

# III CONGRESO NACIONAL DE ÁRIDOS CÁCERES 2012

## NUEVOS TIEMPOS, NUEVAS ESTRATEGIAS



PONENCIAS Y COMUNICACIONES



# III CONGRESO NACIONAL DE ÁRIDOS CÁCERES 2012

## Nuevos tiempos, nuevas estrategias

PONENCIAS Y COMUNICACIONES



FEDERACIÓN  
DE ÁRIDOS | FdA



GOBIERNO DE EXTREMADURA

DIPUTACIÓN  
DE CÁCERES

AYUNTAMIENTO  
DE CÁCERES

adif



COMINROC

asefma

oficemen

ASISTENCIA



gira

FIPA

ANET

ALUP

Patrocinadores

MAXAM

Barloworld  
Finanzas CAT

PORTLAND  
CALDERON

Hanson

MAPEI

CEMENTOS

Cg

PERIS

GEVORA

SIRELCO

AENOR

Holcim

EIFFAGE

PERIS

PROMSA

etm

COMEX

OLCO

COMEX

unipresalud

PROMSA

ENERGY

ENERGY 2014

ENERGY

ENERGY

ENERGY

ENERGY

ENERGY

Expositores

rocas  
y minerales

canteras

ANEPA

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

Áridos

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

canteras

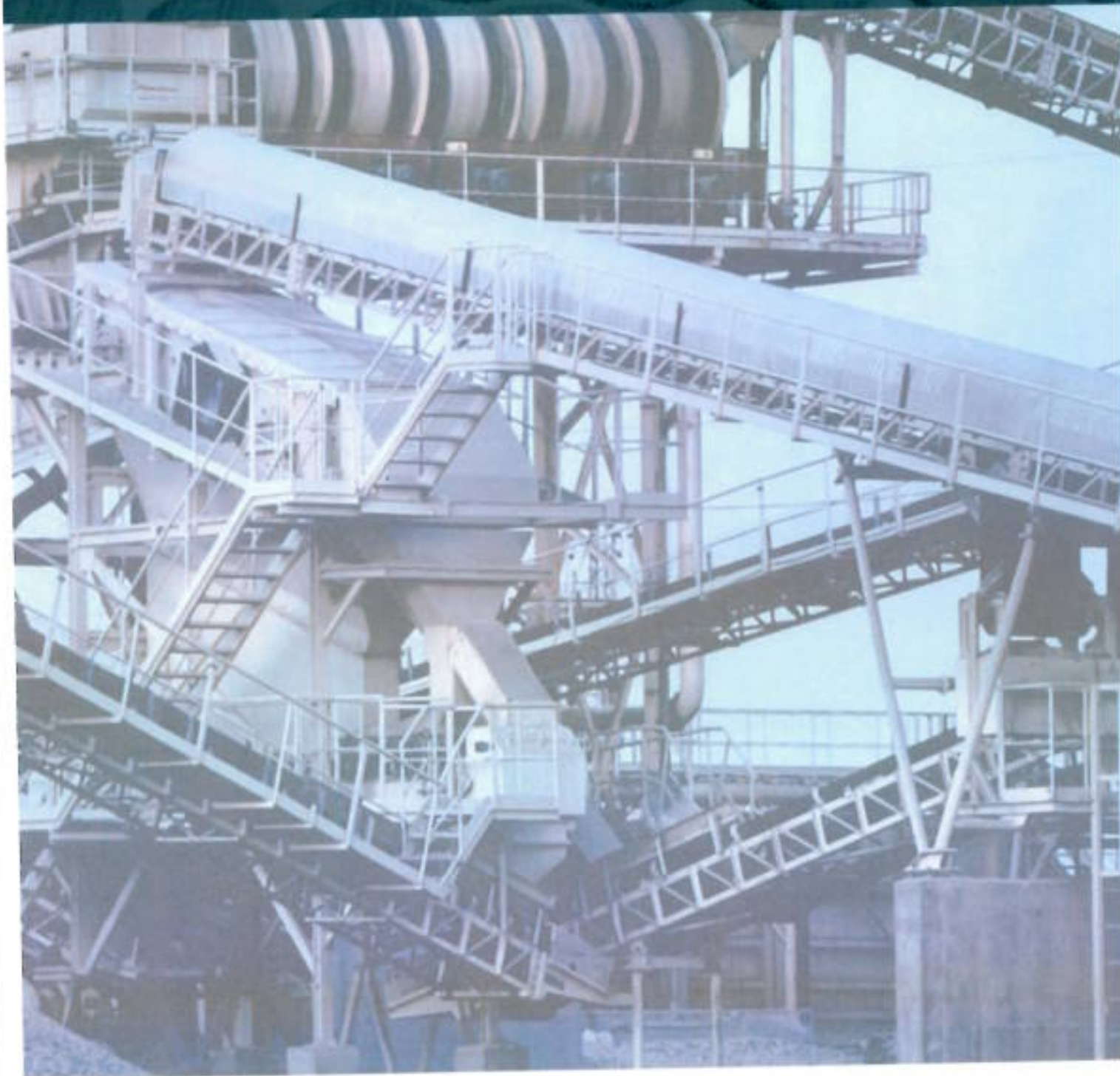
**III CONGRESO NACIONAL  
DE ÁRIDOS CÁCERES 2012**



**III CONGRESO NACIONAL  
DE ÁRIDOS** CÁCERES 2012  
PONENCIAS Y COMUNICACIONES



**NUEVOS TIEMPOS,  
NUEVAS ESTRATEGIAS**



Título de la obra:  
**III CONGRESO NACIONAL DE ÁRIDOS.  
CÁCERES 2012.  
PONENCIAS Y RESUMENES DE COMUNICACIONES.**

## **Nuevos tiempos, nuevas estrategias.**

**Autores:**

VARIOS

**Copyright de:**

FUEYO EDITORES

Madrid 2012

Depósito Legal: M-31357-2012

ISBN: 978-84-939391-3-7

**Editado por:**



Torrelaguna, 127 (Posterior)

28043 Madrid (España)

Tel.: (+34) 91 415 18 04 - Fax: (34) 91 415 16 61

Web: [www.fueyoeditores.com](http://www.fueyoeditores.com)



**Federación de Áridos - FdA**

Travesía de Téllez Nº 4, Entrepantalla Izquierda. 28007 Madrid

Teléfono: 915 522 526. Fax: 914 344 415

E-mail: [secretariafda@aridos.info](mailto:secretariafda@aridos.info)

Internet: <http://www.aridos.info>

**IMPRESO EN ESPAÑA**

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial bajo ninguna de las formas electrónicas o mecánicas incluido el fotocopiado o grabación o por ningún sistema de almacenamiento y reproducción, salvo autorización escrita de FUEYO EDITORES.  
Torrelaguna, 127 (Posterior), 28043 Madrid (España).



ANEFA



FEDERACIÓN DE ÁRIDOS | FdA



- Unidad
- Áridos
- Acceso a los recursos
- Europa
- Profesionalidad
- Proximidad, prestigio y credibilidad
- Representatividad
- Materiales esenciales
- Defensa de intereses sectoriales

Un proyecto común para el sector de los áridos

Federación de Áridos - FdA  
Travesía de Téllez, 4 entreplanta izquierda  
28007 - Madrid  
Teléfono: 915 522 526 - Fax: 914 344 415  
secretariafd@aridos.info

[www.aridos.info](http://www.aridos.info)

## Cantera Galdames II (Vizcaya). Gestión minera sostenible

**Pedro de Andrés Sáez**

Ingeniero de Minas- Gerente zona norte Hormigones y áridos. Grupo Cementos Portland Valderrivas

**Jaime Martín-Muñoz Sainz**

Biólogo- Responsable en hormigones y áridos de calidad, medioambiente y seguridad zona Norte. Grupo Cementos Portland Valderrivas

### RESUMEN

2º Premio medioambiente-buenas prácticas medioambientales Categoría Grandes Empresas- Premios FDA de desarrollo sostenible 2012

La cantera Galdames II (ARCANORSA-GRUPO CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS) es una explotación de caliza ubicada en el municipio de Galdames, en la provincia de Vizcaya, 12 km al Oeste de Bilbao.

La explotación de esta cantera se inicia a finales de los años 80 del pasado siglo. En el año 2003, la cantera de Galdames, junto con otras canteras del grupo, consigue la certificación medioambiental ISO 14001:1996 convirtiéndose en una de las primeras empresas dedicadas a la actividad de áridos, en conseguir dicho certificado.

La cantera Galdames II es una cantera que ha sufrido una importante transformación en los últimos años y que ha acometido proyectos de importante calado con objeto de mejorar las condiciones de trabajo del centro y de los habitantes del entorno.

Así, se ha desarrollado un nuevo proyecto de explotación con objeto de alejar la zona de explotación tanto como ha sido posible de la cueva de Arenaza, cueva declarada patrimonio cultural por la importancia de unas pinturas rupestres descubiertas en un camarín de la cueva. Con este nuevo proyecto de explotación se ha conseguido además, evitar cualquier afección al balance hídrico y condiciones microclimáticas de la cueva de Arenaza, alejar la explotación del núcleo urbano de San Pedro de Galdames o disminuir el impacto visual de la explotación.

En los últimos años se han abordado además, proyectos de calado, como el cambio de ubicación de la instalación de trituración primaria para alejarlo de la zona de afección de las zonas habitadas colindantes, regularización de vertidos a cauce del río Galdames, colocación de pantallas acústicas en puntos críticos de emisión de ruido, diseño de voladuras con objeto de reducir al mínimo el impacto por vibraciones en voladura, estudios de diversidad del murciélago de herradura y el halcón peregrino presentes en las cercanías de la cantera, sistema de reducción de inmisión en el entorno de la cantera etc.

La empresa, con su constante compromiso con la innovación técnica, respeto medioambiental y desarrollo sostenible, consciente de que la sociedad en que vivimos es cada vez más exigente con la sostenibilidad y el cuidado del medio natural, ha decidido dar un paso más en su compromiso con el Medio Ambiente y la Sostenibilidad. Para ello, ha logrado certificar con entidad acreditada un sistema de Gestión Minera Sostenible según Norma UNE 22480:2008, siendo la quinta cantera en el Estado y primera en el país Vasco en lograr la certificación.

Con la implantación de este sistema de gestión Minera Sostenible se pretende hacer hincapié en la importancia de aspectos como la implicación con los agentes sociales, fomento de la comunicación con las partes interesadas o creación de riqueza en el territorio.

La apuesta por la constante innovación técnica, respeto medioambiental y desarrollo sostenible por parte de la empresa, el empleo de los conocimientos técnicos más avanzados disponibles en diseño minero, infraestructuras y maquinaria, ha permitido la posibilidad de realización de este proyecto, planteando soluciones ingeniosas a la cada vez mayor escasez de recursos explotables.

### INTRODUCCIÓN

La cantera Galdames II es una explotación de caliza ubicada en el municipio de Galdames, en la provincia de Vizcaya.

Esta cantera se sitúa en el sector oriental de la provincia de Bizkaia, a unos 12 km al Oeste de Bilbao y un kilómetro al Norte de la localidad de San Pedro de Galdames.

La cantera explota un paquete de calizas cretácicas, pertenecientes al Complejo Urganiano, para la obtención de áridos calizos destinados a la obra pública y la construcción. El acceso a la cantera se realiza directamente desde la carretera BI-3632.

La explotación de esta cantera se inicia a finales de los años 80 del pasado siglo, desarrollándose la explotación de acuerdo proyecto presentado el 01 de junio de 1993 ante Departamento de Industria de Gobierno Vasco.

La Concesión Directa de explotación minera para recursos de la sección C "Galdames II" en la que se sitúa la cantera, fue otorgada mediante resolución de 22 de diciembre de 2000. Dicha Concesión fue adjudicada a la mercantil Cantera Galdames II S.A, integrada entonces

dentro del Grupo Cementos Lemona, importante grupo cementero dentro de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Posteriormente, tras la adquisición de todos los activos del Grupo Cementos Lemona por el Grupo Cementos Portland Valderrivas, la explotación "Galdames II" pasa a ser titularidad de la empresa Áridos y Canteras del Norte S.A.

Históricamente, las explotaciones de árido del Grupo Cementos Portland Valderrivas han sido siempre punteras en el respeto por el medio ambiente y en la aplicación de técnicas novedosas para evitar en la medida de lo posible las distintas afecciones sobre el entorno.

Por ello, ya en el año 2003, la cantera de Galdames, junto con otras canteras del grupo, consigue la certificación medioambiental ISO 14001:1996 convirtiéndose en una de las primeras empresas dedicadas a la actividad de áridos, sino la primera, en conseguir dicho certificado.

La implantación de un sistema de gestión ambiental según normativa ISO, ha permitido a la empresa entre otras cosas, las siguientes ventajas:

Fig1-situación de la cantera Galdames II.



ÁREA  
B

- Identificar, evaluar y disminuir los aspectos ambientales de la cantera sobre el entorno.
- Implicación y sensibilización en materia ambiental de todos los trabajadores de la cantera.
- Aumentar la comunicación tanto interna como con las partes interesadas.
- Estricto cumplimiento de los requisitos legales aplicables.
- Desarrollo de políticas y objetivos tendentes a reducir los impactos de cantera.
- Mejora de la imagen de la empresa y del sector.

