistemas acuáticos:

☞ Excursión de dos horas para ver los puntos característicos de los bosques próximos a los ríos, los pantanos y estanques, el lago de la cantera, etc.

☞ Un centro para los visitantes donde varios carteles exponen diversas cuestiones relacionadas con el medio ambiente y con la protección de la naturaleza

☞ Un pequeño centro para la observación de diversas especies animales domésticas o exóticas (caballos, corderos, patos, pavos reales, cabras tibetanas, etc.)

## Donación de un bosque al dominio público

Ref. Biblio. [95]

### Cantera de Tarnow – Caliza para cal

Desde hace varios años, esta cantera ha estado intentando reducir al mínimo el impacto de sus actividades sobre el paisaje, el sistema

hidrológico y la vegetación local. Mediante la mejora de sus técnicas de extracción y la rehabilitación sistemática de los suelos, la cantera no ha dejado de revisar su enfoque de la gestión medioambiental. A título de ejemplo, la empresa realizó grandes esfuerzos para evitar que los trabajos de profundización de la cantera alteraran el flujo natural de las aguas subterráneas.

Desde 1997, tras el final de la actividad extractiva, el empresario procedió a restaurar una superficie total de 42 hectáreas de bosques. De esta superficie, 31 hectáreas han sido donadas al dominio público a través de la Dirección General de Bosques Patrimoniales.

Las superficies afectadas por la explotación se recubrieron con los estériles de explotación y con las tierras de cobertera. A continuación, se revegetó la zona con árboles de edades comprendidas entre dos y tres años, preparados a este fin en viveros, y que contaban con sistemas radiculares bien desarrollados. Estos árboles se plantaron en hoyos de entre 0,3 y 0,5 m de profundidad que se rellenaron con los suelos orgánicos de recubrimiento. Las especies de hojas caducas plantadas fueron arces, fresnos, alisos, serbales, robles y abedules.

### Realización de terrazas e hidrosiembra Ref. Biblio. [79]

#### Cantera de Roashia – Caliza para cemento

En la cantera de Roashia (activa desde 1965), la caliza se explotaba, mediante explosivos, en bancos de 15 m de altura y bermas de entre 8 y 8,5 m, presentando el conjunto de los bancos de la cantera un talud medio de unos 55°.

La restauración del lugar, realizada con la colaboración de las autoridades, arrojó unos resultados muy satisfactorios. El proyecto consistió, básicamente, en apilar materiales inertes en cada berma hasta alcanzar una altura de entre 3 y 4 m a lo largo de todo el frente de explotación, habilitando una zona plana en la parte superior del talud de manera que permitiera la circulación e impidiera la caída de piedras. La regulación de las aguas de escorrentía se logró utilizando canalones superficiales. Para favorecer la acumulación del agua necesaria para el crecimiento de la vegetación se instalaron pequeños canalones transversales a lo largo de los frentes.

Estos rellenos estaban formados por gruesas rocas de caliza que se encontraban en el lugar, sobre una base constituida por finas arenas síliceas depositadas in situ, rellenando las cavidades y acondicionando la superficie, por último, con una capa de tierras fértiles que propiciase el crecimiento de la vegetación y de la hierba. El sustrato así constituido, permitía, con una circulación constante del agua hacia las capas superiores por capilaridad, el mantenimiento de un grado de humedad en el suelo favorable a la vegetación, durante los periodos secos estivales.

El plan de operaciones ha sido el siguiente: preparación de los frentes superiores para eliminar las caídas de bloques, nivelación y

acondicionamiento del suelo de las bermas, ejecución de los rellenos para crear un talud estable a 30° y, por último, hidrosiembra empleando una mezcla de semillas de césped y de plantas locales y vivaces (unos 40 g/m<sup>2</sup>). Esta siembra forzada se realizó en un intervalo de 1 ó 2 estaciones empleando semillas enriquecidas con un fertilizante mixto (orgánico y mineral) y con un agente aglomerante de origen orgánico.

Los rellenos de materiales inertes se realizaron de forma irregular, con alturas y pendientes variables, para hacer que el aspecto final de los frentes fuera menos artificial. Después de la siembra y de 1 ó 2 estaciones, se realizaron plantaciones ligeras (avellanos silvestres, císisos, serbales) con miras a preparar el suelo para especies arbóreas locales.

Estas operaciones permitieron a las superficies de césped y a las plantaciones de árboles integrarse mejor en el paisaje, ofreciendo una excelente continuidad visual entre la antigua cantera y las pendientes naturales de paisaje no explotado de los alrededores.

### Una cantera restaurada que se integra en su entorno Ref. Biblio. [79]

#### Cantera de Sarche – Materias primas para cemento

La cantera original de Sarche se abrió en los años 60 y ocupaba una zona de aproximadamente 40 ha. La cantera, que estaba integrada en un proyecto cementero, estaba diseñada para proporcionar entre 10 y 11 millones de m<sup>3</sup> de materia prima, en una docena de frentes de explotación separados entre sí por alturas de 10 m.

Sin embargo, la geología particular de la zona, donde aparecía una capa de arcillas, provocaba deslizamientos del terreno que hacían que las operaciones fueran muy peligrosas para la seguridad de los trabajadores. En consecuencia, la explotación se desplazó hacia cotas superiores, en los años 70, y se aprovechó para realizar grandes esfuerzos con miras a reducir el impacto medioambiental que la cantera tenía en esta región de alto interés turístico.

Esto se hizo posible mediante las acciones siguientes:

- ☉ Los antiguos frentes de explotación de los niveles superiores se restauraron temporalmente con ocasión de los nuevos trabajos de excavación.
- ☉ Los frentes abandonados se descabezaron con explosivos, dando lugar a pendientes de aproximadamente 35° y se nivelaron los materiales inertes.
- ☉ Los suelos de la cobertera se depositaron posteriormente y se plantaron matorrales y zonas de césped. Tras la consolidación de los suelos, se plantaron árboles adecuados.

La integración de la cantera ya reacondicionada se completó con la creación de un nuevo camino en los terrenos abandonados para

conectar las poblaciones a las colinas circundantes con el fin de sustituir a la antigua carretera que había quedado obsoleta.

Los trabajos de restauración prosiguen y ya no deberían presentarse obstáculos a la extracción de los 5 millones de m<sup>3</sup> de materias que todavía quedan en la explotación.

### Un programa de 10 años para restaurar una gran cantera

Ref. Biblio. [57]

Cantera de Vaujours – Caubron – Yesos



El importante programa de restauración de la cantera de yeso a cielo abierto de Vaujours–Caubron (135 ha) se inició en 1995 y debería terminar en 2005. Las actuaciones se subdividieron en dos fases principales: relleno de la excavación con materiales inertes y revegetación de estos espacios mediante zonas de césped, bosques, huertas y charcas.

Entre noviembre de 1994 y julio de 1996, se utilizaron 1,3 millones de m<sup>3</sup> de tierra para rellenar la cantera de Vaujours–Caubron. Después, fue necesario remodelar la topografía de la explotación y reconstituir los suelos para su uso agrícola.

Al norte de la cantera, se creó una red de zanjas húmedas y de charcas para drenar el conjunto del terreno y dar al paisaje una perspectiva más atractiva. Se utilizaron margas consolidadas para asegurar la estanqueidad de estas zonas húmedas y de las charcas.

Al sur, el antiguo hueco excavado se rellenó, antes de las plantaciones, con un espeso suelo fértil preparado al efecto. Según las zonas, se instaló un cinturón de vegetación formado por ejemplares diversos. Se plantaron diez especies de gramíneas y leguminosas para recrear praderas con el propósito de favorecer el crecimiento espontáneo de flora especialmente bien adaptada a las cualidades edafológicas de los suelos depositados.

Los niños de la población más próxima a la antigua cantera han participado en la plantación de 300 de los 18.000 árboles plantados dentro del marco de este proyecto. Las especies básicas seleccionadas por sus cualidades forestales (tales como robles, fresnos, arces, cerezos silvestres y abedules) fueron rodeadas por matorrales tales como viburnum, cornejos, avellanos, etc. Completan el paisaje un vergel de manzanos y ciruelos así como un conjunto de plantas acuáticas.

El proyecto de rehabilitación ya se ha ejecutado en 76 hectáreas, entre 1994 y 1998, y otras 60 hectáreas deben restaurarse hasta el año 2004.

### Restauración de bancos en una cantera de cielo abierto

Ref. Biblio. [77]

Cantera de Ebensee – Materias primas para cementos



Cuando estaba finalizando la explotación banqueada de la cantera de calizas para cementos de Ebensee, el personal de la cantera subdividió las alturas del frente de explotación, que eran de aproximadamente 18 m, en partes más pequeñas. La morfología de bancos, frentes, bermas y plataformas, sus alturas y sus pendientes se modificaron de diferentes maneras. Tras esta preparación, los diferentes frentes se cubrieron con los materiales de la cobertera, suelos orgánicos, tierra vegetal, etc. Estos materiales de origen local habían sido cuidadosamente separados de los suelos en el momento de la descubierta previa a la extracción - que afectó a una superficie total de 20 ha correspondiente a la zona del yacimiento explotada- y posteriormente almacenados con cuidado.

Después de un cierto tiempo, el equipo de la cantera coloreó los frentes con una mezcla especial de agua, dispersante, un fondo gris y aditivos que contienen diferentes tipos de semillas. La etapa siguiente fue revegetar la zona con césped, alisos, píceas y otras especies vegetales. Los objetivos finales que se establecieron permitieron llegar a restaurar progresivamente un 40 % del emplazamiento con este método rápido.

### Rápida restitución de los usos iniciales del suelo

Ref. Biblio. [84]

Cantera de Boudeau – Cuarzo y arenas silíceas



La cantera de Boudeau explota un yacimiento de arcillas y arenas que contiene rocas de cuarzo y donde se producen unas 300.000 toneladas al año. El proyecto general de explotación se concibió para permitir la simultaneidad de los trabajos de extracción y los de restauración del lugar.

La zona de trabajo ocupa en torno a 4 ha y la parte realmente activa (que incluye desde las etapas de desbroce previo hasta las de replantación de árboles) no supera las 15 ha. La extracción se realiza en hueco con frentes de, aproximadamente, 10 m de altura. Una vez terminada la extracción, el hueco excavado se utiliza para depositar los lodos arcillosos que resultan del lavado de los materiales útiles. Estas arcillas rellenan progresivamente los huecos explotados, reduciéndose al mínimo la cantidad de agua arrastrada a estas balsas con el lodo mediante la instalación, corriente abajo, de un ciclón concentrador. El agua separada es así reciclada en el proceso de lavado.

El secado completo de las balsas se realiza por evaporación en un periodo de unos 2 ó 3 años. Para la restauración final, los materiales de la cobertera se depositan por encima del lodo consolidado y se recubren, ocasionalmente, con las tierras vegetales reservadas con precaución para este efecto, desde el principio de la explotación. El

remodelado del suelo se realiza luego de acuerdo con la topografía inicial.

Según el tipo de uso del suelo, la zona restaurada puede ser rápidamente dedicada a la agricultura -de este modo, una zona puede llegar a producir cereales, únicamente tres años después de la iniciación de los trabajos- o bien, puede ser reforestada. Con esta finalidad se realizaron investigaciones forestales, con el apoyo de instituciones especializadas, para optimizar las plantaciones tanto desde un punto de vista ecológico como de los rendimientos forestales. Estas investigaciones condujeron a la decisión de plantar bosques mixtos de pinos y castaños.

El aspecto excepcional de este caso real reside, por tanto, en la gran rapidez de restitución del suelo a su utilización inicial.

### Restauración progresiva

Ref. Biblio. [98]

#### Canteras de Kavala – Mármoles



A partir de 1971, las canteras de Kavala iniciaron la plantación de árboles en su explotación nº 1. Pese a que al comienzo hubo que resolver multitud de problemas (tales como el suministro de plantas), los trabajos de restauración de la cantera abrieron, progresivamente, un camino satisfactorio. Finalmente, se ha conseguido realizar un buen número de plantaciones de árboles y matorrales, llegando a cubrir casi un 60% de las necesidades de la empresa.

En un futuro próximo, las zonas de los alrededores de la cantera que todavía no han sido restauradas podrán revegetarse completamente y sólo quedará por rehabilitar la parte de la explotación todavía en actividad.

Actualmente, esta cantera de mármoles está próxima a una planta de trituración, completamente equipada con filtros, que transforma permanentemente los excedentes de la zona de extracción y de transformación de las rocas ornamentales en áridos de mármol y en polvo mineral. Se ha calculado que más del 80% de los materiales excedentes se reciclan y aprovechan de esta manera, sin tener que ser llevados a escombrera. La empresa publicó un libro titulado *“El mármol y el medio ambiente”* que describe sus experiencias en materia de extracción y de restauración de la cantera.

En su explotación nº 2, la empresa puso en práctica, a partir de 1987, un programa de reintegración medioambiental. En 1991 se creó un parque con quioscos, bancos e incluso una pequeña iglesia en la parte superior de la antigua cantera.

En un futuro próximo, se pondrán en servicio unas instalaciones portuarias próximas a la cantera lo que permitirá aumentar la cantidad de rocas ornamentales que puedan venderse en los mercados de Europa central y del norte.

Finalmente, los volúmenes de residuos de producción se reducirán considerablemente y los trabajos de restauración podrán progresar hasta la siguiente fase.

### Rehabilitación de cuencas de decantación

Ref. Biblio. [101]

#### Cantera de Moha – Calizas para cal



El lugar denominado “Valèche”, situado en el perímetro de la gran cantera de Moha (Carmeuse) ha servido, hasta 1972, como explotación de calizas. Este emplazamiento, de 5 ha de superficie, fue transformado posteriormente en una balsa de decantación y purificación de las aguas de proceso producidas por la limpieza de los materiales en la planta de tratamiento.

Los diques de la balsa fueron progresivamente sobreelevados, a medida que se acumulaban los sedimentos en el fondo del hueco, hasta 1975, fecha en la cual la balsa se puso fuera de servicio. La particularidad de esa explotación residía en que, aún cuando la zona sumergida era importante, los frentes calizos habían sido preservados por su interés estético y biológico.

Actualmente, la cantera ha iniciado las tareas de restauración para convertir la balsa y sus alrededores en una zona húmeda natural, actuando en cuatro niveles:

- ☉ Plantación de diversas especies de árboles y matorrales a lo largo de los diques y acantilados: álamos, alerces, sauces, árboles frutales, etc.
- ☉ Vigilancia y gestión de la vegetación con el fin de permitir su regeneración y mantener la biodiversidad
- ☉ Control y limpieza de los juncos de zonas pantanosas y de los cañaverales para prevenir el atascamiento y la obturación de los cursos de agua
- ☉ Corrección de las fugas para mantener los actuales niveles de agua

Transcurridos unos quince años, estas medidas han permitido crear una zona húmeda natural de alto valor biológico y paisajista.

### Creación de bodegas y atracciones turísticas

Ref. Biblio. [96]

#### Cantera de Portel – Yesos



La explotación subterránea de yeso de Portel, que inició su andadura en 1807, y que se encuentra situada en la zona vinícola de Corbières en Languedoc-Rousillon, cesó sus actividades en 1992.

Por estar emplazada en las proximidades de las costas meridionales y de la autopista A-9, esta cantera está notablemente bien ubicada cerca de importantes zonas turísticas tales como la playa de Narbonne,

Puerto de la Nouvelle, Puerto Leucate y Puerto Barcares y se encuentra, también, en pleno corazón de la zona vinícola de Corbières Maritimes y a, solamente, 5 km de la reserva africana de Sigean, que acoge a 350.000 visitantes al año.

Por lo tanto, se realizaron contactos con la UCCM (Unión de Cooperativas de Corbières Maritimes) para estudiar la posibilidad de utilizar el emplazamiento de la antigua explotación como zona de producción y almacenamiento de vino.

Como atractivo suplementario a su localización, la temperatura ambiente de 15° C, la tasa de humedad del 80% (ligada a la presencia de capas freáticas subterráneas) y las espaciosas galerías perforadas para la extracción hacen de Portel el emplazamiento ideal para el almacenamiento de vinos.

La empresa productora de yesos llevó a cabo un programa de trabajo valorado en 457.000 euros que incluía el aislamiento de los 524 m de galerías que serían utilizados, su limpieza y su consolidación, el cierre de los pozos de ventilación y la preparación de la zona accesible en la parte a cielo abierto de la antigua mina. El principal objetivo de estos trabajos era, sobre todo, garantizar completamente la seguridad de los visitantes del lugar.

Por su parte, la UCCM invirtió 1.220.000 euros para, no solamente transformar el lugar en una bodega con toneles de vino de una capacidad de 30.000 litros, sino también para acondicionar las infraestructuras turísticas relacionadas: bodega de degustación de vino, reconstitución de una villa galo-romana, museo de la mina, etc.

### Creación de un campo de golf

Ref. Biblio. [105]

#### Cantera de Altendorf – Calizas



El campo de golf de Altendorf está situado a unos 3 km de Eckenförde y a 1 km de las riberas del Ostsee. Inicialmente creado en un parque nacional que posee robles centenarios, este terreno de 60 ha tiene una antigua cantera de 14 ha explotada hasta una profundidad de 15 m, entre los años 1939 y 1983.

Al finalizar las actividades de la cantera, se decidió transformar el lugar en un campo de golf. Algunos de los frentes de arranque se suavizaron y otros conservaron su apariencia. En el fondo de la antigua explotación, se crearon tres estanques para el campo de golf.

Se desplazaron algunas plantaciones y otras se conservaron en diferentes lugares de la antigua explotación: se acondicionaron prioritariamente los taludes pequeños para permitir una revegetación espontánea y natural, en la que se integraban los viejos robles situados al norte. De esta manera, se desarrolló una gran diversidad vegetal a lo largo de los frentes, incluyendo matorrales y arbustos. El césped se riega periódicamente y se trata con fertilizantes, permaneciendo todavía, en el lugar, algunos macizos de arbustos silvestres.

El aspecto general del lugar es agradable y, por supuesto, la antigua cantera está prácticamente irreconocible. Este campo es muy apreciado por los golfistas que pueden disfrutar de una superficie no habitual con una vegetación diversificada, todo ello dentro de un entorno natural más antiguo y preservado.