La cantera Galdames II es una cantera que ha sufrido una importante transformación en los últimos años y que ha acometido proyectos de importante calado con objeto de mejorar las condiciones de trabajo del centro y de los habitantes del entorno y desde Cantera Galdames II nunca se han puesto trabas a realizar inversiones y proyectos que pudieran mejorar el respeto de nuestra actividad por el medio ambiente y el desarrollo de métodos de minería sostenible.

Así, en el año 2001 se desarrolla un nuevo Proyecto de explotación con objeto de alejar la zona de explotación tanto como ha sido posible de la cueva de Arenaza, cueva declarada patrimonio cultural por la importancia de unas pinturas rupestres descubiertas en un camarín de la cueva. Con este nuevo proyecto de explotación se quiso conseguir además, evitar cualquier afección al balance hídrico y condiciones microclimáticas de la cueva de Arenaza, alejar la explotación del núcleo urbano de San Pedro de Galdames y disminuir el impacto visual de la explotación.

En los últimos años se han abordado además, proyectos como el cambio de ubicación de la instalación de trituración primaria para alejarlo de la zona de afección de las zonas habitadas colindantes, regularización de vertidos a cauce del río Galdames, colocación de pantallas acústicas en puntos críticos de emisión de ruido, diseño de voladuras con objeto de reducir al mínimo el impacto por vibraciones en voladura, sistema de reducción de inmisión en el entorno de la cantera etc.

La empresa, consciente de que la sociedad en que vivimos, es cada vez más exigente con la sostenibilidad ha decidido no quedarse parada y dar un paso más en su compromiso con el Medio Ambiente y la Sostenibilidad. Para ello, ha desarrollado y obtenido la certificación de un sistema de Gestión Minera Sostenible según Norma UNE 22480:2008. Con la implantación de este sistema de gestión Minera Sostenible se pretende hacer hincapié en la importancia de aspectos como la implicación con los agentes sociales, fomento de la comunicación con las partes interesadas o creación de riqueza en el territorio.

### ASPECTOS DESTACADOS

- a) Certificación sistema de gestión ambiental según ISO 14001 desde año 2003.
- b) Modificación de proyectos de explotación ya aprobados para reducir aspectos ambientales (alejamiento de posibles puntos de alto interés cultural por existencia de pinturas rupestres, alejamiento de núcleos urbanos). Año 1.999.
- c) Realización de proyectos importantes para reducir la afección de
  - Polvo: sustitución de planta de trituración primaria para alejarla de zona de influencia de Barrio colindante y reducir el tránsito de vehículos; transporte de áridos mediante cinta transportadora de 300 metros de longitud para evitar la inmisión de polvo generada por el transporte mediante camiones dumper.
  - Ruido: Instalación de pantallas acústicas en perímetro de cantera y puntos críticos de instalaciones.
  - Vertidos: desarrollo de proyecto de regularización de vertidos que incluye 6 balsas de decantación en toda la cantera.
  - Minería: instalación de una planta de lavado de áridos para reducir el volumen de estériles generado en la explotación, y conseguir un aprovechamiento racional del yacimiento.
  - Vibraciones: control de vibraciones en todas las voladuras con diseño de proyectos de voladura para obtener valores de vibración por debajo de valores autoimpuestos de 1mm/seg.
  - Afección al medio natural: obras de canalización de río subterráneo para recuperación de su curso natural.





Fig2-Vista general de la cantera Galdames II.

**Area B**  
Acceso a los recursos.  
Medio ambiente y  
ordenación territorial.

d) Compromisos voluntarios con la Administración por respeto al medio ambiente aún a costa de perjudicar los intereses de la empresa (renuncia a rellenos para evitar afecciones sobre fauna, valores de medida más restrictivos que valores límite en determinadas controles).

e) Reducción de residuos llevados a escombrera mediante utilización de los mismos en la restauración paisajística de cantera.

f) Implantación de un sistema de Gestión Minera Sostenible.

g) Adecuada gestión y tratamiento de residuos peligrosos e inertes generados en cantera.

h) Restauración de toda la superficie alterada a medida que se explota en sentido descendente.

#### METODO DE EXPLOTACION

La explotación de la cantera se realiza a cielo abierto, con arranque del material mediante perforación y voladura en bancos conformados y con criterios de optimización en la utilización del explosivo.

La explotación se realiza por banquero descendente en bancos de 20 m de altura con ángulo de talud de 70°.

El material es cargado en dampers y es acarreado hasta la planta de trituración y clasificación a través de una pista general de transporte con una pendiente media del 10%, continuamente mantenida al objeto de mejorar los rendimientos de ciclo de los camiones y con ello el consumo de energía. Así mismo se realizan riegos de la misma en épocas calurosas al objeto de minimizar el polvo.

El material se trata en la instalación primaria de machaqueo y a través de una moderna instalación de lavado se recuperan los áridos de calidad que contiene el rechazo de la trituración primaria, de manera que se realiza un aprovechamiento integral del yacimiento sin apenas generar residuos, contribuyendo al desarrollo sostenible.

A través de una cinta transportadora de más de 300 m de larga se salva un desnivel negativo de 23 mts, incorporándose el material a las instalaciones de trituración secundaria, terciaria y cuaternaria, y a su posterior clasificación.

El producto final es almacenado en silos y en acopios controlados, y desde los mismos se realiza la expedición a los clientes.

#### ACTUACIONES REALIZADAS

Las actuaciones llevadas a cabo para el desarrollo de buenas prácticas ambientales en la explotación Cantera Galdames II son variadas. En este apartado se definen las buenas prácticas medioambientales rutinarias desarrolladas para el control de los diferentes aspectos ambientales, que forman parte, tanto su ejecución como su control y seguimiento, del Programa de Vigilancia Ambiental.

#### Programa de Vigilancia Ambiental

##### Vertidos

El río Galdames, de la cuenca del Barbadán, discurre paralelo al perímetro inferior de la cantera, junto a la zona de acopios, clasificación de áridos etc. La cercanía del cauce fluvial hace que se deba hacer un seguimiento muy exhaustivo de los vertidos directos a cauce. Se dispone de Autorización de vertido a cauce emitido por la Agencia Vasca del Agua.

Aunque no se genera agua en el proceso, la cantera de Galdames, al ser una explotación a cielo abierto que abarca una superficie muy amplia, debe asegurar la depuración de los elevados caudales de aguas de escorrentía que atraviesan la cantera.

Con objeto de conseguir mantener los valores de vertido en los límites declarados en la Autorización de vertido de aguas residuales se han realizado en cantera las siguientes actuaciones:

**Construcción de seis balsas de decantación** para depurar los distintos flujos de aguas existentes en toda la superficie de cantera.

**Realización de un muro perimetral** que rodea todo el extremo inferior de cantera en paralelo al río para evitar vertidos incontrolados al cauce.

**Reutilización de aguas de escorrentía para el riego de pistas.** Con objeto de reducir los volúmenes de agua vertida a cauce, el camión de riego existente en la cantera utiliza las balsas de decantación a donde se dirigen las aguas de escorrentía para cargar la cisterna y realizar el riego de pistas, de manera que se genera un circuito cerrado. Esta medida permite además reducir los consumos de agua de captación, que en el caso de esta cantera, son captaciones de aguas subterráneas autorizadas.



Fig3-Balsa de decantación en cantera Galdames II.

Para comprobar el grado de consecución de los objetivos propuestos en vertido, el Programa de Vigilancia Ambiental plantea la realización de medidas mensuales con un organismo acreditado, tanto en los puntos de vertido como en el cauce receptor.

#### Inmisión de polvo

La reducción de la inmisión de polvo en cantera es un objetivo prioritario en Cantera Galdames.

Con intención de reducir los valores de inmisión de partículas en el entorno de cantera, se han realizado en cantera las siguientes actuaciones:

**Instalación de un sistema de humectación en instalaciones de tratamiento.** Se trata de un sistema de reducción de polvo por vía húmeda que se coloca en la salida de las cintas, cribas etc y que se controla desde el mando centralizado en función de las necesidades detectadas según la climatología, estado de la piedra u otros parámetros.

**Carenado de instalaciones.** Todas las instalaciones de trituración y clasificación en cantera se encuentran carenadas en los puntos susceptibles de emitir polvo a la atmósfera. También están capotadas todas las cintas de árido fino que pueden generar emisiones de polvo.

**Camión de riego para humectación de pistas.** Se dispone de un camión de riego propio que en función de las necesidades detectadas, riega tanto la plaza de cantera como los viales y pistas interiores de manera que el polvo quede depositado en el suelo y no se generen emisiones de partículas.

**Lavaruedas en salida de cantera.** Se dispone de un sistema de lavado de ruedas a la salida de la cantera por el que pasan todos los camiones antes de su salida al exterior de la explotación. Esto reduce la afección de los camiones por acumulación de barro y polvo sobre la carretera circundante a la cantera. El lavaruedas trabaja en circuito cerrado de aguas.

**Transporte de áridos mediante cinta transportadora de 300 metros de longitud.** Se dispone de una cinta de 300 metros de longitud, salvando un desnivel de 23 metros, para acarrear el material desde la instalación de trituración primaria hasta la el molino secundario. De esta manera se evitan las inmisiones de polvo y CO<sub>2</sub> generadas por

el transporte de material pulverulento mediante camiones dumper por las pistas de acceso al frente de cantera, en un tramo de longitud superior a 1000 metros.

Para comprobar el grado de consecución de los objetivos propuestos en cuanto a inmisión de polvo, el Programa de Vigilancia Ambiental establece la realización de medidas mensuales con un organismo acreditado.

#### Emisión de ruido

Si bien no existe un núcleo poblacional definido en las inmediaciones de la cantera, existen viviendas en el perímetro sobre las que se debe controlar la afección por el ruido externo generado en la explotación.

Con intención de reducir los valores de ruido en el entorno de cantera, se han realizado en cantera las siguientes actuaciones:

**Instalación de pantallas acústicas naturales en perímetro de cantera.** En el perímetro de cantera, en su parte inferior, donde linda con la carretera de acceso a San Pedro de Galdames, se han plantado especies arbóreas de alto porte para reducir el impacto del ruido generado por el tránsito de vehículos en la zona de clasificación y cargue de camiones.

**Instalación de pantallas acústicas en puntos críticos.** Tras analizar los puntos críticos de las instalaciones donde se medían valores de ruido externo más alto, se ha instalado una pantalla acústica artificial en la criba del molino secundario, lo que provoca una reducción de ruido de 19 dB(A) en la propia instalación y de 6 dB(A) en el punto de medida definido en el programa de vigilancia ambiental en el perímetro de cantera.

Para comprobar el grado de consecución de los objetivos propuestos para el ruido externo, se realizan mediciones semestrales en los puntos habitados más cercanos a la explotación.

#### Vibraciones en voladura

En la cantera de Galdames, el método de arranque de material es mediante perforación y voladura. Por ello, es muy importante controlar la afección en el entorno de las vibraciones y onda aérea generadas en cada voladura efectuada.



Fig4-Instalacion de lavaruedas en cantera Galdames II.



Fig5-Cinta transportadora de 300 m de larga.

**Area B**  
Acceso a las rocas.  
Medio ambiente y  
ordenación territorial.



Fig6-Barrera sónica instalada en molino secundario.

En las inmediaciones de la explotación se encuentra la cueva de Arenaza que ha sido declarada Patrimonio Cultural al descubrirse unas pinturas rupestres de incuestionable valor arqueológico en una de sus camarines y por ello se debe prestar especial atención al posible impacto de las voladuras sobre la misma.

Cantera Galdames realiza voladuras aplicando las mejores técnicas disponibles conocidas para la reducción y control de las vibraciones y onda aérea producidas, tales como control de la carga operante mediante la secuenciación de las cargas, reducción del número de barrenos con detonadores instantáneos, selección de tiempos de retardo entre barrenos para evitar superposiciones de ondas, disminuir la presión del barreno con materiales inertes, emplear sobreperforaciones para obtener un buen arranque, disponer de los frentes con mayor superficie libre, creación de discontinuidades entre las estructuras

a proteger y el macizo rocoso etc. Todo ello, con objeto de cumplir con el compromiso adquirido con la Administración de no superar valores de 1 mm/seg en la Cueva de Arenaza (independientemente de la frecuencia). Los valores más restrictivos según norma UNE para estructuras protegidas es de 4 mm/seg, independientemente de la frecuencia.

En los últimos años, desde la Administración se ha encargado a una empresa independiente la realización de un seguimiento de las posibles afecciones sobre el camarín de la cueva de Arenaza donde se encuentran las pinturas rupestres de alto valor arqueológico. Se trata de estudios exhaustivos, con equipos de medición de vibraciones en continuo dentro de la cueva, y los resultados determinan la no afección de la actividad de la cantera, tanto en condiciones normales de trabajo como durante la ejecución de voladuras.