### Una cantera se convierte en productora de vinos

Ref. Biblio. [111]

#### Cantera de Istein – Calizas para cal



En 1983, la empresa obtuvo el permiso para extraer 700.000 toneladas de caliza al año en su nueva cantera de Istein, con un permiso de 10 años de duración. Durante las discusiones previas al inicio, se plantearon numerosas objeciones en su contra por parte de los habitantes de la población que se encontraba a menos de 300 m de la cantera.

Una de las principales preocupaciones de éstos se refería al impacto visual de la antigua cantera sobre el paisaje. Una vez que se obtuvo el permiso de explotación de la nueva cantera, la antigua explotación se cerró y se restauró. Para esto se depositaron no menos de 2 millones de m<sup>3</sup> de tierra, a lo largo de los frentes de arranque de la antigua cantera, creándose pendientes suaves.

De esta manera, se obtuvo una superficie aproximada de 30.000 m<sup>2</sup> que se dedicó al cultivo de la vid. La actuación se anunció localmente por los medios de difusión como un éxito en materia de restauración.

El lado positivo es que la empresa suministra ahora, no solamente productos de cal y calizas, sino que también produce vino de calidad superior.

### Restauración como instalaciones portuarias

Ref. Biblio. [74]

#### Cantera de Beinheim – Arenas y gravas



La antigua explotación de Beinheim, que ocupa una zona de 70 ha y produce 400.000 toneladas cada año de arenas y gravas para la fabricación de hormigones y obras de ingeniería civil está situada en la proximidad del Rin y está directamente conectada a dicho río por medio de un canal abierto. De hecho, la antigua explotación, ahora completamente inundada, se ha convertido en parte integrante de un importante puerto fluvial.

En la zona portuaria, los trabajos de restauración han consistido, principalmente, en la construcción de orillas estables y de diques para prevenir inundaciones.

A petición de las autoridades locales, la empresa explotadora de la gravera inició unos trabajos de restauración especiales para crear pequeñas islas artificiales propicias para la anidación de garzas. Un

equipo local de naturalistas se ocupa en la actualidad de la vigilancia científica de los lugares de interés ecológico.

La restauración que ha dado lugar a estas instalaciones portuarias permite el anclaje y la acogida de barcos de recreo como complemento a las instalaciones anteriormente existentes que podían acoger gabarras y líneas comerciales.

### Rehabilitación como club náutico

Ref. Biblio. [78]

#### Cantera de Rordal – Creta para cemento



La cantera de creta de Rordal es un hueco que ha sido -y es todavía- intensamente explotado y que ha modificado de manera radical la calidad del paisaje. Efectivamente, en los próximos 40 o 50 años de actividad, la excavación llegará a su término y cubrirá una superficie de 404 ha, lo que da idea de sus grandes dimensiones. Por ello, era ilusorio pensar que la Naturaleza podría, al final del periodo de actividad, recuperar sus derechos e integrar la explotación en el entorno natural sin que el hombre aportara su ayuda.

Con el transcurso de los años, la empresa explotadora de la cantera ha ido reajustado la explotación y replantado el terreno. Como complemento, se ha realizado recientemente un plan detallado para asegurarse de que el emplazamiento se convertirá en una zona recreativa digna de su futuro nombre: Parque del Lago Rordal. Con tal motivo, se han integrado las directrices para su realización dentro del marco del desarrollo regional y éstas concuerdan con los planes municipales.

El lago se convertirá, para las generaciones futuras, en una zona ideal para las actividades de tiempo libre, pues ofrecerá nuevas atracciones para el conjunto de los habitantes del Norte de Jutlandia: un teatro al aire libre, grandes zonas de praderas con gran variedad de plantas acondicionadas como áreas de paseo, esparcimiento e incluso pesca en las orillas del lago, así como un puerto deportivo turístico para disfrutar de los placeres de la navegación. Al pasear alrededor del lago se verán los frentes de creta, similares a los que constituyen las orillas de los pequeños fiordos tan característicos del paisaje del Norte de Jutlandia.



Creación de un lago para la práctica de los deportes acuáticos

El proyecto define también las condiciones que deberá cumplir la empresa al abandonar la explotación de la cantera. Una parte de los frentes de arranque, normalmente rematados en líneas rectas y quebradas, deberá remodelarse conformando líneas suaves y curvas, con el fin de que el parque se integre completamente en el paisaje que lo rodea. Algunos frentes quedarán tal y como fueron explotados por las máquinas de excavación y otros, por el contrario, adoptarán formas diferentes y se revegetarán. Se acondicionarán pistas con arbolado que darán acceso a las diferentes plataformas de la explotación. Allí donde las formaciones geológicas existentes y los afloramientos tengan interés pedagógico, podrá conservarse la zona sin acondicionar.

Se ha previsto que la rehabilitación de las pendientes se haga en etapas sucesivas, realizándose todas ellas en unos cinco años.

### Natación y práctica de la vela en una antigua cantera de arena

Ref. Biblio. [105]

#### Cantera de Wesel – Arenas



En la región de Wesel (Ruhr) se explotó, hasta 1993, una gravera de grandes dimensiones (215 ha). Por la proximidad de la población y por la disponibilidad de espacios para el estacionamiento de vehículos, se decidió que la antigua cantera de arena se restaurara dando lugar a un parque de actividades para el tiempo libre en el que se preservaron distintas zonas para la conservación de la naturaleza.

La zona de 215 hectáreas se dividió, en primer lugar, en lagos (178 ha para parques acuáticos: natación, regatas, navegación a vela, etc.) y riberas o islas (37 ha con 100.000 matorrales plantados y con praderas a lo largo de las riberas). Esta zona de ocio que goza de gran popularidad, ya que se encuentra situada en el corazón de una zona industrializada, atrae en verano a unos 30.000 visitantes.

Al otro lado del lago, la restauración de la ribera fue concebida para evitar que los visitantes invadieran la nueva reserva natural: los senderos se alejan de la zona del lago y la separación se ha realizado mediante pequeñas zonas de ciénagas y de matorrales densos, etc. Las pequeñas islas que se dejó desarrollar de manera espontánea y natural se convirtieron en santuarios para las aves, creándose algunos lugares específicos para la anidación de algunas especies particulares tales como las esternas, al tener estas últimas cada vez más dificultad para anidar en la cuenca renana.

Las observaciones ornitológicas demuestran que de las 62 especies de aves autóctonas censadas, 11 estaban clasificadas, en la región, como especies en vía de extinción. Además, entre las 28 especies de aves migratorias observadas, 21 tienen un carácter excepcional.

Por estas razones, el antiguo responsable de la cantera ha reunido fondos para construir un puesto de observación que concentra directamente el interés de los visitantes y que se encuentra situado lo

más lejos posible de las zonas ecológicas a preservar. Se han erigido también diques para protección contra inundaciones y desbordamientos del río y de los lagos, en la zona de las actividades de tiempo libre.

### Restauración de labores antiguas

Ref. Biblio. [E-67]

(Andilla / Valencia) - Caolín, arcillas y arenas para cerámica y vidrio

La empresa Caolines Lapiedra, S.A. desarrolla sus actividades de producción de caolín, arcillas y arenas para la industria cerámica de Castellón y para la del vidrio, desde el año 1965.

Las antiguas explotaciones de la zona han originado, desde tiempo inmemorial, huecos y escombreras. Dentro de un plan general de corrección del impacto medioambiental de la actividad extractiva en la zona, la empresa ha puesto en marcha las actuaciones que, a continuación, se describen.

Se ha procedido a la restauración de una escombrera antigua de 3 ha de superficie en la que se han plantado 5.000 pinos halepensis de una savia y se ha hecho una siembra de semillas seleccionadas de gramíneas y leguminosas. Para asegurar el adecuado desarrollo de la vegetación, se ha montado una instalación de riego por goteo que suministra a la plantación, la cantidad de agua necesaria.

En paralelo, están en marcha las labores de restauración de una antigua mina, actuación que afecta, en total, a unas 11 ha de superficie. Inicialmente, se ha procedido al relleno del hueco existente, mediante los estériles procedentes de las explotaciones activas. Una vez relleno, se ha preparado el terreno para la plantación que actualmente se está comenzando. Esta plantación va a consistir, a grandes rasgos, en las siguientes actuaciones:

☺ En los taludes se llevará a cabo una siembra con una mezcla de semillas herbáceas, arbustivas y arbóreas, con una densidad de unos 5 ó 6 golpes por m<sup>2</sup>.

☺ En las plataformas horizontales se plantarán árboles del tipo pino, encina, sabina, enebro y arbustos de tipo rhamnus, romero, tomillo, retama, etc., todas ellas plantas autóctonas de la zona.

☺ Se instalará un sistema de riego por goteo de los árboles.

Asimismo se ha procedido a la plantación de una hilera de árboles y arbustos para restaurar la zona de acceso a la mina y minimizar el impacto visual desde una carretera próxima.

Vista parcial de la escombrera



Detalle de pino plantado

### Recuperación integral de una antigua cantera en Legorreta

Ref. Biblio. [E-56]

Cantera (Legorreta / Gipuzkoa) – Caliza para cal

La empresa CALCINOR, S.A., acogido a un plan de subvenciones para la demolición de antiguas instalaciones industriales, acometió la restauración integral de un hueco de cantera ocupado por una antigua calera en la provincia de Gipuzkoa. El hueco de cantera formó parte de la antigua explotación conocida como Berostegi, situada en el término municipal de Legorreta.

Los trabajos efectuados fueron los siguientes:

1. Trabajos de demolición, consistentes en desmantelamiento de la antigua maquinaria y de estructuras diversas y posterior demolición del resto.
2. Trabajos de relleno, efectuados con tierras sobrantes de excavaciones próximas, tratando en todo caso de efectuar una remodelación orográfica tendente hacia la situación preoperacional, y ejecutada en dos fases separadas aproximadamente año y medio.
3. Trabajos de revegetación, consistentes en la siembra y plantación de las superficies ya acondicionadas, ejecutados al finalizar cada una de las fases anteriores. Para la siembra se utilizó la siguiente mezcla de semillas: Lolium rigidum 35%, Festuca rubra 20%, Agropyrum cristatum 20%, Poa trivialis 10%, Medicago lupulina 8% y Trifolium repens 7%; La plantación de leñosas se realizó con las siguientes especies: Roble (Quercus robur), Arce (Acer campestre), Nogal (Juglan regia), Aliso (Alnus glutinosa), Fresno (Fraxinus excelsior), Acebo (Ilex aquifolium), Bonetero (Euronymus europaeus)

El marco y la distribución de los ejemplares de las distintas especies se varió en función de la diferente exposición al sol y de la proximidad a zonas umbrías.



Situación inicial



Situación final tras la restauración

### Restauración de una antigua cantera con materiales inertes de obras públicas

Ref. Biblio. [E-57]

Cantera abandonada (Arrasate-Mondragón / Gipuzkoa) – Caliza 

La empresa CALCINOR, S.A., en la compra de una serie de terrenos a otra sociedad, adquirió una cantera abandonada en el término municipal de Arrasate-Mondragón. Aunque la actividad de la cantera había cesado antes de la publicación de Real Decreto 2994/1982 sobre restauración, la empresa, aplicando su política medioambiental de protección y recuperación del entorno, decidió iniciar los pasos para su restauración.

En primer lugar se elaboró un plan de restauración consistente en el relleno del hueco con inertes y su posterior revegetación. También se contempló el derribo de las antiguas instalaciones y su integración en el medio.

Puestos en contacto con diversos técnicos de minas y medio ambiente del Gobierno Vasco y con responsables municipales, se llegó a la conclusión de que la mayor dificultad para la ejecución de este proyecto era la de garantizar que todos los rellenos que entraran en la cantera fueran realmente inertes.

Para resolver este inconveniente, se decidió, como alternativa más adecuada, realizar los rellenos con materiales provenientes de grandes obras que ofrecieran garantías sobre su composición.

Dado el gran volumen de desmontes a realizar en la zona y la falta de vertederos en sus cercanías, una cantera del grupo, se puso en contacto con una constructora local que, en el año 2001, debía efectuar una importante obra. De esta forma la constructora realizó las obras para asegurar la impermeabilización del fondo y relleno de cantera. Estos trabajos se ejecutaron sin que la propiedad de Cantera realizase ningún cobro por la ocupación de los terrenos.

### Restauración a lo largo de la vida de la cantera

Ref. Biblio. [E-68]

Explotación de calizas (Yeles / Toledo) – Calizas para cemento 

La sociedad Cementos Hispania, S.A. viene explotando ininterrumpidamente, las calizas de la “Mesa de Ocaña” desde el año 1958, para su aprovechamiento como materia prima en la fábrica de cementos que la citada sociedad posee en el término municipal de Yeles. Actualmente, estas canteras son la principal fuente de abastecimiento de calizas de la fábrica en Yeles.

A lo largo de la historia de la cantera, se han ido produciendo los huecos lógicos en este tipo de actividades, ya que, desde su inicio, se han explotado unas 140 ha de terreno. De éstas ya están perfectamente reforestadas e integradas en un paisaje natural óptimo (sin trazas de explotación alguna), unas 90 ha, donde subsisten especies arbustivas y subarbustivas con aves, mamíferos, insectos y reptiles fundamentalmente.

Siguiendo la política tradicional de compromiso de la empresa con el medio natural, sus canteras son, hoy por hoy, una referencia ejemplar en cuanto a la salvaguarda de especies naturales, tanto en la flora como en la fauna autóctonas, habiendo recibido por parte de los organismos competentes los reconocimientos oportunos.

Actualmente se diseñan modernos planes de restauración con vistas a recuperar un marco paisajístico óptimo (mejorando el estado inicial) después de la necesaria explotación, para lo cual, se restaura el terreno con la maquinaria apropiada y con personal especializado, consiguiendo la topografía más ventajosa para replantar especies tales como pinos, almendros, encinas y olivos fundamentalmente.



Vistas de las áreas restauradas



Vistas de las áreas restauradas

## Restauración en la cantera de San José del Valle

Ref. Biblio. [E-36]

Cantera (San José del Valle / Cádiz) – Caliza y dolomía



Holcim Aridos, S.L., ha mostrado su preocupación e interés por la restauración paisajística y la regeneración del espacio natural de esta cantera, plantando un total de más de 3.000 ejemplares entre algarrobos, pinos, retama y acebuche desde el año 1991, en una superficie de 46.500 metros cuadrados, que suponen cerca del 20% de la superficie de la explotación. De la calidad de la actuación da prueba el que ésta haya sido galardonada con los premios nacional y europeo de restauración de terrenos, en los años 2000 y 2001, respectivamente.

El método de restauración empleado es el de rellenar los taludes con el material arcilloso procedente de los estériles y de la retirada de la montera, que sirve como base sobre la piedra para que se mantenga la humedad suficiente para dejar un ángulo de 45°, vertiendo posteriormente margas y tierra vegetal, sobre la que se plantan las especies vegetales. Terminado el relleno, se prepara la superficie a restaurar, mediante rastrillado, para eliminar las posibles piedras que puedan quedar. Posteriormente, se procede a realizar manualmente -por las dificultades del terreno- los hoyos, que han de tener unas dimensiones de 50x50 cm.

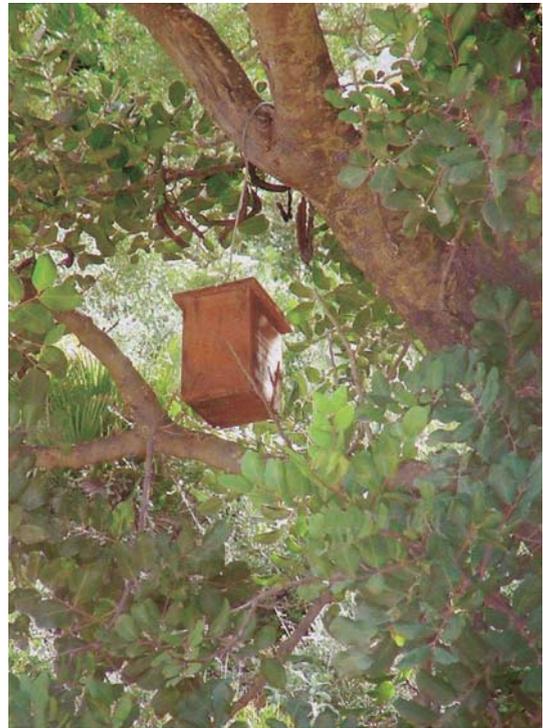
Debido a la gran cantidad de roedores existentes en la zona, es necesario proteger los árboles plantados, y para ello se utilizan protectores especiales de polipropileno fotodegradable. Asimismo, es necesario proteger las parcelas para evitar que las especies ganaderas de zonas próximas (ovino, caprino y vacuno) destruyan las especies plantadas, para lo que se realiza un mallado con ángulos de hierro, alambre de espino y malla ganadera.

Dada la baja calidad del suelo y la agresión de agentes externos, la restauración requiere de un cuidado especial, por lo que se han distribuido depósitos de almacenamiento de agua en las zonas restauradas, que se encuentran situados estratégicamente y se llenan mediante un camión cisterna. Asimismo, se ha instalado un sistema de riego por goteo, y se ha establecido un sistema de riego por microaspersión con el fin de eliminar el polvo adherido a las plantas.

En esta técnica de restauración se ha empleado fundamentalmente el pino y el algarrobo, existiendo dos razones fundamentales: rentabilidad y crecimiento social y forestal. Estas plantas pueden reportar un importante beneficio social y económico, ya que una vez en producción, es importante la mano de obra necesaria para su recolección, cuidado y mantenimiento.

Las dificultades técnicas solventadas para llevar a cabo la restauración han sido producidas por el estado inicial de deterioro en el momento de la adquisición de la cantera, el elevado volumen de material necesario para la restauración, la orografía del terreno, la compatibilidad con las labores diarias de extracción, las condiciones climatológicas y la carencia de agua.

La restauración se ha ido realizando por fases, comenzando por los antiguos frentes de la cantera, anteriores a su compra, y posteriormente centrándose en aquellos que se han ido explotando y ya se han abandonado.