Fig7—pinturas rupestres en la cueva de arenaza

**TABLA 4.4.- VELOCIDAD DE VIBRACION DEL SISMOGRAFO DE LA CANTERA Y DEL SISMOGRAFO DE LA DF8**

FECHA	Nº VOLADURA	DISTANCIA A LA CUEVA	PVS1 (mm/s) SISMOGRAFO DE LA CANTERA	PVS1 (mm/s) SISMOGRAFO DE ARENAZA
16/09/2010	16/09	882	<0,3	<0,13
22/09/2010	22/09	798	<0,3	<0,13
24/09/2010	24/09	874	<0,3	0,160
26/09/2010	26/09	803	<0,3	<0,13
29/09/2010	29/09	867	<0,3	<0,13
30/09/2010	30/09	852	<0,3	0,228
01/10/2010	01/10	811	<0,3	<0,13
13/10/2010	13/10	886	<0,3	<0,13
14/10/2010	14/10	881	<0,3	<0,13
16/10/2010	16/10	819	<0,3	<0,13
20/10/2010	20/10	851	<0,3	<0,13
22/10/2010	22/10	869	<0,3	<0,13
26/10/2010	26/10	825	<0,3	<0,13
28/10/2010	28/10	843	<0,3	<0,13
29/10/2010	29/10	873	<0,3	<0,13
02/11/2010	02/11	830	<0,3	<0,13
03/11/2010	03/11	837	<0,3	<0,13
05/11/2010	05/11	764	<0,3	<0,13
08/11/2010	08/11	874	<0,3	0,163
10/11/2010	10/11	874	<0,3	<0,13
11/11/2010	11/11	770	<0,3	<0,13
12/11/2010	12/11	886	<0,3	<0,13
16/11/2010	16/11	778	<0,3	<0,13
18/11/2010	18/11	859	<0,3	<0,13
19/11/2010	19/11	766	<0,3	<0,13
23/11/2010	23/11	853	<0,3	<0,13
26/11/2010	26/11	792	<0,3	<0,13
01/12/2010	01/12	869	<0,3	corte de luz
02/12/2010	02/12	846	<0,3	corte de luz
03/12/2010	03/12	800	<0,3	corte de luz
14/12/2010	14/12	836	<0,3	corte de luz
15/12/2010	15/12	885	<0,3	corte de luz
16/12/2010	16/12	810	<0,3	<0,13
17/12/2010	17/12	830	<0,3	<0,13
21/12/2010	21/12	816	<0,3	<0,13
22/12/2010	22/12	823	<0,3	<0,13

Fig8—Tabla de resultados vibraciones por voladura año 2010 sismógrafo cantera/sismógrafo de la diputación Foral de Vizcaya

### Gestión de Residuos

Cantera Galdames II está inscrita en el Registro de Pequeños Productores de residuos peligrosos de la CAPV y gestiona adecuadamente los residuos generados, tanto inertes como peligrosos, en sus instalaciones.

Se dispone de un punto de almacenamiento en cantera para el correcto almacenamiento y etiquetado de los residuos generados según legislación de aplicación.

### Restauración y minimización del impacto visual

La empresa dispone de un Plan de Restauración aprobado en el año 2000 por la dirección de Industria y Minas de Gobierno Vasco que posteriormente ha sido adaptado al nuevo proyecto de explotación desarrollado en el año 2001.

La empresa ejecuta este Plan de restauración de tipo agrosilvopastoral que consiste en la plantación de especies autóctonas (encinar cantábrico) a medida que se va explotando la cantera en sentido descendente.

En los últimos años, se han desarrollado las siguientes actuaciones:

- Plantación y siembra en toda la zona de ribera, en paralelo al margen de la explotación con el río Galdames
- Rehabilitación de la pista de acceso a los bancos superiores de la cantera
- Plantación y siembra en taludes de los bancos de las cotas superiores de cantera
- Tratamiento de prueba para erradicación de especies invasoras (Cortaderia Secane)

La empresa dispone de una cantidad avalada por las labores de restauración que se actualiza con periodicidad quinquenal.

Cantera Galdames, emplea los estériles producidos en el desmonte y explotación de la cantera como base para la posterior plantación y siembra en las zonas susceptibles de restauración (bermas, taludes etc) y además parte de los mismos han sido valorizados al objeto de ser utilizados para usos alternativos de interés para la sociedad, como es la utilización para rellenos en el Puerto de Bilbao.

Las principales especies plantadas estos años en cantera son Quercus Robur, Betula Alba, Quercus Ilex, Alnus Glutinosa o Salix Atrocinerea.

### OTRAS MEDIDAS RELACIONADAS CON LAS BUENAS PRÁCTICAS

Al margen del seguimiento y control del Programa de Vigilancia Ambiental, se han llevado a cabo en la explotación "Galdames II" una serie de mejoras en infraestructuras y decisiones encaminadas a la mejora del Medio Ambiente y el entorno de la cantera, como las que se enumeran a continuación:

#### Proyecto de explotación de cantera con desarrollo en dirección Noroeste

Cantera Galdames II dispone de un proyecto de explotación de 1996 aprobado en el año 2000. Sin embargo, con motivo del descubrimiento de unas pinturas de elevado interés arqueológico en la Cueva de Arenaza a escasa distancia de la cantera, se pone en marcha un nuevo proyecto de explotación, con su correspondiente Plan de restauración, con el objeto de diseñar una explotación minera que se aleje en la medida de lo posible de la cueva de Arenaza y así minimizar los impactos sobre la misma.

Con el desarrollo de este nuevo proyecto de explotación se consiguen varios objetivos, como son: alejar la zona de explotación del camarín de las pinturas de la cueva, reducir la afección de las vibraciones por voladuras en el entorno de la cueva, alejar la explotación del núcleo de San Pedro de Galdames y disminuir el impacto visual de la explotación.

Los estudios contratados por parte de la cantera de Galdames para reducir la afección sobre la cueva han permitido obtener datos de incuestionable valor para conocer en mayor medida el comportamiento y estado de conservación de la misma.

#### Canalización del río subterráneo de El Bortal

En el año 2011 se ha recuperado el curso natural del río subterráneo conocido como el Bortal. Se trata de una de las principales corrientes subterráneas que organizan el drenaje subterráneo en el complejo



Fig9-Barrera perimetral natural en cantera.



Fig10-Restauraciones en bermas cantera Galdames II.

kárstico de cantera. Este cauce fue interceptado a principio de los años 90 por la labores de apertura de la antigua explotación existente en los terrenos de la Concesión Minera.

La recuperación del curso natural de este cauce se ha logrado con mucho esfuerzos, y es importante ya que permite recuperar las condiciones microclimáticas de la cueva de Arenaza y es una acción encaminada a la recuperación de las condiciones primigenias de la zona antes del comienzo de la explotación de la cantera.

### Renuncia al relleno de estériles para evitar impacto sobre una colonia de Murciélagos de Herradura

Dentro de la concesión minera Galdames II existen unas antiguas explotaciones mineras de hierro a cielo abierto y de interior. Las más importantes son las cortas la Escarpada, la Tardía y la balsa de todos La Elvira. La corta Tardía es un antiguo hueco minero que corta un barranco con una superficie de 17.000 m<sup>2</sup>. Cantera Galdames disponía de un proyecto aprobado por la Administración para el relleno de la corta Tardía con estériles de cantera, que eran necesarios extraer para poder desarrollar el proyecto de explotación según estaba previsto, siempre pensando en hacer una explotación sostenible y racional de los recursos existentes.

Sin embargo, el posterior descubrimiento de una colonia del murciélago de herradura (*Rhinolophus euryale*) en el entorno de la corta, hace que al tratarse de una especie protegida, Cantera Galdames se replantee el proyecto de escombrera aprobado.

Finalmente con objeto de preservar el acceso al refugio de hibernación y cría de los murciélagos y también de preservar la existencia de dos nidos secundarios utilizados por una pareja de halcón peregrino se tomó la decisión de renunciar al relleno de la corta en beneficio de la sociedad y se buscó soluciones alternativas para el almacenamiento de estériles derivados del desmonte de limolitas de cabecera de cantera, con proyectos de interés social para la comunidad como el relleno del puerto de Bilbao etc.

Los estudios contratados por la propia empresa, tras el descubrimiento de la existencia de colonias de murciélagos, han permitido un mayor



Fig11- murciélago de herradura (*Rhinolophus euryale*).

conocimiento del modo de vida y costumbres de estas especies, dando lugar a la creación de estudios pormenorizados por parte de expertos.

#### Instalación de una nueva planta de trituración primaria

En el año 2003, Cantera Galdames acomete la inversión de instalar una nueva planta de trituración primaria y lavado de áridos en la explotación. Con esta nueva planta, se reduce de manera importante el impacto de polvo y ruido en el Barrio de La Aceña (barrio más próximo a cantera) ya que la instalación se traslada al Norte de la explotación, en una ubicación que se aleja de la zona de afección al Barrio.



Fig12-Moderna instalación primaria con lavadero en cantera Galdames II.

Con el cambio de instalación, se reduce también la inmisión de polvo debido al tránsito de vehículos ya que reduce de manera importante (más de 1.000 metros) la distancia a cubrir por los camiones dumper desde el frente hasta la primaria.

Se trata además de una instalación proyectada con las mejores técnicas disponibles, carenada, con sistemas de humectación y que permite una explotación y valorización más racional del yacimiento mediante la reducción de estériles generados en cantera gracias al lavado de áridos.

#### Implantación de un sistema de gestión minera sostenible según norma UNE 22480:2008

Cantera Galdames, con objeto de dar un paso más en la gestión sostenible y respetuosa con el medio natural y ser una explotación

pionera en cuanto a gestión, ha obtenido la certificación de un sistema de gestión minera sostenible en base a la norma UNE 22480:2008.

Para el logro de dicha certificación se han realizado una serie de actuaciones tendentes a mejorar la comunicación de la cantera con partes interesadas y aumentar la implicación de la explotación con la comunidad local.

En este sentido, se realizan actividades en cantera como la celebración del día de los árboles y los áridos organizado junto con la Asociación Nacional de Fabricantes de Áridos con alumnos de colegios de la comarca, se ha integrado a la empresa en Asociaciones Empresariales de la Comarca para llegar a acuerdos de colaboración, se han creado herramientas para la transmisión de comunicaciones con los vecinos de la cantera etc.

ÁREA

B

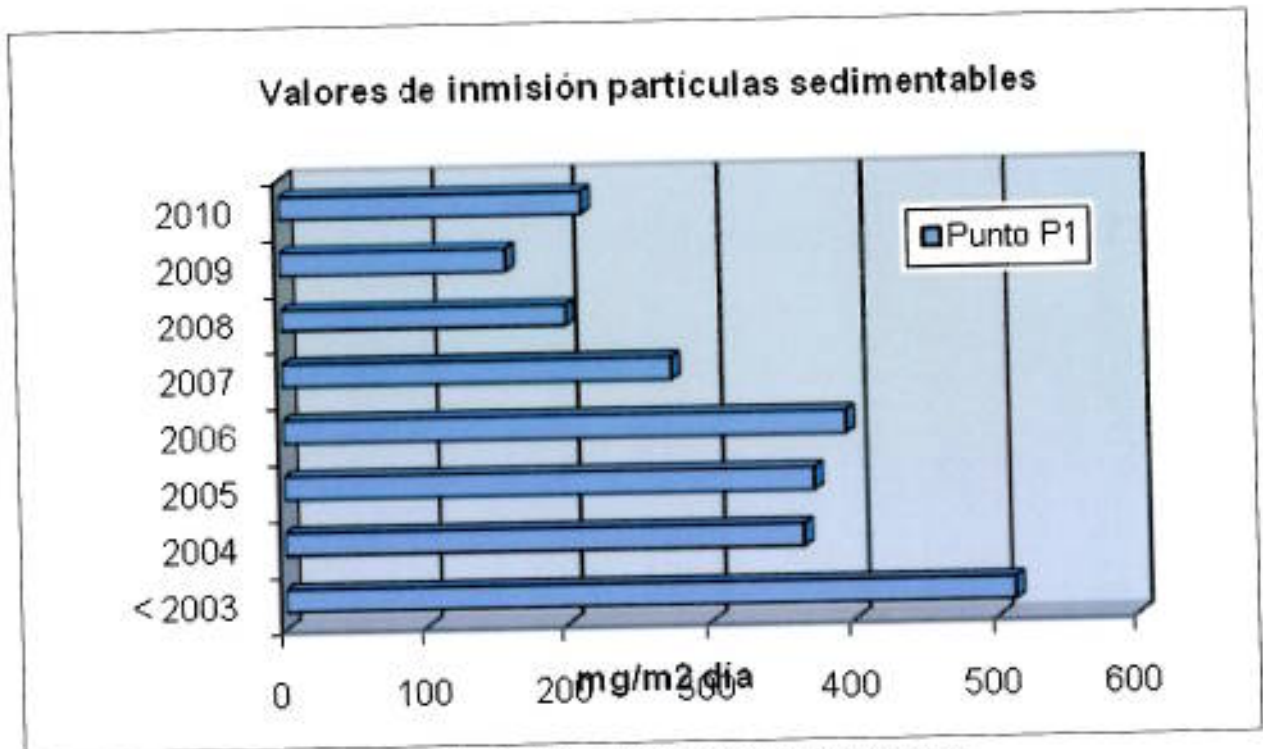


Fig13-Reduccion de partículas sedimentables por nueva instalación primaria.



# Certificado del Sistema de Gestión Minera Sostenible



Area B  
Acceso a los recursos.  
Medio ambiente y  
energías renovables.

SGM-0001/2012

AENOR, Asociación Española de Normalización y Certificación, certifica que la organización

**ARIDOS Y CANTERAS DEL NORTE, S.A.U**

dispone de un sistema de gestión minera conforme con la Norma UNE 22480:2008

para las actividades: Gestión minera sostenible en la explotación de cantera, la producción y comercialización de áridos.

que se realizan en: BARRIO LA ACEÑA, S/N  
48191 GILDAMES (Vizcaya - España)

Fecha de emisión: 2012-02-06  
Fecha de expiración: 2015-02-06



AENOR  
Asociación Española de Normalización y Certificación  
Avelino BRITO MARQUINA  
Director General de AENOR

ICADOC

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

Génova, 6 28004 Madrid, España  
Tel. 902 202 203 - www.aenor.es

Fig14-Certificado AENOR en Gestión minera sostenible para Cantera Galdames II.

## Coto Minero Nafarrondo (Vizcaya). Minería sostenible

**Jaime Martín-Muñoz Sainz**

*Biólogo-Responsable en hormigones y áridos de calidad, medio ambiente y seguridad zona Norte.Grupo Cementos Portland Valderrivas*

**Pedro de Andrés Sáez**

*Ingeniero de Minas- Gerente zona norte Hormigones y áridos. Grupo Cementos Portland Valderrivas*

*1er Premio Grandes Empresas categoría Buenas prácticas ambientales- Premios FDA de Desarrollo Sostenible 2012*

### RESUMEN

Coto minero nafarrondo es una explotación ubicada en el municipio de Orozko, en la provincia de Vizcaya, explotada por la empresa ARRIBERRI S.L (GRUPO CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS). La cantera explota un paquete de calizas del Cretácico inferior, para la obtención de áridos calizos, y se inicia en el año 1964.

Tras la adquisición de la cantera por parte del Grupo Cementos portland Valderrivas, se pone en marcha la implantación de un sistema de gestión medioambiental según ISO 14001:2004 como en el resto de canteras del Grupo, certificación que se logra ya en el año 2007.

El Coto Minero Nafarrondo es una explotación con una geometría vertical muy pronunciada y ubicada en zona semiurbana con caseríos habitados incluso dentro del perímetro de explotación.

Con objeto de reducir el impacto ambiental generado por el transporte de materiales por pistas de elevada longitud y altas pendientes y por volteos de material, esta explotación es la primera cantera en España en desarrollar un sistema de explotación mediante pozo túnel, que consiste en el acarreo de material volado desde el frente por gravedad.

El desarrollo de este sistema de transporte ha logrado importantes y demostrables mejoras en distintos aspectos como son:

- Reducción de valores de inmisión de partículas
- Reducción de valores de ruido externo.
- Reducción de consumos de gasóleo.
- Reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera.
- Aumento de la seguridad de los trabajadores.

La cantera Nafarrondo, ubicada en paralelo al cauce del río Altube, ha acometido importantes proyectos para la regularización de vertidos a cauce, destacando la realización y/o ampliación de seis balsas de decantación en cantera, realización de un muro perimetral en paralelo al cauce para evitar vertidos incontrolados o la canalización y soterramiento de un canal de abastecimiento de agua de una empresa ubicada en las cercanías de la cantera para evitar la contaminación de las aguas del canal a su paso por las instalaciones de cantera.

Se ha colaborado en los últimos años con las diferentes Administraciones para desarrollar proyectos pioneros en el sector. Fruto de esta colaboración se han desarrollado proyectos como un proyecto piloto de restauración mediante paneles de energía solar fotovoltaica en colaboración con el Servicio de Industria y Minas de Gobierno Vasco, o la instalación de un equipo de medición de partículas en continuo con conexión on line al Servicio de Calidad del Aire de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

Las diferentes actuaciones llevadas a cabo en materia ambiental en la cantera, han sido subvencionadas por diferentes organismos.

Cantera Nafarrondo dispone de un exigente programa de Vigilancia Ambiental, que incluye numerosos puntos de muestreo para los distintos aspectos ambientales generados por su actividad

### INTRODUCCIÓN

Cantera Nafarrondo es una explotación de caliza ubicada en el municipio de Orozko, en la provincia de Vizcaya, explotada por la empresa Arriberrí S.L.

El Coto Minero Nafarrondo se localiza entre la falda sur del Monte Untzeta (773 m) y el río Altube. Por la margen izquierda del río Altube discurre la Autopista A-68 Bilbao-Zaragoza. El acceso rodado a la cantera se realiza desde la carretera BI-2522 (Bilbao-Vitoria por el puerto de Altube) a través de dos puentes situados a la entrada de la actividad.

La cantera explota un paquete de calizas del Cretácico inferior, para la obtención de áridos calizos destinados a la obra pública y la construcción. La explotación de esta cantera se inicia en el año 1964.

La cantera dispone de dos Concesiones de explotación de recursos de la sección "C". La denominada "Peña Nafarrondo", nº 12.768 según Resolución de 13 de Noviembre de 1996 y la denominada "Aratzeta", nº 12.774 según Resolución de 24 de Junio de 1997.

Posteriormente, y para un mejor aprovechamiento de los recursos de ambas concesiones, se autoriza mediante Resolución de 10 de Octubre de 1997 del Delegado Territorial en Bizkaia del Departamento de Industria, Agricultura y pesca, la formación del COTO MINERO NAFARRONDO en el término municipal de Orozko, Vizcaya.

Dicha resolución aprueba el Proyecto de explotación conjunto y su correspondiente Plan de Restauración. Con fecha de 2004, la mercantil Cantera Nafarrondo S.A, concesionaria inicial de la explotación del Coto Minero Nafarrondo, es absorbida por la empresa ARRIBERRI S.L.

Históricamente, las explotaciones de árido del Grupo Cementos Portland Valderrivas han sido siempre punteras en el respeto por el medio ambiente y en la aplicación de técnicas novedosas para evitar en la medida de lo posible las distintas afecciones sobre el entorno.

Por ello, tras la adquisición de la cantera por parte del Grupo Cementero, se pone en marcha la implantación de un sistema de gestión

medioambiental según ISO 14001:2004 como en el resto de canteras del Grupo, certificación que se logra ya en el año 2007.

La implantación de un sistema de gestión ambiental según normativa ISO, ha permitido a la empresa entre otras cosas, las siguientes ventajas:

- Identificar, evaluar y disminuir los aspectos ambientales de la cantera sobre el entorno.
- Implicación y sensibilización en materia ambiental de todos los trabajadores de la cantera.
- Aumentar la comunicación tanto interna como con las partes interesadas.
- Estricto cumplimiento de los requisitos legales aplicables.
- Desarrollo de políticas y objetivos tendentes a reducir los impactos de cantera.
- Mejora de la imagen de la empresa y del sector.

La cantera Nafarroa ha realizado en los últimos años importantes esfuerzos con objeto de mejorar las condiciones de trabajo del centro y de los habitantes del entorno.

En cumplimiento de las políticas medioambientales marcadas desde la dirección de la empresa, nunca se han puesto trabas a realizar inversiones y proyectos que pudieran mejorar el respeto de nuestra actividad por el medio ambiente y el desarrollo de métodos de minería sostenible. Prueba de ello, es la realización en cantera de proyectos pioneros y costosos como la explotación de la cantera mediante un pozo-túnel, la creación de balsas de decantación y regularización de los vertidos a cauce o la disposición de equipos de medición en continuo de partículas con conexión on line con la Administración.

Cantera Nafarroa dispone de un exigente programa de Vigilancia Ambiental, que incluye numerosos puntos de muestreo para los distintos aspectos ambientales generados por su actividad, que aseguran el control ambiental en todos los puntos del entorno de la cantera y en el pueblo de Orozko.

## ASPECTOS DESTACADOS

- a) Certificación sistema de gestión ambiental según ISO 14001 desde año 2007
- b) Realización de proyectos importantes para reducir la afección de:
  - Polvo: explotación de cantera mediante un sistema de transporte por pozo-túnel, evitando de esta manera la inmisión de polvo por el

volteo de materiales y el transporte por pistas mediante camión dumper.

- Ruido: Instalación de pantallas acústicas en perímetro de cantera y reducción del ruido del tráfico de vehículos acarreado el material.
  - Vertidos: desarrollo de proyecto de regularización de vertidos que incluye 6 balsas de decantación en toda la cantera.
  - Vibraciones: control de vibraciones en todas las voladuras con diseño de proyectos de voladura para reducir los valores de vibración.
  - Afección al medio natural: cumplimiento del plan de restauración aprobado.
- c) Reducción de residuos llevados a escombrera mediante utilización de los mismos en la restauración paisajística de cantera.
  - d) Adecuada gestión y tratamiento de residuos peligrosos e inertes generados en cantera.
  - e) Restauración de toda la superficie alterada a medida que se explota en sentido descendente.
  - f) Seguimiento de un muy exigente Programa de Vigilancia Ambiental con controles, tanto en periodicidad como en límites exigidos, más restrictivos que los de la propia legislación.
  - g) Realización de minería de transferencia para valorización y aprovechamiento racional del yacimiento.
  - h) Buenas relaciones vecinales a pesar de ser una explotación con viviendas habitadas prácticamente en terrenos colindantes a la propia cantera.
  - i) Subvenciones concedidas en materia ambiental en los últimos años.

## METODO DE EXPLOTACION

La explotación de la cantera se realiza a cielo abierto, con arranque de material mediante perforación y voladura en bancos conformados y con criterios de optimización en la utilización del explosivo.

El material procedente de las voladuras efectuadas en los bancos superiores de la explotación, es llevado mediante un camión dumper hasta la cota 320, situada a la altura del 5º banco, donde se encuentra la boca de la chimenea de vertido de material.

Esta chimenea tiene una inclinación de 70-75º con la horizontal para evitar atascos de material. El transporte del material en la chimenea es por gravedad. La chimenea tiene un diámetro de 5 metros y una altura de 155 metros. Los camiones dumper vuelcan el material procedente de la voladura a través de la chimenea y este llega a una cámara donde se recoge el material estando el pozo lleno en régimen de funcionamiento continuo.

A continuación, el material es recogido por una pala cargadora que carga sobre un camión dumper en un cuilón del propio túnel.



Fig. 1 Vista general de la cantera y situación pozo-túnel.

El túnel es una galería horizontal de 40 metros de longitud, 10 metros de ancho y 8 metros de alto, que posee asociado un culatón de 12 metros de largo, que permite la carga en el interior del túnel, con maquinaria de gran producción ( palas VOLVO 330 y dumper CAT 773). El sistema pozo túnel de la cantera fue realizado en 2004, siendo el primer pozo túnel realizado en España para su aplicación en canteras, y a lo largo de los años ha ido evolucionando hacia esta geometría comentada, que permite una seguridad completa para los operarios de carga y transporte así como una mejora de rendimientos en consumos de gasóleos y en producciones.

Una vez cargado el camión, el material es transportado por la plaza de cantera hasta la machacadora primaria para comenzar el proceso de trituración y molienda.

La trituración primaria se realiza con una machacadora de mandíbulas Norberg C-140. El material triturado se envía, junto con el material recuperado de la criba de estériles, a una criba vibrante que separa las arenas procedentes de la trituración primaria y envía el resto de los materiales al pre-stock que realiza la labor de stock intermedio.

Un alimentador Laron de tablero mecánico extrae los materiales del pre-stock, y alimenta la trituradora secundaria de impactos.

Por cinta transportadora se conducen los materiales transformados a una criba de reciclado que separa varias fracciones:

- 0/40 que es enviada a las cribas de clasificación
- 40/60 que puede ser enviado a las cribas de clasificación o volver a la trituradora secundaria
- 60/100 que puede ser enviado al acopio de este producto o volver a la trituradora secundaria

La clasificación de las diferentes fracciones granulométricas se realiza en una serie de cribas vibrantes sobre los silos. En la primera criba se realizan los cortes de las fracciones superiores, pasando los finos a dos cribas dispuestas en paralelo donde se clasifican los tamaños inferiores. Los diferentes tamaños clasificados se almacenan en sus silos correspondientes.

En la instalación de clasificación los cortes 40/60, 25/40 y 6/12 se pueden conducir a través de cintas transportadoras a un silo de pre-stock que alimenta a los dos molinos terciarios para la fabricación de arenas, que una vez producidas son llevadas por un sistema de sifón, elevador de cangilones y cintas transportadoras hasta los silos correspondientes.

El transporte de áridos a la planta de hormigón se efectúa mediante camión desde los silos de la instalación de clasificación hasta las tolvas de la propia planta de hormigón.

El árido fino (0/4) para la planta de hormigón se conduce desde su silo hasta la cinta transportadora de la planta de hormigón mediante un sifón.

### ACTUACIONES REALIZADAS

Las actuaciones llevadas a cabo para el desarrollo de buenas prácticas ambientales en la explotación Coto Minero Nafarrondo son variadas. En este apartado se definen las buenas prácticas medioambientales



Fig. 2 Carga en el Pozo-túnel, con dumper Cat 773 y pala VOLVO 330.

rutinarias desarrolladas para el control de los diferentes aspectos ambientales, que forman parte, tanto su ejecución como su control y seguimiento, del Programa de Vigilancia Ambiental.