Detalle de la vegetación. Caseta para anidación de las aves



Vistas de las áreas restauradas



Restauración en la cantera de Cabral

**Restauración agrícola de una gravera** Ref. Biblio. [E-31]

**Gravera "La Rinconada" (Sevilla) – Áridos para la construcción**

La empresa Hanson Hispania, S.A. viene desarrollando su actividad minera de extracción de áridos para la construcción desde el año 1980 en la finca "El Gordillo" sita en el término municipal de La Rinconada (Sevilla).

Desde el comienzo de esta explotación se han seguido unos criterios de respeto al medio ambiente, por lo que todas las actuaciones llevadas a cabo, tanto en la planificación como en la ejecución de las labores mineras, han estado siempre supeditadas a las necesidades de restauración de los terrenos afectados. Esta forma de actuación constituye un ejemplo de minería moderna, sensibilizada con el medio ambiente, dentro del sector de los áridos, por lo que ha supuesto una referencia para el resto de explotaciones de la zona.

Se trata de una explotación de materiales detríticos que se encuentran poco cohesionados, por lo que las labores de arranque se han llevado a cabo con equipos mecánicos y a cielo abierto.

Una vez estudiados los factores geoambientales y culturales, así como la capacidad de acogida de la zona que nos ocupa, se seleccionó el uso agrícola para la recuperación de la misma. Por otra parte, ésta había sido la actividad desarrollada durante muchos años por los propietarios de la finca, y puesto que las superficies restauradas volvían a su propiedad, lo más razonable era que pudieran seguir con sus labores agrícolas (patata, tomate, etc.) una vez explotada la finca desde el punto de vista minero.

La superficie restaurada hasta la fecha ha sido de 90 hectáreas, quedando pendientes de restauración otras 11 que corresponden a las zonas ocupadas por la planta de tratamiento, acopios y lagos. La restauración de esta superficie se realizará al final de la vida de la explotación, estando planificada de tal manera que no se vea afectada la continuidad de las labores realizadas con anterioridad.

La restauración se ha llevado a cabo sin solución de continuidad con la explotación, salvo en los casos en que técnicamente no ha sido posible.

Los rellenos de los huecos generados han sido realizados por tongadas empleando para ello traíllas agrícolas y bulldozer.

Los terrenos restaurados han sido nivelados con una pendiente del dos por mil, lo que no supondrá un factor importante en cuanto a riesgos erosivos, no obstante se han diseñado zanjas de drenaje perimetrales, así como zonas de captación del agua procedente de las fincas colindantes consiguiendo así los siguientes objetivos:

- ☉ Minimización de la erosión, la pérdida de suelo y la sedimentación ocasionada por el agua de escorrentía.
- ☉ Control del riesgo de inundación y encharcamiento.
- ☉ Eliminación de obstáculos para el trabajo agrícola.

En el caso de los límites de la explotación con zonas no explotadas se ha procedido a la ejecución de unos taludes con pendientes próximas al 8% que permitan realizar las labores agrícolas con el objeto de que no se produzcan pérdidas de superficie cultivable. En estos casos se ha construido en cabeza de talud una cuneta de resguardo.

Las labores de acondicionamiento descritas anteriormente para la restauración de la zona afectada aseguran la integración de ésta en el paisaje circundante.

Esta actuación ha sido galardonada con los premios nacional y europeo de restauración de terrenos, en los años 2000 y 2001, respectivamente.



Vista de la explotación durante la fase de extracción



Aspecto final de la explotación restaurada

## Restauración morfológica como vertedero de residuos de la construcción. Celebración del día del árbol

Ref. Biblio. [E-38]

Gravera (Tarrasa) – Áridos para la construcción



La gravera explotada por la empresa, Hormigones, Áridos y Maquinaria, S.A.- HAYMSA, se ubica en una zona densamente poblada con municipios importantes en su entorno, como son Tarrasa, Rubí, Sabadell, etc. La explotación beneficia una terraza colgada, sin contacto con acuíferos subterráneos. En el Proyecto de Restauración original, la morfología final prevista se adaptaba aceptablemente al entorno, si bien el hueco generado cambiaba la morfología inicial de forma sensible.

Aprovechando la sinergia de ambos efectos, disposición de hueco y necesidad de puntos de vertido en una zona densamente poblada, se entabló contactos con las Administraciones para estudiar la posibilidad de modificar el Plan de Restauración inicial por otro que contemplase el relleno con residuos inertes de construcción por medio de un Gestor de Residuos Autorizado.

Se optó por la constitución de una sociedad encargada de la restauración de la explotación, con objeto de recuperar la morfología anterior al comienzo de la actividad extractiva. La participación en la mencionada empresa del Ayuntamiento de Tarrasa, del principal grupo gestor de residuos de la construcción de Cataluña y de la empresa cabecera de la sociedad explotadora, ha garantizado una correcta y transparente gestión de los trabajos.

Para el diseño y construcción del vertedero se han utilizado las últimas tecnologías disponibles, impermeabilizando completamente el hueco receptor, dotando de un drenaje inferior adecuado hacia pozos de control cuyo origen se encuentra en los puntos más bajos de las zonas a rellenar.

Otro aspecto importante es el sellado del depósito, previo a la plantación de las especies autóctonas seleccionadas.

Un exhaustivo control topográfico garantiza la adaptación de la obra al diseño de proyecto, cuantificándose aspectos como compactación, densidad un situ, etc.

Una primera fase, situada en las proximidades de una importante autopista, se encuentra prácticamente finalizada y sobre ella se ha celebrado el día del árbol, actividad lúdica que gozó de gran acogida entre vecinos y entidades ciudadanas.



Celebración del día del árbol



Sector en fase de restauración

## Viabilidad de la restauración con lodos de depuradora

Ref. Biblio. [E-3]

Cantera de Caliza y Dolomía (Begues / Barcelona) – Fabricación de Hormigón y Morteros



La empresa Aricemex, S.A., ha realizado la restauración de los terrenos ocupados por unos antiguos acopios de material de rechazo, mediante la aportación de lodos de depuradora, con mezcla de 1 a 4, es decir 1 tonelada de lodos por cada cuatro toneladas de materiales de rechazo, de granulometría inferior a 20 milímetros, y su posterior extendido por medios mecánicos. La actuación se realizó por una empresa de jardinería, desde finales de 1997 hasta primeros de 1998.

Posteriormente se llevó a cabo un estudio de viabilidad sobre la utilización de lodos de depuradora en la restauración de explotaciones mineras a cielo abierto, por parte del Departament de Biología Vegetal de la Facultat de Biología de la Universitat de Barcelona.

Las especies y cantidades utilizadas en la revegetación de los terrenos restaurados fueron 650 pinus alepensis, 350 pinus pinea, 70 rhamnus alaternus, 120 pistacia lentiscus, 40 quercus coccifera, además de 5.500 m<sup>2</sup> de hidrosiembra en taludes y 2.755 m<sup>2</sup> de hidrosiembra en plataformas, para una superficie total restaurada de 8.255 m<sup>2</sup>. La altura media de los pinos estaba comprendida entre 0,20 y 1,50 metros.

La hidrosiembra se realizó con semillas de plantas integradas en el entorno de la explotación minera: lolium perenne, 20 %, festuca

arundinacea ovina, 15%, dactylis plomerat, 15 %, onobrychis sativa, 10%, medicago sativa, 10 %, con 50 gms de mulch mixto fibra corta y larga. Se aplicó la hidrosiembra en dos días diferentes y se dieron aproximadamente cuarenta riegos durante el primer año, mediante camión cisterna.

El estudio de las zonas restauradas realizado por el Departament de Biología Vegetal, se hizo durante la primavera de 2000, dentro del proyecto FEDER "Evaluación retrospectiva de las intervenciones restauradas en áreas afectadas por actividades extractivas a cielo abierto".



Situación inicial de la explotación



Vistas generales de las áreas restauradas



### Recuperación de riberas

Ref. Biblio. [E-23]

Canteras de "Llano de las Monjas" y "San Juan" (Arcos de la Frontera / Cádiz) – Áridos para construcción

Los trabajos de restauración emprendidos por la empresa Compañía General de Canteras, S.A. del Grupo Financiera y Minera, en las canteras "Llano de las Monjas" y "San Juan", para devolver al terreno

íntegramente sus posibilidades de cultivo, han supuesto una considerable mejora a las condiciones iniciales, habiéndose superado, en algo más de tres veces y media, la inversión prevista en los Planes de Restauración aprobados.

Durante las etapas de la explotación, así como en las de restauración, la empresa ha considerado de forma integrada todas las medidas destinadas a mantener bajo control las posibles afecciones al medio ambiente.

Tras la conclusión de las labores de explotación, se procedió al rompimiento de las superficies cementadas, a la retirada de toda la maquinaria y a la eliminación de todos los materiales de desecho que pudieran existir dentro de la zona, antes de ordenar todo el material de rechazo apilado y de adecuar el terreno.