### Programa de Vigilancia Ambiental

A continuación se enumeran las diferentes actuaciones que se llevan a cabo en la cantera de Orozko para el control de aspectos ambientales de cantera:

#### Vertidos

El río Altube, discurre paralelo al perímetro inferior de la cantera, junto a la zona de acopios y plaza de cantera. La cercanía del cauce fluvial hace que se deba hacer un seguimiento muy exhaustivo de los vertidos directos a cauce. Se dispone de Autorización de vertido a cauce emitido por la Agencia Vasca del Agua.

Aunque no se genera agua en el proceso, la cantera de Orozko, al ser una explotación a cielo abierto que abarca una superficie muy amplia, debe asegurar la depuración de los elevados caudales de aguas de escorrentía que atraviesan la cantera.

Con objeto de conseguir mantener los valores de vertido en los límites declarados en la Autorización de vertido de aguas residuales se han realizado en cantera las siguientes actuaciones:

#### Depuración física de vertidos mediante balsas de decantación.

Se trata de elementos que realizan una depuración física para reducir principalmente los valores de sólidos en suspensión que son el parámetro crítico de vertido. En los últimos años, se han construido algunas balsas nuevas con mayor capacidad y se han separado otras para diferenciar distintos flujos que comunicaban con una misma balsa.



Fig. 3 Construcción de Balsas de decantación.

**Realización de un muro perimetral** que rodea todo el extremo inferior de cantera en paralelo al río para evitar vertidos incontrolados al cauce por puntos no declarados en la Autorización de vertido.

**Realización de medidas mensuales de todos los posibles puntos de vertido a cauce y del medio receptor.** Pese a que las Autorizaciones de vertido y la declaración de Impacto Ambiental de la cantera exigen controles trimestrales de los vertidos, Cantera Nafarrondo realiza muestreos con Organismo Acreditado todos los meses, tanto de los puntos de vertido a cauce como del río receptor, aguas arriba y aguas abajo de la cantera, para controlar la posible afección sobre el río. Dichas mediciones son enviadas después tanto al Organismo responsable de cuenca como a Gobierno Vasco y Ayuntamiento de Orozko.

#### Inmisión de polvo

La reducción de la inmisión de polvo en cantera es un objetivo prioritario en Cantera Nafarrondo por ser un aspecto considerado crítico para las explotaciones de áridos.

Con intención de reducir los valores de inmisión de partículas en el entorno de cantera, se han realizado en cantera las siguientes actuaciones:

**Carenado de instalaciones.** Todas las instalaciones de trituración y clasificación en cantera se encuentran carenadas en los puntos susceptibles de emitir polvo a la atmósfera. También están capotadas todas las cunetas de árido fino que pueden generar emisiones de polvo.

**Camión de riego para humectación de pistas.** Se dispone de un camión de riego propio que en función de las necesidades detectadas, riega tanto la plaza de cantera como las vías y pistas de interior de manera que el polvo quede depositado en el suelo y no se generen emisiones de partículas.

**Lavaruedas en salida de cantera.** Se dispone de un sistema de lavado de ruedas a la salida de la cantera por el que pasan todos los camiones antes de su salida al exterior de la explotación. Esto reduce la afección de los camiones por acumulación de barro y polvo sobre la carretera circundante a la cantera. El lavaruedas trabaja en circuito de agua cerrado, sin vertidos a cauce.

**Instalación de captadores de polvo en las perforadoras.** Los equipos de perforación son propios y disponen de captadores para reducir la emisión de polvo cuando se perforan los barrenos.

**Instalación de filtros de mangas en los molinos areneros.** La instalación de trituración crítica en lo que se refiere a emisiones de polvo que son los molinos areneros, donde se fabrican las fracciones más finas de árido, disponen de filtros mangas para reducir la emisión de partículas a la atmósfera, con su debido mantenimiento y se hacen medidas a la salida de los mismos según periodicidad marcada en la legislación vigente.

**Carga y transporte de material desde el frente de cantera mediante sistema pozo-túnel.** El material del frente de cantera se lleva hasta las instalaciones de trituración, mediante un sistema de transporte por gravedad mediante pozo-túnel que permite reducir la inmisión de polvo por tráfico de camiones dumper al margen de otras mejoras ambientales asociadas.

#### Emisión de ruido

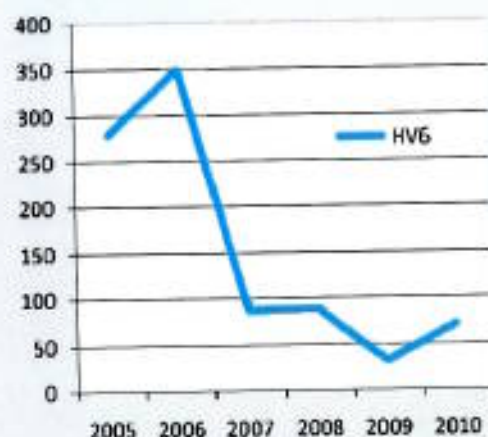
Si bien no existe un núcleo poblacional definido en las inmediaciones de la cantera, existen multitud de viviendas en el perímetro sobre las que se debe controlar la afección por el ruido externo generado en la explotación.

Con intención de reducir los valores de ruido en el entorno de cantera, se han realizado en cantera las siguientes actuaciones:

**Instalación de pantallas acústicas naturales en perímetro de cantera.** En el perímetro de cantera, en su parte inferior, donde linda con la carretera Bilbao-Vitoeia, que es la principal puerta de entrada al pueblo de Orozko, se han plantado especies arbóreas de alto porte para reducir el impacto del ruido generado por el tránsito de vehículos en la zona de clasificación y cargue de camiones.

**Cubrimiento de instalaciones de trituración abiertas en origen.** Al tratarse de una instalación antigua, Cantera Nafarrondo se encuentra con que alguna de las instalaciones de trituración, estaban abiertas en

**Evolución Sólidos en suspensión punto vertido HV6 (mg/l)**



**Fig. 4 Evolución anual de los sólidos en suspensión en un punto de vertido.**



**Fig.5 Carenado de instalaciones.**



**Fig. 6 Lavaruedas en cantera.**



**Fig. 7 Barreras acústicas naturales.**

**Area B**  
Acceso a los recursos.  
Medio ambiente y  
ordenación territorial.

su parte inferior provocando problemas de ruido ambiental. En los últimos años se han ido cerrando con medios propios en su totalidad estas instalaciones para lograr reducir los niveles de ruido en el entorno de la cantera.

La ejecución del pozo-túnel para el transporte de material arancado, sobre el que profundizaremos más adelante, ha reducido de manera importante la afección del ruido externo de la explotación, ya que reduce el tránsito de camiones dumper que transportan el material volado hasta la planta de trituración.

Para comprobar el grado de consecución de los objetivos propuestos para el ruido externo, se realizan mediciones semestrales en los puntos habitados más cercanos a la explotación.

#### Vibraciones en voladura

En la cantera de Orozko, el método de arranque de material es mediante perforación y voladura. Por ello, es muy importante controlar la afección en el entorno de las vibraciones y onda aérea generadas en cada voladura efectuada.

En las inmediaciones de la explotación, la declaración de Impacto Ambiental de la cantera, define dos puntos como estructuras de tipo

III, especialmente sensibles, en las que se deben registrar valores más restrictivos de vibración en voladura, que son la ermita de Murueta y la ferrería de Torrezar.

Para reducir en la medida de lo posible los valores medidos de vibración en voladura, Cantera Nafarrondo ejecuta voladuras aplicando las mejores técnicas disponibles conocidas para la reducción y control de las vibraciones y onda aérea producidas, tales como control de la carga operante mediante la secuenciación de las cargas, reducción del número de barrenos con detonadores instantáneos, selección de tiempos de retardo entre barrenos para evitar superposiciones de ondas, disminuir la presión del barreno con materiales inertes, emplear sobreperforaciones para obtener un buen arranque, disponer de los frentes con mayor superficie libre, creación de discontinuidades entre las estructuras a proteger y el macizo rocoso etc.

Se realizan muestreos de los resultados de vibración y onda aérea tras voladura, en once puntos distintos en el entorno de la cantera

#### Gestión de Residuos

Arribertí S.L para su centro Cantera Nafarrondo está inscrita en el Registro de Pequeños Productores de residuos peligrosos de la CAPV

### Evolución vibraciones estructuras tipo II

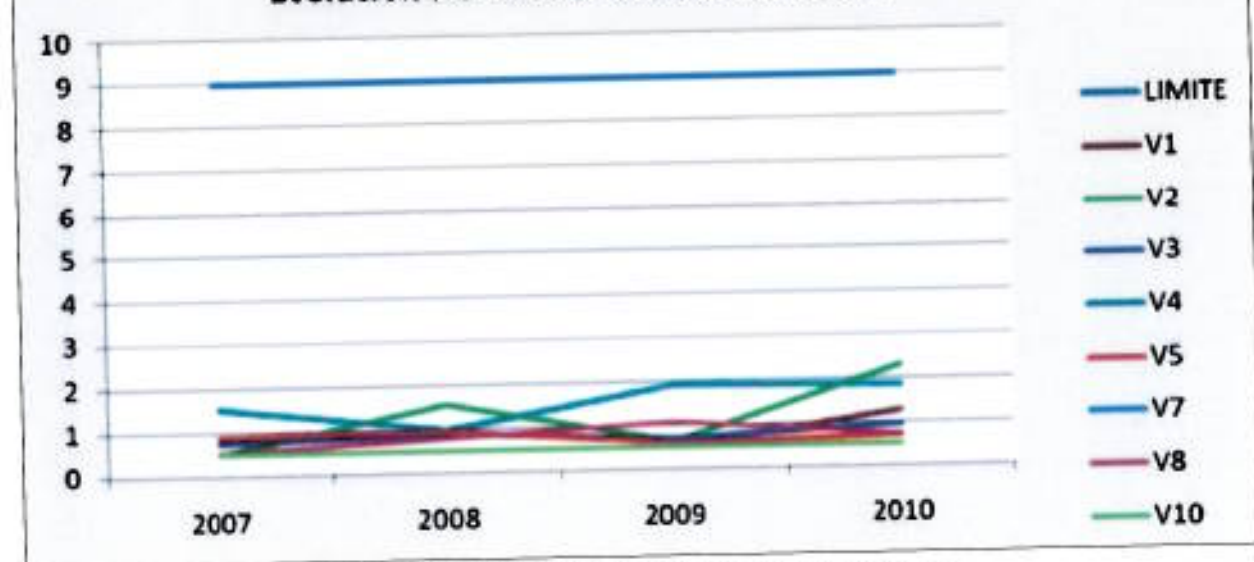


Fig. 8 Evolución de medida de vibraciones por voladura en estructuras tipo II.

### Evolución vibraciones estructuras tipo III

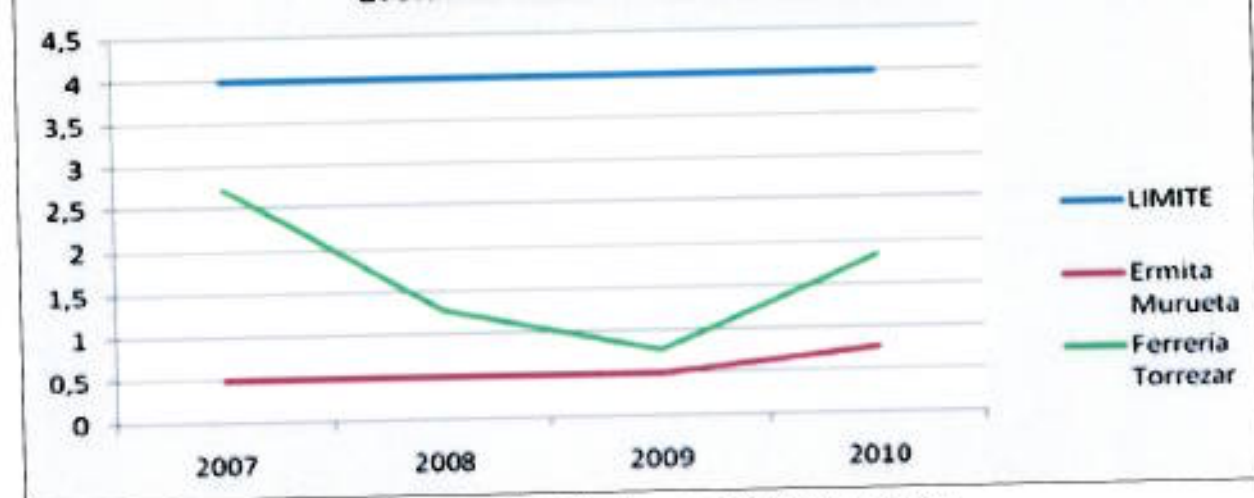


Fig. 9 Evolución de medida de vibraciones por voladura en estructuras tipo III.

y gestiona adecuadamente los residuos generados, tanto inertes como peligrosos, en sus instalaciones.

Se dispone de un punto de almacenamiento en cantera para el correcto almacenamiento y etiquetado de los residuos generados según legislación de aplicación.

### Restauración y minimización del impacto visual

La empresa dispone de un Plan de Restauración aprobado junto con el Proyecto de explotación con fecha de 10 de octubre de 1997. Se trata de un proyecto de restauración de tipo agrosilvopastoral, con plantación de especies autóctonas.