Las especies empleadas para repoblar en la zona no recuperable agrícola fueron: álamo blanco, caña, taraje, sauces, olmos, así como especies arbustivas (mirto, adelfa, coscoja) en la zona frontera entre vegetación de ribera y la zona de terreno agrícola. Las zonas indicadas de mayor erosión se sembraron con especies herbáceas de pastizal de apoyo como son zulla, pratense, medicago tribuloides, o con especies menores autóctonas como coscoja, mirto y lentisco. Debido a la presencia de roedores, se emplearon mallas conejeras para proteger a los plantones. En las zonas agrícolas se plantaron girasoles.

La zona alta de pastizal se restauró con especies menores arbustivas (lentisco, mirto, coscoja), y las lindantes al río Caña, con zarza y taraje (1ejemplar/m<sup>2</sup>). El pastizal se sembró con zulla, pratense (3 kg/ha para cada especie) y Phalaris tuberosa (10 kg/ha).

En total se han recuperado 52 hectáreas, parte de las cuales habían sido explotadas por una empresa anterior hace más de 10 años.

Esta actuación recibió sendos Premios de Restauración, concedidos por ANEFA y por la Unión Europea de Productores de Áridos, en los años 2000 (Nacional) y 2001 (Europeo) en la categoría gravera; agricultura y paisaje, por su calidad medioambiental.



Vistas generales de las áreas restauradas



Situación  
durante los  
trabajos de explotación



## Restauración como espacio de ocio: Rocódromo y jardín japonés

Ref. Biblio. [E-52]

Gravera "Los Caliches" (Madrid) – Áridos para la construcción 

La restauración promovida por Gedesma -entidad dependiente de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid- y acometida por la empresa Viveros José Dalmau, S.A., en los terrenos de la gravera "Los Caliches" ha consistido en la recuperación para uso público de unas 60 hectáreas.

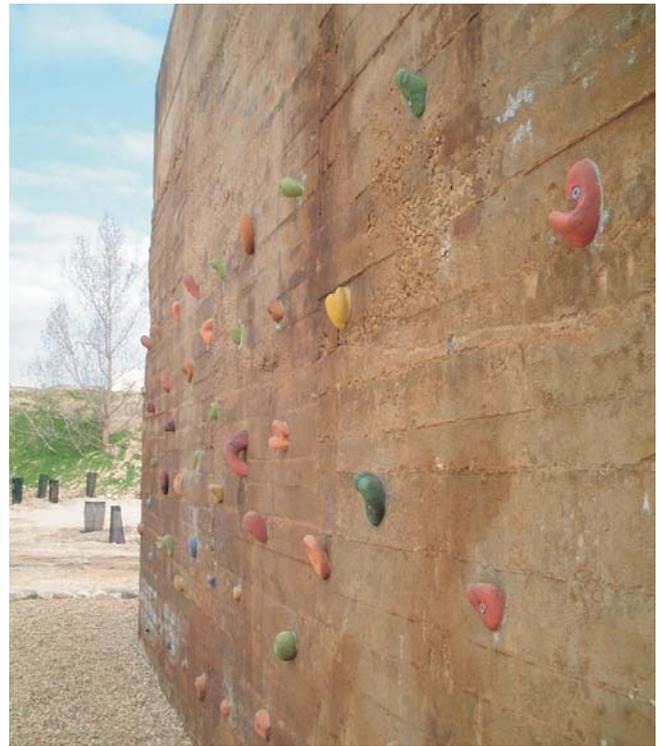
Se han adecuado varios kilómetros de vías pecuarias para fomentar el acercamiento de las poblaciones vecinas al entorno fluvial, recuperándose asimismo un paleocauce y los sotos ribereños mediante la revegetación con especies de ribera.

Con este propósito se han plantado 18.000 plantas autóctonas, además de la revegetación con hidrosiembras de gramíneas y leguminosas, sin contar con los trabajos previos de adecuación de la superficie mediante colmatación de huecos y nivelación.

Siguiendo el criterio de minimizar la generación de residuos, se han reutilizado las antiguas estructuras de hormigón de la planta de tratamiento como zonas de entrenamiento de escalada (rocódromo), en el caso de las mayores y, las menores, como sustento de las expresiones artísticas, laberinto, zonas de huellas de animales, arenero de práctica de tai-chí, etc.



Juegos integrados en las antiguas estructuras



Rocódromo



Antigua estructura del primario reconvertida en mirador. Detalle de la replantación

## Restauración en el entorno de la "Laguna de Medina Sidonia"

Ref. Biblio. [E-25]

Cantera de "Los Cejos del Inglés" (Jerez de la Frontera / Cádiz) – Áridos para construcción 

En la cantera de áridos "Los Cejos del Inglés", explotada por la empresa Compañía General de Canteras, S.A. del Grupo Financiera y Minera, el área de extracción de arena y grava objeto del proyecto de restauración ocupaba unas 33 ha, situadas en el paraje denominado "Laguna de Medina Sidonia".

Desde el inicio de la actividad, la empresa consideró los posibles impactos de cada una de las fases del proyecto de explotación sobre

el medio ambiente y estableció una serie de medidas preventivas y correctoras. Los trabajos de restauración finalizaron en 1992 definiéndose tres zonas claramente diferenciadas.

☉ Zona 1: Plantación de especies arbóreas (álamo blanco, olmo, acebuché, encina y pino), arbustivas (lentisco, mirto, etc.), especies menores y pastizal: 15 ha

☉ Zona 2: Pastizal: 8 ha

☉ Zona 3: Reutilización agrícola (cereales): 10 ha

Las principales dificultades técnicas encontradas estuvieron relacionadas con unas áreas cementadas, que habían sido explotadas por otra empresa 20 años antes y que no habían sido reacondicionadas. Al resultar estas zonas de difícil restauración por no autorizarse el uso de explosivos, se realizaron las operaciones por medios mecánicos (martillo rompedor) o manuales.

El importe total de las labores de restauración ascendió muy por encima de lo recogido en el Proyecto de Restauración aprobado por la Administración, invirtiéndose finalmente el doble de la cantidad prevista.

Esta actuación recibió, por su calidad medioambiental, sendos Premios de Restauración, concedidos por ANEFA y la Unión Europea de Productores de Áridos, en los años 1998 (Nacional) y 1999 (Europeo)



Un refugio para las aves



Un entorno recuperado para el medio ambiente

## Restauración de una cantera abandonada en un paraje protegido

Ref. Biblio. [E-44]

Cantera "La Revilla" (Segovia) – Áridos para la construcción 

Los trabajos de restauración de la cantera de "La Revilla" han sido realizados por la empresa La Paloma Segoviana, S.A., bajo la dirección técnica y control de ejecución de un equipo de Geólogos del Departamento de Geodinámica de la Universidad Complutense de Madrid, lográndose, con unos presupuestos ajustados, la mejora de las condiciones medioambientales de una zona especialmente sensible desde el punto de vista ecológico.

Tras la reconstrucción de un talud tipo glacis, morfología más adecuada para el drenaje de la ladera y formación de suelo, en la misma se procedió a la selección de semillas y fertilizantes en función de los análisis edáficos, climáticos y de vegetación (en colaboración con la Cátedra de Planificación y Proyectos de la ETSI de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid). Con las semillas y fertilizantes mencionados, se ha pretendido crear una cubierta vegetal densa, capaz de proteger el suelo durante el primer año, así como aportar los nutrientes necesarios (selección de leguminosas). Finalmente, se estableció un programa de vigilancia y control medioambiental para, entre otros objetivos, obtener datos y experiencias para futuras actuaciones.

La Unión Europea de Productores de Áridos concedió, a esta actuación, uno de los Premios Europeos de Restauración del año 1997.



Preparación agrícola con tractor

## Producción de vino de Rioja y proyecto de recuperación de variedades tradicionales de viñedo

Ref. Biblio. [E-28]

Gravera "La Plana" (La Rioja) – Áridos para la construcción 

La restauración acometida por la empresa Dionisio Ruiz, S.L., en la gravera "La Plana", ha supuesto una sensible mejora, respecto a las condiciones iniciales, para una superficie superior a 16 hectáreas que han podido, de esta forma, ser aprovechadas para su uso agrícola. En

distintas fases, se ha ido procediendo al acondicionamiento del terreno y a la posterior plantación de viñedo, tal y como se describe a continuación.

Tras el relleno y explanación del terreno en las áreas ya explotadas con materiales y estériles de la explotación se ha procedido a la extensión de la tierra vegetal previamente acopiada y de estiércol antes de sembrar cereales durante uno o dos años.

Finalmente, se han plantado viñedos, especialmente variedades tradicionales de la zona, o minoritarias del tipo graciano, dentro del marco de un proyecto en cuyo desarrollo ha participado la Universidad de La Rioja. Este proyecto ha consistido en la recuperación de variedades de cepas en peligro de extinción y en el estudio de la fauna útil para este tipo de cultivos.

El vino de Rioja es obtenido y comercializado por la empresa que cuenta con sus propias bodegas.

La incuestionable calidad medioambiental de estos trabajos le hicieron acreedor de sendos Premios de Restauración para usos agrícolas, concedidos por ANEFA y la Unión Europea de Productores de Áridos, en los años 1998 (Nacional) y 1999 (Europeo).