En todo momento, todas las actuaciones previstas para la restauración de cantera, conocidas y aprobadas por la dirección de industria y Minas, están soportadas por la empresa mediante unos avales bancarios. En la actualidad, la empresa tiene avalada una cantidad económica de 2.010.474,78 euros, superior incluso al coste previsto de las actuaciones pendientes tras realizar una actualización de precios.

Las principales actuaciones llevadas a cabo en materia de restauración en los últimos años:

- Aporte de estériles en mezcla con tierra en escombrera y bermas
- Reperfilado del terreno de las zonas adyacentes a la pista
- Aporte y extendido de tierra vegetal en la escombrera y bermas de cantera
- Plantación de planta de restauración en escombreras y bermas
- Plantación de trepadores
- Desbroce selectivo en zonas de dificultad media.
- Tratamiento químico para erradicación de dos especies invasoras (Fallopia Japonica y Cortaderia scollana)

Cantera Nafarrondo emplea los estériles producidos en el desmonte y explotación de la cantera como base para la posterior plantación y siembra en las zonas susceptibles de restauración (bermas, taludes etc).



Fig. 10 Restauración en Bermas.

### Sistema de explotación de cantera mediante pozo-túnel

El pozo-túnel de la cantera de Orozka se realiza En el año 2002 en base al Proyecto de mejora de la seguridad y corrección de impactos ambientales en el COTO MINERO NAFARRONDO (SISTEMA POZO-TUNEL), siendo el primer pozo-túnel realizado en el estado para aplicación en canteras.



Fig. 11 emboquille galería pozo túnel.

Este pozo cumple inicialmente con sus objetivos principales, que son:

1.- Aumentar la seguridad en los trabajos de explotación, eliminando operaciones de riesgo, en cumplimiento de lo exigido por la Directiva 92/104/CEE y el R.D. 1389/1997, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia seguridad y de salud de los trabajadores de las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas.

La orografía y geometría de la cantera hace imposible el acceso a los frentes de explotación a través de pistas externas, por lo que antiguamente se trabajaba por volteos de material que con el pozo túnel quedan eliminados.

2.- Eliminar las emisiones de polvo y ruido, reduciendo los impactos de la actividad.

Reducción importante de los valores de emisión polvo, al evitar la misma la inmisión de polvo producido por la rodadura de los vehículos desde el frente de la cantera hasta la instalación de trituración a través de las pistas de transporte y por volteos de materiales. La inmisión de polvo por el tránsito de vehículos rodados es una de las actividades que generan más cantidad de partículas en la evaluación de aspectos ambientales realizados en cualquier cantera.

Las mejoras ambientales producidas en este sentido en el Coto Minero Nafarrondo se pueden comprobar gráficamente con los siguientes datos obtenidos en los controles periódicos de inmisión que se han venido realizando en cantera.

La reducción de los valores de emisión de ruido se debe también a la reducción del tráfico de camiones por las pistas de transporte, y esta reducción va a afectar principalmente a aquellas viviendas situadas en la parte Oeste de la cantera, por donde transcurren las pistas de transporte de acceso al frente de trabajo.

El vertido de material de cantera por medio del sistema pozo-túnel no genera emisiones de ruido externo al ser amortiguado en el interior del macizo rucoso y actuar como una instalación cerrada.

3.- Generar un menor índice de finos, comparado con el volteo directo por el talud.

Lo que permite valorizar una explotación racional del yacimiento.

4.- Lograr un único punto de recogida del material en la plaza de cantera.

El evitar largos recorridos de transporte de material hasta la machacadora por medio de camiones, ha permitido a parte de mejorar las condiciones seguridad una importante disminución de los consumos de gasóleo, y asociado a ello una disminución en la emisión de CO<sub>2</sub>. A continuación se muestran los datos disponibles que evidencian estos ahorros; considerando que se empieza a trabajar con el sistema pozo túnel en el mes de octubre de 2002.

Area B  
Acceso a los recursos.  
Medio ambiente y  
ordenación territorial.

ÁREA  
**B**

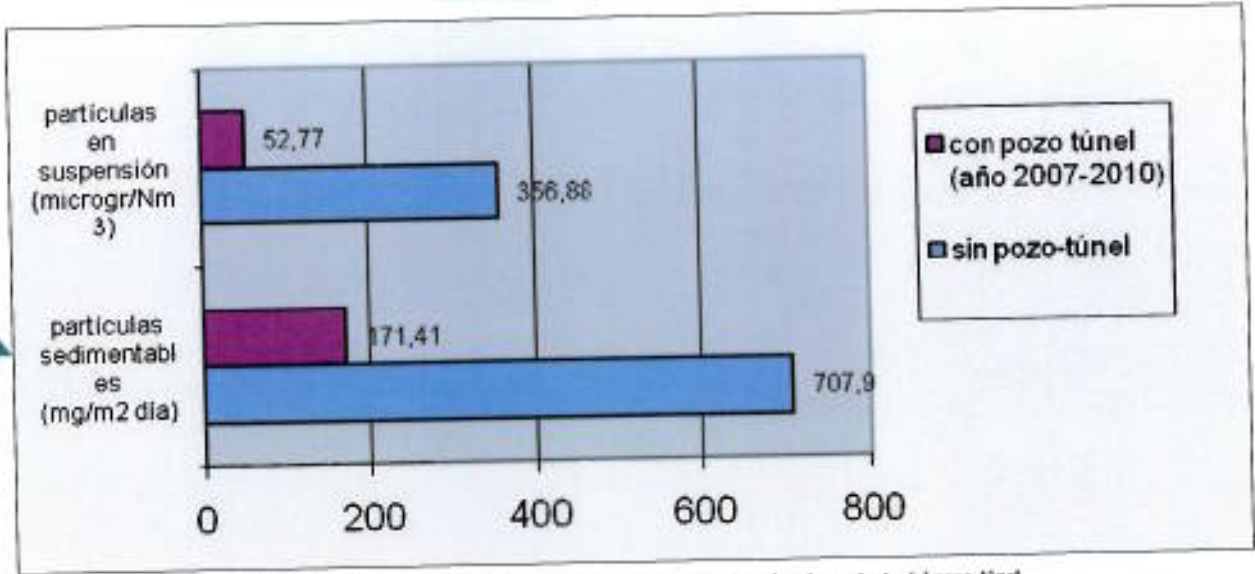


Fig 12. Reducción de partículas sedimentables con la puesta en funcionamiento del pozo-túnel.

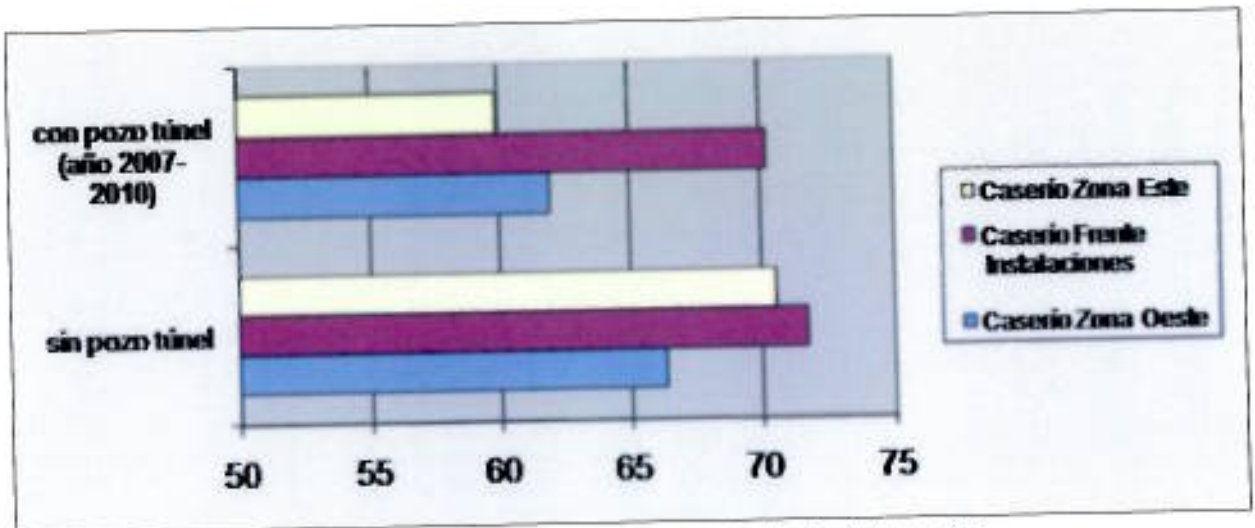


Fig 13. Reducción de niveles de ruido con la puesta en funcionamiento del pozo-túnel.

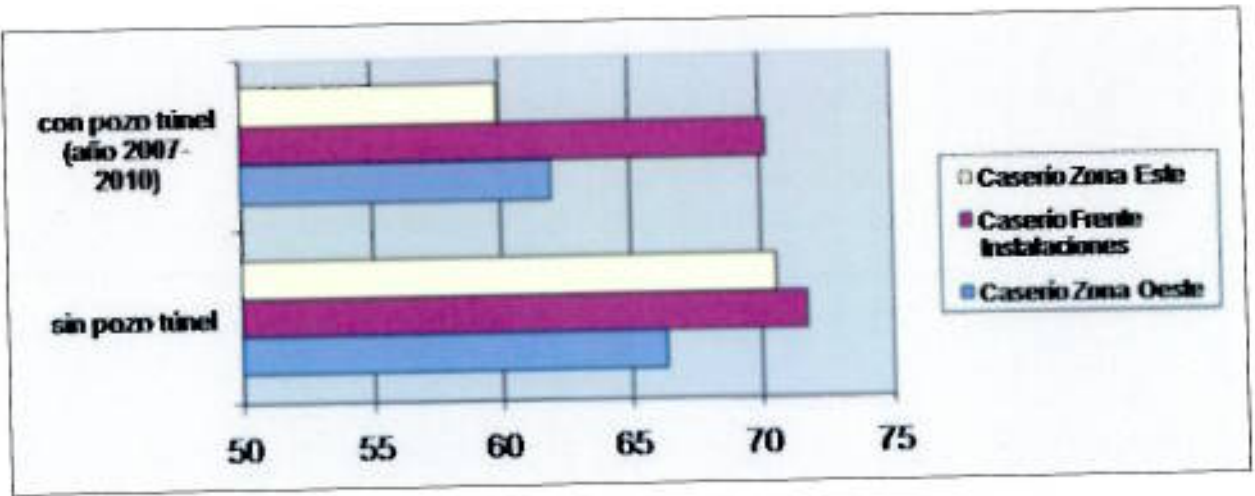


Fig 14. Reducción de niveles de ruido con la puesta en funcionamiento del pozo-túnel.



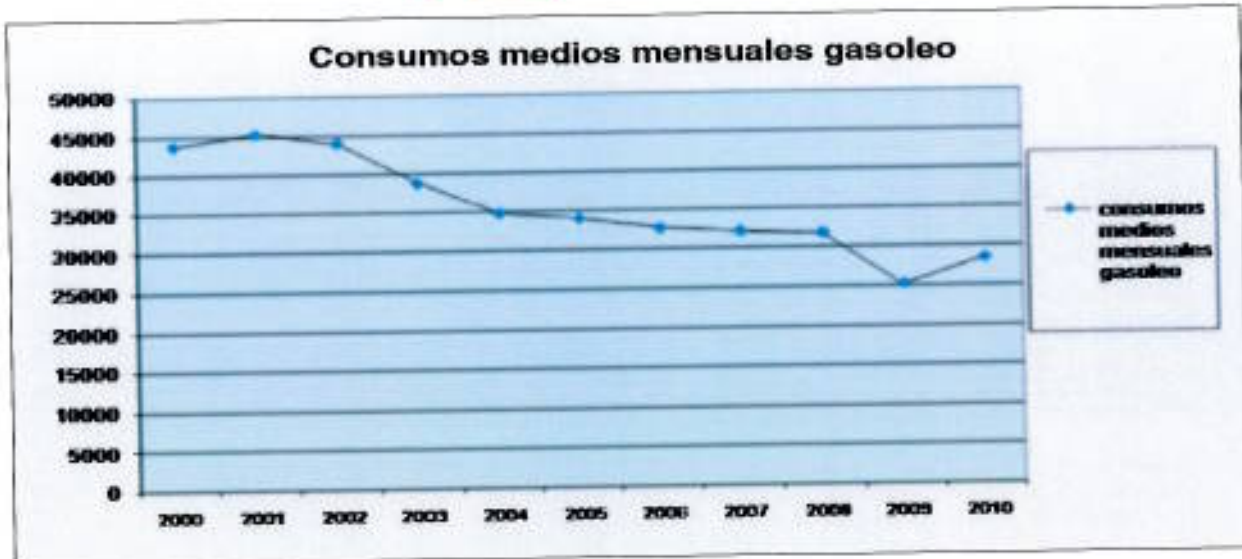


Fig 15. Reducción de consumos de Gasoil con la aplicación del pozo túnel.

5.- Lograr Explotación descendente en la que sólo hace falta disponer de un único banco de producción pendiente, a la vez, dejar completamente restaurados los bancos superiores terminados.

La construcción del pozo túnel fue subvencionada por la Viceconsejería de Medio Ambiente de Gobierno Vasco, dentro de la convocatoria de ayudas a empresas en materia de Medio Ambiente (Decreto 91/2002) según Orden de 12 de diciembre de 2002 del Consejero de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente.

Las aguas de escorrentía procedentes del sistema de pozo-túnel son dirigidas a una balsa de decantación separadas del resto de escorrentías de cantera, para asegurar su depuración antes de ser dirigidas a las balsas ubicadas en cotas inferiores.

#### Regularización de vertidos a cauce

En lo que se refiere a los vertidos de escorrentías al cauce del Río Altube, se han realizado desde la empresa diversas actuaciones que han contribuido a mejorar la calidad de los vertidos de aguas residuales de la instalación. Estas mejoras, han sido las siguientes:

Ampliación de la capacidad de la balsa de decantación final ubicada en la zona de silos

Separación de la balsa de decantación de la salida del túnel para diferenciar las escorrentías procedentes de las pistas de las procedentes del túnel y así mejorar la depuración.

Otra mejora para el vertido de aguas a cauce ha sido la sustitución de la ubicación de los fosos de mantenimiento de vehículos, instalándolos en la zona donde se guarda la maquinaria móvil y se almacenan residuos. Al ser una zona cubierta por tejavana, se pueden disponer de

fosos estancos, que no son afectados por el agua de lluvia, de manera que se evitan derrames a cauce o suelo desnudo y se puede gestionar de manera adecuada los posibles derrames. El hueco que queda en la ubicación actual de los fosos se puede aprovechar para ampliar la balsa de decantación. Aunque se puede gestionar el agua con aceite que se genere, desde el punto de vista ambiental, se consideró que era mejor no generar un impacto evitable.

#### Instalación de equipo de medición en continuo de inmisión de partículas PM10

En cumplimiento de los requisitos marcados en el apartado d.3.1 de la Resolución de 03 de noviembre de 1999, por la que se formula la Declaración de Impacto Ambiental de la explotación Coto Minero Nafarrondo; se tomó la decisión, consensuado con la Viceconsejería de Medio Ambiente, de instalar un equipo de captación de partículas PM10 en continuo con transmisión automática de datos en tiempo real a la Viceconsejería de Medio Ambiente.

Dicho equipo, siguiendo las indicaciones dadas desde la administración, se instaló en el punto habitado más cercano, situado a escasos 400 metros de las instalaciones de cantera.

Los valores de este equipo, llegan de manera automática al Gobierno Vasco, sin que se haya recibido ninguna comunicación desde dicha entidad, en referencia a posibles incumplimientos.

La instalación de este equipo, fue subvencionada en parte por la Viceconsejería de Medio Ambiente de Gobierno Vasco, según Orden de 30 de Diciembre de 2003 para la realización de inversiones destinadas a la protección del Medio Ambiente.



Fig16. Captador PM10 de partículas sedimentables.

## Restauración de la cantera de Apario

**Luis Manuel Gil Peña**

Ingeniero de Minas- Responsable de producción canteras zona Norte. Grupo Cementos Portland Valderrivas

**Pedro de Andrés Sáez**

Ingeniero de Minas- Gerente zona norte Hormigones y áridos. Grupo Cementos Portland Valderrivas

Área B  
Acceso a los recursos.  
Medio ambiente y  
ordenación territorial.

### RESUMEN

Situada a 15 km de Bilbao, en los términos municipales de Lemoa, Igoire y Bedia (Vizcaya), constituye un ejemplo singular de explotación de caliza ya que se están aplicando métodos innovadores de explotación con la combinación de una explotación a cielo abierto mediante sistema chimenea-galería y una explotación subterránea mediante el sistema de Sublevel stoping. La ventaja de este sistema, radica en la posibilidad de transportar grandes cantidades de mineral, salvando elevados desniveles y, además, prescindiendo de equipos móviles o cintas transportadoras.

Su uso, conlleva las ventajas de la eliminación de pistas de acarreo largas y de elevada pendiente en canteras situadas en zonas de difícil orografía, así como del impacto visual y medioambiental que conllevan.

También se eliminan las emisiones de polvo y CO<sub>2</sub> a la atmósfera ocasionadas por el tráfico de vehículos pesados de transporte y, fundamentalmente, permite una explotación descendente en la que sólo hace falta disponer de un único banco de producción pudiendo, a la vez, dejar completamente restaurados los bancos superiores terminados.

El proyecto de restauración ajustado a este nuevo proyecto de explotación, cumple con las mayores exigencias establecidas por las administraciones, siendo un referente de una explotación comprometida con el desarrollo sostenible. Como consecuencia de la juventud de la explotación y a los sustanciales cambios en el sistema de explotación tomados, la restauración, hasta el momento, se ha basado en la FASE I del plan de restauración actuando sobre la zona este de cantera donde se había desarrollado la explotación por banqueo descendente y volteos, y se ha iniciado la explotación por banqueo descendente con el sistema chimenea-galería en la zona oeste de cantera.

El cambio de proyecto de explotación en el año 2003, ha supuesto una revisión completa del plan de restauración de la cantera. En principio dicha restauración solo se aplica a las labores realizadas a cielo abierto ya que las reservas obtenidas de la explotación subterránea no son objeto de restauración, pudiendo destinar las infraestructuras subterráneas generadas a otros usos futuros.

Los objetivos que aborda el Proyecto de Restauración en ejecución pueden manifestarse como sigue:

- Integración paisajística de la infraestructura en el entorno.
- Recuperación de suelos deteriorados.
- Ocultación de vistas indeseables.
- Control erosión. Mejora del entorno.
- Recuperación de hábitats para la fauna.

Para la elección de las especies, los estudios se han basado en especies pertenecientes a la vegetación potencial de la zona, obtenidas del trabajo de campo y consulta bibliográfica, así como en la experiencia aportada por las restauraciones de otras canteras del grupo en la zona (Peña Lemona).

Todas las actuaciones medioambientales, y entre ellas la restauración, están controladas en base al Plan de Vigilancia Ambiental aprobado, documento vivo en continua revisión en base a las prescripciones que pueden ir surgiendo desde el punto de vista legal.

### INTRODUCCIÓN

La cantera Apario (ARCANORSA), que explota un yacimiento de roca caliza urgoniana, localizado a 15 km al Sureste de Bilbao, en los términos municipales de Lemoa, Igoire y Bedia (Vizcaya), constituye un ejemplo singular de explotación de caliza ya que se están aplicando métodos innovadores de explotación con la combinación de una explotación a cielo abierto mediante sistema chimenea-galería y una explotación subterránea mediante el sistema de Sublevel stoping.

La cantera de Apario tiene una capacidad de producción anual, en torno a 1 millón de toneladas. Los áridos calizos producidos son usados principalmente para la fabricación de mezclas bituminosas, hormigones, prefabricados, morteros, etc dentro de la construcción y obra civil, además de su uso como materia prima en la fabricación de cemento. Disponen de marcado CE. Debido a su excelente calidad son consumidos en las obras más emblemáticas del Bizkaia, donde gozan de reconocido prestigio por su calidad. A su vez la cantera está reconocida por AENOR en cuanto a sus buenas prácticas medioambientales, en seguridad y en calidad, con la posesión de los certificados ISO 14.001, ISO 9001, y OHSAS 18.001.

El yacimiento de Apario está constituido por una barra de calizas urgonianas (Cretácico inferior) de unos 120 a 150 m de potencia, que se dispone de forma casi vertical y siguiendo una dirección Este-Oeste, a lo largo de unos 2.500 m.

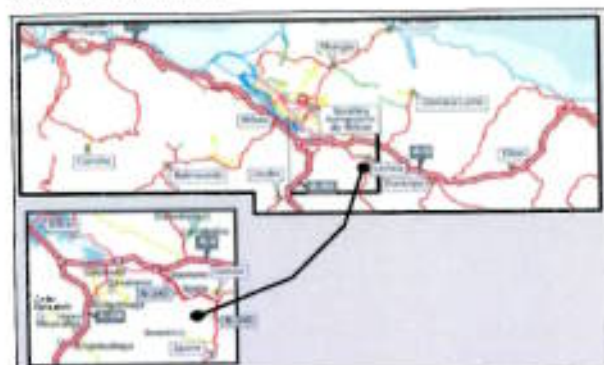


Fig1- situación de la cantera de Apario.

Esta barra de calizas conforma una alineación de cumbres, elongada según la dirección ONO-ESE y con una amplitud de relieve que va de los 100 msnm. En las actuales instalaciones de la cantera de Apario, hasta los 412 msnm que marca la peña de Apario.

### ASPECTOS DESTACADOS

En la cantera de Apario, se ha acometido un nuevo proyecto de explotación vanguardista e innovador que incluye un nuevo diseño de las labores a cielo abierto con transporte de mineral por gravedad mediante un conjunto de galería y chimenea y simultáneamente, aprovechando infraestructuras conjuntas, el desarrollo de una cantera subterránea de áridos calizos.

La ventaja de este simple sistema de funcionamiento, radica en la posibilidad de transportar grandes cantidades de mineral, salvando elevados desniveles y, además, prescindiendo de equipos móviles o cintas transportadoras.

Su uso en explotaciones a cielo abierto, además, conlleva las ventajas de la eliminación de pistas de acarreo largas y de elevada pendiente en canteras situadas en zonas de difícil orografía, así como del impacto visual y medioambiental que conllevan.

También se eliminan las emisiones de polvo y CO<sub>2</sub> a la atmósfera ocasionadas por el tráfico de vehículos pesados de transporte y, fundamentalmente, permite una explotación descendente en la que sólo hace falta disponer de un único banco de producción pudiendo, a la vez, dejar completamente restaurados los bancos superiores terminados.

El proyecto de restauración ajustado a este nuevo proyecto de explotación, cumple con las mayores exigencias establecidas por las administraciones, siendo un referente de una explotación comprometida con el desarrollo sostenible.

### MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

El proceso productivo con la nueva explotación a cielo abierto se desarrolla entre las cotas 412 y 215 y comienza con una voladura conven-

cional. Posteriormente, el mineral volado se carga y transporta mediante volquete horizontalmente a través de la berma de los propios bancos de la cantera hasta la boca superior del pozo (4,40 m de diámetro, 200 m de longitud y 72 grados de inclinación). El material vertido se transporta por gravedad en su interior, salvando una distancia en cota de 200 m. El ahorro de gasoil calculado al prescindir del transporte mediante volquetes en la cantera de Apario se ha cifrado en más de 150.000 litros al año.

Debajo del Raise Boring y dentro de la galería excavada, se encuentra un alimentador blindado de minería modelo KF-1500 de 150 kW, que extrae el material en la vertical del pozo y bajo el propio cono que forma el mismo. Este cono es accesible con pala cargadora en caso de atasco o avería en las instalaciones posteriores y, de esta manera, se prescinde de la necesidad del bypass en las instalaciones que cuentan con tolva primaria. Un detector de microondas asegura un nivel mínimo de material sobre el alimentador.

La voladura con bloques de hasta 1.500 mm, llega hasta una machacadora horizontal SB 1315 R de 305 kW, que tritura el material hasta un tamaño máximo de 250 mm transportable por cinta. El diseño innovador de la trituración primaria ha permitido eliminar la necesidad de excavación y sostenimiento de una gran cámara, de la tolva de recepción y prácticamente, de toda obra civil.

La extracción del mineral triturado se realiza por cinta hasta el exterior del túnel donde se realizará un pustrizado y ensilado automático con carga de camiones de los ficos de voladura, como materia prima para la fábrica de cemento. Por último, otra cinta se encarga del transporte de la fracción gruesa hasta el actual prestock, desde donde se alimenta a la instalación de molineta y clasificación existente.

Todas las cintas exteriores están capotadas y, además, la que alimenta al prestock con una longitud de 470 metros y un desnivel negativo de 60 m, genera más de 250.000 kWh de energía eléctrica anualmente, que será aprovechada en el resto de la instalación.