Vista general de los viñedos



Detalle de las cepas

### Restauración e integración paisajística de taludes finales mediante tierras vegetales y plantación de pinos autóctonos

Ref. Biblio. [E-63]

Cantera (Pacs del Penedés / Barcelona) - Cales



De forma continuada, en todo el perímetro de propiedad de la empresa, se han ido realizando modificaciones morfológicas y paisajísticas cuyo objetivo final ha sido, es y será el de mitigar, suavizar y, en definitiva,

integrar en el entorno de una manera lo más disimulada posible, la actividad minera que realiza CALES DE PACHS, S.A. Esta es una labor primordial dentro de la política de la empresa encaminada a conseguir los siguientes objetivos:

- ☉ Integrar la zona en el entorno natural que la rodea.
- ☉ Mantener y mejorar la calidad botánica, paisajística y edáfica del entorno.
- ☉ Facilitar la recuperación y colonización de la vegetación natural del área de la explotación y de su entorno.

Para ello, se han suavizado las pendientes con tierras procedentes de excedentes de la cantera, las cuales se han utilizado para conseguir el volumen y la forma necesarios para el posterior acopio de tierras vegetales.

Paralelamente a ello, se han ido almacenando las mencionadas tierras vegetales procedentes de levantamientos de campos agrícolas de zonas de la comarca próximas a la empresa.

Se han colocado estas tierras vegetales en los taludes finales, con espesores de 0,5 metros y, antes de las plantaciones arbóreas y arbustivas, se ha esperado el crecimiento de especies herbáceas, gramíneas y leguminosas, con el fin de que protejan de la erosión y fijen el nitrógeno al suelo.

Una vez fijado el suelo edáfico mediante las especies herbáceas, se procede a la plantación de especies arbóreas, básicamente, pinos y encinas autóctonos (*pinus halepensis* y *Quercus ilicis galoprovinciale*) provenientes de los viveros de la Generalitat de Cataluña. Esta plantación de pinos y encinas se ha realizado al 50%, en mallas que, inicialmente eran de 4 x 4 metros al "tresbolillo" y que, por la experiencia (cuando los árboles crecen se observa que dicha malla es estrecha), en la actualidad se realizan en malla de 7,5 x 7,5 metros al "tresbolillo".

En la cabecera de los taludes, se ha realizado una replantación de olivos, cuyo futuro se encontraba comprometido debido a que procedían de zonas de la cantera que se debían explotar.

Periódicamente, se realizan labores de mantenimiento de los taludes restaurados mediante la siega de las especies herbáceas y la poda controlada de las especies arbóreas.



Vista de los accesos, con áreas revegetadas

**Restauración y apantallamiento visual** Ref. Biblio. [E-96]

Explotación “Llano del olivar” (Madrid) – Yesos 

En la explotación de yesos “Llano del olivar”, gestionada por la empresa Yesos San Martín, S.A., se han puesto en práctica diversas medidas integradas en las labores para reducir el impacto visual, por una parte, y para restaurar progresivamente las áreas ya explotadas por otra.

Para el primero de los objetivos, se han sembrado árboles en el perímetro de la cantera y se ha instalado una malla de ocultación en torno a la fábrica.

En cuanto a la restauración progresiva, el objetivo establecido por la empresa es el de mantener constante la superficie alterada por la explotación, acondicionando las áreas ya explotadas, preparando los taludes por medio de tractores y sembrando especies autóctonas.

Todos los trabajos se han acometido en colaboración con las autoridades locales y los resultados obtenidos permiten la organización de visitas guiadas a la cantera y a la fábrica, para estudiantes de colegios y de institutos.



Vista general de las áreas restauradas

**Creación de un jardín botánico** Ref. Biblio. [E-92]

Explotación “Los Yesares” (Sorbas / Almería ) – Yesos 

BPB IBERPLACO, S.A viene desarrollando su actividad extractiva en una explotación de yeso denominada “Los Yesares” desde el año 1992, fecha en la que ésta fue adquirida a otra sociedad. Desde ese momento la empresa se planteó como objetivo prioritario, junto con la seguridad, el minimizar, en la medida de lo posible, los distintos impactos que el desarrollo de la actividad podría producir sobre el medio, sin escatimar en medios y dotándose de los mejores profesionales. Es preciso indicar que se trata de un entorno de por sí frágil (zonas áridas, abundancia de endemismos, gran parte de la masa de yeso esta karstificada, existencia de una figura de protección, paraje natural, etc.), que requiere extremar los cuidados.

Para ello, la empresa redefinió el método de explotación poniendo en marcha un sistema de “minería de transferencia”, no creando escombreras y reduciendo el hueco de explotación, habiéndose restaurado y/o revegetado grandes áreas.

Recientemente se ha realizado una importante actuación consistente en la creación de un “jardín botánico” únicamente con endemismos y flora específica de yesos que se da en el afloramiento yesífero.

Para esta realización, de magnitud considerable, se han aprovechado dos antiguas escombreras de finos (yesos que reproducen las mismas condiciones edáficas que el resto del afloramiento). Estas escombreras, que se extienden sobre una superficie aproximada de 10 hectáreas, se han restaurado morfológicamente, mimetizando las formas (pendientes, alturas, etc) del entorno. Sobre esta superficie se ha aportado la poca tierra vegetal disponible, previamente retirada de la zona de avance de frentes. Esta tierra vegetal es rica en semillas de flora autóctona que, posteriormente, se han desarrollado dando lugar a estas especies características de los suelos ricos en yesos.

En distintas parcelas se estudian las condiciones óptimas de crecimiento; para ello los suelos se mejoran con distintas concentraciones de materia orgánica (compost de R.V) por hectárea. Es decir se parte del suelo a 100% yeso (SO<sub>4</sub> Ca.2H<sub>2</sub>O) y se va aportando compost hasta determinar cual es la relación óptima materia orgánica/yeso para el crecimiento de la flora característica sin desarrollo de especies oportunistas.

Esta labor se está realizando bajo la dirección de un equipo científico multidisciplinar del CSIC.



Restauración geomorfológica



Parcela restaurada

## Trabajos de restauración simultáneos a la explotación

Ref. Biblio. [E-94]

Explotación ( Valdemoro / Madrid) – Yesos 

La actividad minera de la empresa Yesos Ibéricos, S.A. tiene como objetivo básico la explotación minera de la cantera para el abastecimiento de mineral de yeso, a las fábricas situadas en Valdemoro.

Las prácticas medioambientales relacionadas con la restauración de los terrenos afectados destacan por su interés y calidad al haber decidido la empresa adoptar una política clara que lleve a todos los técnicos y trabajadores a comprender las ventajas de no separar la actividad industrial de la medioambiental y a aplicar el siguiente esquema de trabajo: Explotar – restaurando; Restaurar – explotando.

Partiendo de un riguroso diseño de la explotación donde se encuentran integrados los trabajos de restauración y que ha previsto todo lo relativo a accesos, pistas, drenajes, vertidos, etc., antes del inicio de la actividad.

En una primera fase, se realiza el tratamiento de las tierras vegetales, para su posterior utilización, mediante el diseño de los acopios, para garantizar sus propiedades bióticas, el abonado, descompactado y tratamiento adecuado de las tierras vegetales.

Tras las labores de extracción y de acondicionamiento topográfico, se procede a la revegetación con especies variadas y adecuadas de las superficies rellenadas, operación realizada por Ingenieros agrónomos y especialistas, para finalmente realizar el mantenimiento de zonas revegetadas. La empresa efectúa el seguimiento del coste de restauración y revegetación (€/ha).

La Delegación de Industria y Minas de Toledo ha felicitado a la empresa, en repetidas ocasiones, por la gestión de restauración que se está realizando.



Fase de explotación



Fase final

## Restauración de una escombrera de estériles inertes

Ref. Biblio. [E-79]

Concesión minera (Macael / Almería) – Mármol   
ornamental

Las canteras de mármol de Macael gestionadas por el Concesionario Minero – Ayuntamiento de Macael, son todas a cielo abierto, existiendo unas 110 empresas extractoras.

En los últimos años se ha generado, debido al recubrimiento que tiene el mineral, un movimiento de estéril de unos 5 millones de m<sup>3</sup> anuales. Esta situación conlleva la ubicación en el perímetro del yacimiento de diez escombreras generales a las cuales aportan el estéril las canteras más próximas.

En la actualidad, se dispone de dos grandes escombreras, en las cuales se han realizado labores de restauración y revegetación.

En la escombrera Pozo Sur, el Concesionario Minero ha llevado a efecto, junto con la Consejería de Medio Ambiente, la aplicación de técnicas de mejoras del terreno, en una de las zonas de la misma, no abarcando la actuación a la totalidad de su superficie por ser una escombrera activa en su avance hacia el Norte.

Las labores de restauración han consistido en una primera fase, en el reperfilado y redondeado de los taludes, con limpieza de aquellos materiales que, por su dimensión, tienen una incidencia negativa sobre el impacto visual.

Posteriormente, se crearon con ayuda de unas retroexcavadoras pequeñas, unas bermas de seguridad a distintos niveles que permitirán, entre otras ventajas, el acceso para el mantenimiento y conservación de la zona restaurada.

Una vez conformado y preparado el terreno a restaurar y previo análisis de la vegetación existente en las proximidades de la escombrera, se llevó a cabo, en una tercera etapa, el vertido en taludes, bermas y plataformas superiores de una capa de tierra vegetal con un espesor mínimo de 30 cm. En paralelo con la actuación anterior, se llevaron a cabo todas las obras necesarias de canalización y conducción de las aguas pluviales, que incluyeron la construcción de varias bajadas de mampostería en los distintos taludes. Asimismo se realizó toda la infraestructura principal de riego.

Por último, la fase de revegetación de la zona a restaurar consistió en tres actuaciones: plantaciones lineales, plantaciones irregulares e hidrosiembra.

Las plantaciones lineales se efectuaron de forma discontinua, produciendo un efecto más integrador con el entorno. Las plantaciones irregulares cumplen la misma función, es decir, una revegetación lo más próxima a lo real. Respecto a la hidrosiembra, este sistema se ha aplicado a los taludes que son realmente los que tienen un efecto visual más impactante desde la vía de comunicación próxima a la escombrera.



Vista de la restauración de la escombrera Pozo Sur

### Utilización de minería de transferencia y dimensionado de huecos

Ref. Biblio. [E-75]

Cantera (Yuncos / Toledo) – Arcillas especiales



Estas explotaciones mineras constan de un único frente de 12 metros de altura máxima, no afectando en ningún caso al nivel freático y/o escorrentías superficiales. El método de explotación utilizado por Süd-Chemie España, S.L. es el de minería de transferencia y el área visiblemente afectada por el hueco de cada cantera no supera nunca la hectárea, facilitando así la minimización del impacto visual y agilizando el relleno de los huecos producidos. Los trabajos se desarrollan en 3 fases:

🕒 **Arranque y acopio de tierra vegetal:** Consiste en la retirada de la cobertura vegetal en la zona objeto de la explotación, levantando y almacenándola, mediante su acumulación en cordones de una altura máxima de 1 metro, para que no pierda sus propiedades orgánicas y bióticas, con objeto de su posterior reutilización en las labores de restauración.

🕒 **Extracción de estéril y mineral:** La extracción se lleva a

cabo por bancos y arranque en profundidad. El mineral se envía a la planta para su tratamiento y los estériles se transfieren al hueco generado por una explotación anterior; con ello se cubren dos necesidades básicas: por un lado el relleno de los huecos abiertos como consecuencia de la explotación y, por otro, la eliminación de acopios de estériles exteriores al hueco. Debido al esponjamiento del material arrancado, entorno a un 40%, se dispone de suficiente material para rellenar el hueco existente.

🕒 **Restauración de las zonas explotadas:** Una vez terminada la operación de relleno, mediante la minería de transferencia descrita, se repone la tierra vegetal, extendiéndola por toda la superficie y procediendo al arado, para obtener un terreno apto para los fines agrícolas. Anualmente, para evitar los riesgos de erosión hídrica, se procede a la revegetación del suelo mediante especies herbáceas.



Situación durante la explotación



Situación final tras la restauración

### Restauración de una cantera con materiales de rechazo del proceso

Ref. Biblio. [E-2]

Cantera de Caliza (Campo Real / Madrid) – Áridos para la construcción



La empresa Aricemex, S.A. explota, desde hace más de 10 años, esta cantera de caliza situada en Campo Real.

El desfase entre la superficie explotada y la restaurada es bajo para este tipo de explotaciones. Si exceptuamos el hueco ocupado por las instalaciones, se han restituido más del 60 % de los taludes explotados. El avance de la explotación ha afectado a varios caminos, desviados temporalmente y que han sido restituidos totalmente a su trazado original.

La carencia de material de relleno para las labores de restauración se está paliando al aumentar el porcentaje de rechazo en el puesto primario, lo que supone renunciar a parte de la producción pero, al mismo tiempo, produce una mejora de la calidad de los productos obtenidos en las etapas posteriores, como es el caso, por ejemplo, de las arenas para fabricación de morteros secos. Actualmente, se está utilizando más de un 30% del material explotado para labores de restauración, lo que por el esponjamiento que experimenta permite cubrir las necesidades actuales de la explotación.

Las técnicas de restauración aplicadas consisten en la extracción de la tierra vegetal con retroexcavadora, transfiriéndola directamente a las zonas remodeladas para, posteriormente, proceder a su extendido y esponjamiento, para su plantación final.

Los taludes se están revegetando con especies vegetales autóctonas, adaptadas por lo tanto a las condiciones existentes y, en los caminos recuperados, se plantarán pinos carrascos y almendros.



Vista general de los taludes reacondicionados



A la derecha zonas restauradas

## Restauración de una cantera de roca ornamental

Ref. Biblio. [E-81]

Cantera "Marfil G" (Cehegín / Murcia) – Caliza mármolea ornamental

La empresa Mármoles San Marino, S.A., ha adoptado diversas medidas para la restauración de los terrenos afectados por la explotación. En efecto, unas de las actuaciones más importantes respecto a la industria extractiva son aquellas que se reflejan en los planes de restauración. El plan de restauración que se diseña debe aplicarse durante la explotación, actuando sobre las áreas abandonadas con el objeto de acelerar su período de cumplimiento, siempre que no interfiera en las labores de extracción, o afecte a la seguridad del trabajo en la cantera.

Debe incidirse en la consecución de una morfología lo más similar a la circundante, por ser un factor importante de cara, no sólo al paisaje, sino al restablecimiento de la vegetación alterada y al éxito del cumplimiento del plan, así como a la reintegración dentro del entorno.

Esta labor es complicada por las dificultades de readaptación de los perfiles en roca y su ataluzado de forma que permita una revegetación con moderado éxito, por lo que se deben conjugar las correcciones de los frentes finales y los rellenos de huecos con el material de escombrera, para obtener los perfiles óptimos que permitan afrontar la fase de implantación de las especies vegetales elegidas.

Como caso práctico nombraremos el plan de restauración que actualmente se está realizando en Sierra de la Puerta (Cehegín) de la explotación denominada "Marfil G".

En dicho plan se refleja el esquema de plantación que se va a seguir para el suelo del hueco final, bajando 25 m de la cota actual de la plaza de la explotación. Para ello se rellenará con 1,5 m de terreno vegetal la superficie, plantando vegetación autóctona como pinos dispersos, matorral y esparto.

El frente de la cantera se pintará con pintura oxidante de color gris que favorecerá la alteración de la roca adyacente. De tal forma que tanto el impacto visual como paisajístico quedará notablemente disminuido.

La alternativa de la escombrera será retirarla completamente y trasladarla a planta de triturados de áridos. Para ver el diseño del hueco final se está haciendo un replanteo en 3D con vegetación.



Simulación del frente pintado con pintura oxidante de color gris



Primer plano de talud repoblado

### Un espacio para la caza y el golf

Ref. Biblio. [E-9]

#### Gravera "Fuentes de Duero" (Valladolid) – Áridos para la Construcción

La restauración por fases de la gravera "Fuentes de Duero", de la empresa Áridos Rodisán, S.A., tiene por objetivos el recuperar los terrenos, una superficie de más de 15 hectáreas hasta la fecha, para usos recreativos y de ocio. Los trabajos de restauración están gravitando sobre dos actuaciones principales, como son la construcción de un campo de golf y la creación de una laguna como área de explotación cinegética.

Para la primera de las actuaciones, se ha procedido al acondicionamiento del terreno, mediante relleno con estériles y aporte de tierra vegetal, aprovechando, asimismo, las áreas de arbolado autóctono que no habían sido explotadas debido a su valor ecológico.

Respecto a la conformación de la laguna, los trabajos se centraron en el trazado de riberas e islas que favorecieran la colonización y anidación de aves, alcanzándose una zona de interés para la caza, la pesca y el esparcimiento.

Por la calidad de la actuación, ANEFA y la Unión Europea de Productores de Áridos le concedieron sendos Premios de Restauración en los años 1998 (Nacional) y 1999 (Europeo).



Vista general.  
En primer plano,  
zona restaurada como  
campo de golf y laguna.  
Al fondo explotación activa



Detalle de  
la restauración

### Restauración de cantera

Ref. Biblio. [E-89]

#### Cantera de Sierra de la Puerta (Cehegín / Murcia) – Caliza marmórea ornamental

La empresa Triturados Reylo, S.A., ha realizado la restauración de su explotación Sierra de la Puerta como signo de la importancia de la Estrategia Medioambiental dentro de este sector, pues es lógico que la utilización, en cualquier proceso productivo, de los recursos naturales tenga las menores consecuencias sobre el entorno en el que vivimos, y ello tanto por el bienestar de los ciudadanos de hoy como por el de las futuras generaciones. Es una obligación cada vez más asumida a todos los niveles, conseguir un desarrollo sostenible respetuoso con el medio ambiente.

En este orden de cosas, uno de los objetivos de esta actuación ha sido la utilización prudente y racional de los recursos naturales. De ahí que sea preciso en este sector, un respeto mutuo entre la actividad económica que supone y el bienestar que genera, con el cuidado del entorno del que se beneficia. Se trata de mantener un equilibrio adecuado, lo que implica un estudio riguroso singularizado de cada proyecto que, en el caso de áreas especialmente significativas, lleve a actuaciones pro-conservación de los elementos más significativos del patrimonio natural.



Frente actual



Situación de la restauración cuando finalice la explotación