La explotación subterránea se desarrolla por el método de cámaras vacías entre cotas las 200 y 135, con cámaras transversales de 60 m de

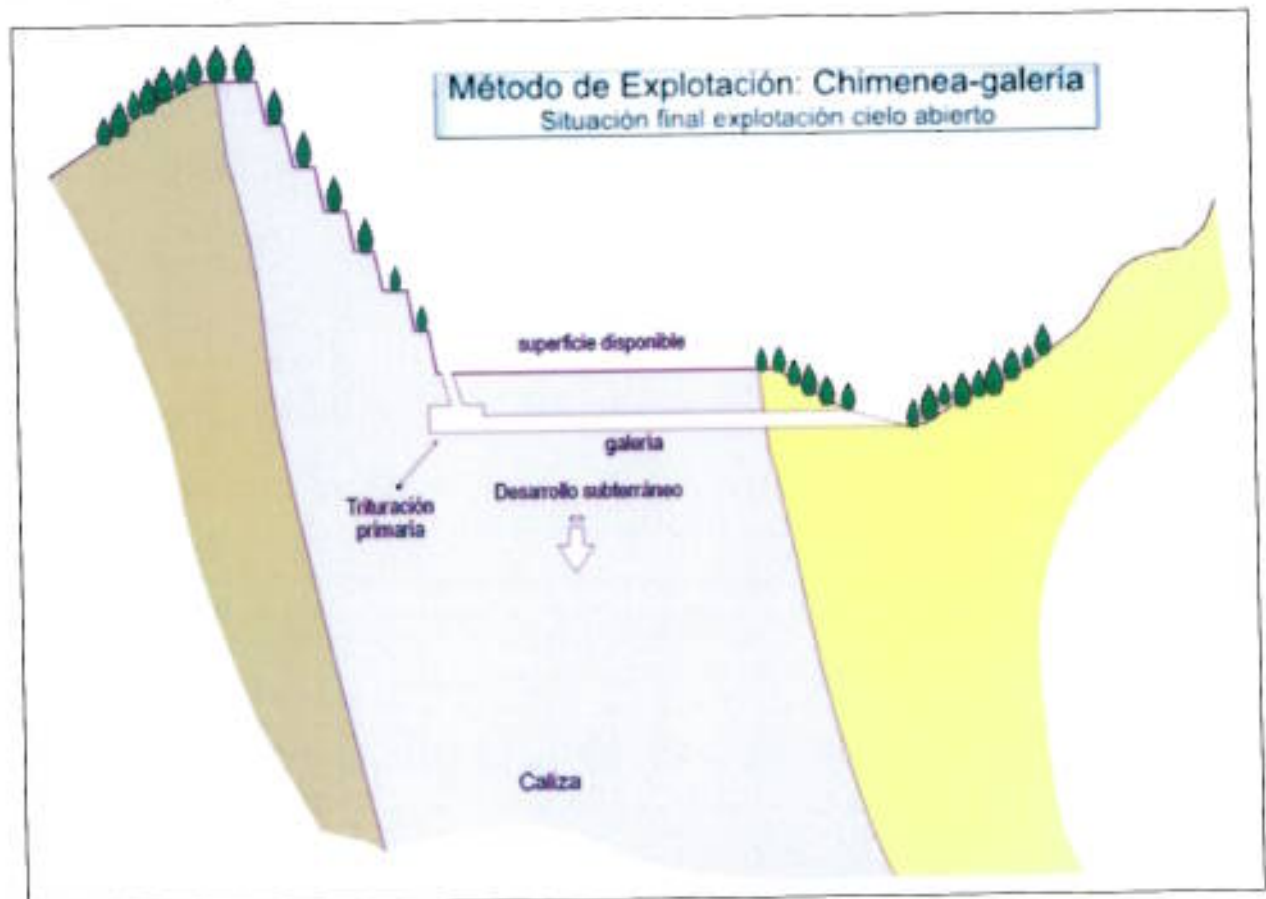


Fig2- Método de explotación con chimenea-galería.

altura y 23 metros de ancho, y pilares de 22 de ancho. La longitud de las cámaras es variable dependiendo de la potencia del yacimiento en cada punto siendo su longitud media 85 m. Las galerías de acceso, excavadas paralelas a la dirección de la capa emboquillan en los propios bancos de la cantera a cotas 195, 135 lo que evita la necesidad de construir rampas interiores de conexión entre los niveles y abarata considerablemente el costo de la infraestructura de acceso. Una vez realizadas las infraestructuras necesarias para el comienzo de la explotación, esta se inicia con la apertura de los bancos mediante pozos. Una vez abiertos, comienza el banqueo de producción en retirada hacia el acceso a las cámaras, con perforaciones verticales de 60 metros, realizadas por una moderna máquina de perforación tipo Simba (ATLAS COPCO). El material volado cae por gravedad hasta el nivel inferior de cota 135 de las infraestructuras subterráneas donde una pala de ruedas extrae el material y lo carga sobre dumpers; esta pala, única en España, tiene la característica de ser una pala convencional (VOLVO 220) modificada, a la cual se le ha añadido un sistema de control remoto, de tal forma que se puede hacer un aprovechamiento integral del material volado en las cámaras, sin necesidad de entrada de personal a las mismas.

El material es acarreado fuera de la mina a través de dumpers hasta las instalaciones de trituración primaria.

De la misma se encarga una machacadora de mandíbulas de simple efecto, modelo MS60 de 250 kW. A continuación se realiza un post-cribado al triturado primario del que se obtiene una fracción fina que sirve también como materia prima en la cercana fábrica de cemento de Lemona Industrial y que dispone de un sistema automático de carga sobre camión. El tamaño de corte de esta fracción se establece en función de las necesidades del proceso productivo de la fábrica.

La fracción gruesa del postcribado (procedente tanto de la explotación subterránea como de la del exterior) se almacena en un prestock de regulación que alimenta al molino impactor de eje horizontal, modelo TC 14 de 315 kW, que realiza la trituración secundaria. Posteriormente se realiza el cribado y ensilado automático de los áridos clasificados en 8 silos, que permiten la carga automática de los camiones que transportan del mineral al cliente final. La instalación cuenta además con un molino impactor de eje vertical, modelo Mag Impact 2400 de 320 kW que realiza la cominución terciaria de los tamaños no vendibles o que se deseen retritular.

La instalación posee cerramientos, aspiración mediante filtros de mangas, capotaje de bandas transportadoras y sistemas de supresión de polvo por vía húmeda así como cañones de niebla seca, que permiten minimizar en todo momento las emisiones de polvo de la misma.

Desde los silos se puede alimentar de manera continua a la planta de fabricación de hormigón, adyacente a la instalación de beneficio y, de manera discontinua mediante camión, a la planta de fabricación de morteros ubicada en las proximidades de las dos anteriores.

## ACTUACIONES

Debido a la juventud de la explotación y a los sustanciales cambios en el sistema de explotación tomados, la restauración hasta el momento se ha basado en la FASE I del plan de restauración.

Así, el abandono del frente de explotación en la zona este ha ido evolucionando desde los años 1997 hasta el año 2006 donde se inicia la explotación a cielo abierto por el sistema chimenea-galería. Las actuaciones realizadas consistieron en:

- Realización de hidrosiembras de tipo H1 en los taludes E0, T4, T5, T6 y en los pasillos C4, C5 y C6, y la realización de una plantación en la Zona D6.
- Aporte y extendido de estériles y tierra vegetal en: taludes T1, T2, T3 y T4, T5, T6 y parte del T7, pasillos de berma C1, C2, C3, C4, C5 y la correspondiente C6, así mismo en las zonas D1, D2 y D3.
- Hidrosiembras de tipo H2 en: taludes E0, E11, E21, E22, E3 y E4.
- Plantaciones de árboles de tamaño forestal en los taludes T1, T2 y T3, así como en las calles de berma C1, C2 y C3, en las zonas D1, D2, D3, D4 y en las zonas E2, E21, E3 y E4.
- Reperfilado e hidrosiembra de la zona D9, en la que se habían observado desprendimientos y que presentaba un elevado grado de inestabilidad.

- Labores de mantenimiento como reparación y refuerzo de los cierres de las plantaciones y ocasionalmente el desalojo del ganado que había entrado en las zonas plantadas.
- Cerramiento de malla galvanizada en zonas plantadas.
- Hidrosiembras de tipo H1 de las zonas de accesos de la cantera y de tipo H2 en las zonas de acceso de la cantera y en los taludes inicio de bermas.
- Plantaciones de árboles a base de planta de tamaño forestal ejecutadas en los taludes T4 y T5 y en los accesos de cantera.
- Plantación con trepadoras, con planta mediana y con planta ornamental en los accesos de la cantera.
- Hidrosiembras de tipo H1 sobre el talud T6.
- Se han realizado un mantenimiento (siegas y desbroces) de todas las actuaciones realizadas.



Fig3- Cantera de Apario en 1997-2006.

Durante el año 2008-2011 las labores ejecutadas fueron:

- Aporte y extendido de estériles y tierra vegetal en C8.
- Aplicación de hidrosiembras de tipo H1 en los pasillos de las bermas C7, C8 y C9. También se realizaron hidrosiembras H2 en los taludes de la escoblera.
- Plantación con frondosas del pasillo de berma C6, C7, C8 y C9.
- Se modificó la ubicación del buzón de montaña del monte Apario.
- Se instalaron ahuyentadores de cabras.
- Se realizó un mantenimiento de todas las actuaciones realizadas.
- Estabilización mediante pequeños kramer de un talud de la pista de acceso.
- Hidrosiembra en las bermas B215, B195 y B175.
- Plantaciones en la berma B215.
- Aporte y extendido de estériles y tierra vegetal en parte de las bermas 95, B175 y B155.
- Desbroce de áreas restauradas en años anteriores.
- Aporte y extendido de estériles y tierra vegetal en la parte final de la berma.
- 75 y en la berma B395.
- hidrosiembras de tipo H1 en las bermas B175 y B395, y en parte de la berma B155 y B195.
- Plantación de las bermas B215 y B195.
- mantenimiento de todas las actuaciones realizadas.
- actuación sobre los ejemplares de Cortaderia presentes en la cantera.



Fig 4- cantera de Apario en 2011- Zonas restauradas y en explotación.

### OBJETIVOS Y MÉTODOS

El cambio de proyecto de explotación en el año 2003 supuso una revisión completa del plan de restauración de la cantera. En principio dicha restauración solo se aplica a las labores realizadas a cielo abierto.

En términos concretos, los objetivos que aborda el Proyecto de Restauración pueden manifestarse como sigue:

- Integración paisajística de la infraestructura en el entorno.
- Recuperación de suelos deteriorados durante la actividad.
- Ocultación de vistas indeseables.
- Control de la erosión. Mejora del entorno.
- Recuperación de hábitats para la fauna.

### Descripción del método de restauración

Las actuaciones se realizaron en 7 fases diferentes, de forma integrada con la extracción del material, esto es, según se inicie la explotación de un banco se restaura a su vez el talud residual existente entre este banco y el superior.

La zonificación según las fases prevista para las labores de revegetación es la siguiente:

**FASE I:** Se realizan labores en las bermas 375, 375.2, 375.3, y 355 y sobre los frentes de banco 355, plataforma 135 y frente de banco 135F1.

**FASE II:** en esta fase se abordan los trabajos de revegetación en las bermas 335, 315F2 y en los frentes de banco 335.1, 335.2, 315F2

**FASE III:** las actividades de restauración de esta fase corresponden a las bermas 315F3, 295.1, 295.2 y los frentes de banco 315F3, 295.1 y 295.2

**FASE IV:** En esta fase se revegetan las bermas 275.1 y 275.2 y los frentes de banco 275.1 y 275.2

**FASE V:** En esta fase se revegetan las bermas 255.1 y 255.2 y los frentes de banco 255.1 y 255.2, así como el tramo de camino de acceso C1.

**FASE VI:** en esta fase se regeneran las bermas 235.1, 235.2, los frentes 235.1 y 235.2, así como la plataforma P235 y talud T1.

**FASE VII:** en esta última fase de revegetación se realizan labores sobre las plataformas 215.1, 215.2, 215.3, 135F7, P140, P1 y P2 y en

los frentes 215.2, 215.3, 135F7, los taludes T2, T3 y T4, así como la restauración de caminos.

La restauración de las bermas se ejecuta de forma simultánea a las labores de explotación que configura la morfología de las mismas. El método de explotación prevé la voladura de banco final en tramos de 20 m máximo antes de lo cual y aprovechando la plataforma se realiza una restauración del tramo de berna correspondiente mediante el aporte de estériles para la formación de núcleo de relleno, y una capa final de 30 cm de sustrato de plantación formado por tierra vegetal. Se hidrosiembra y se planta con un marco denso y a base de especies autóctonas combinadas con coníferas forestales, con mayor crecimiento inmediato y de hoja perenne. En la cabecera del relleno se deja una contrapendiente de 2 m de ancho para retención de elementos que puedan caer, a pesar de dejar los taludes residuales totalmente precortados.

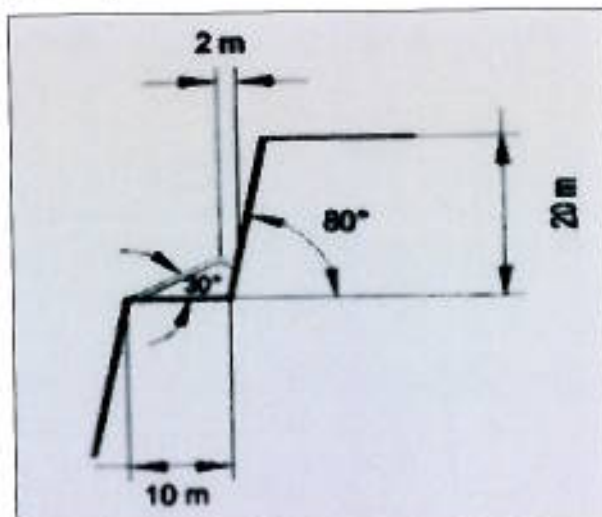


Fig5- Esquema del perfil de relleno de los bancos en la cantera de Apario.

En Los frentes, debido a su acusada pendiente, su desfavorable constitución y altura (aunque reducida por el relleno de berma), no se puede revegetar, por lo que se refuerza la plantación en la base mediante alineaciones de plantas trepadoras que vayan colonizando al pared de ahajo hacia arriba.

En las plataformas esta previsto la realización de un subsolado de 0.4 m para su descompactación, aportándose a continuación una capa de 0.4 m de estériles propios de cantera, para posteriormente extender tierra vegetal. A continuación se plantaran especies que permitan la restauración de varios ecosistemas potenciales del entorno, como por ejemplo el grupo de bosque mixto, cuya función será la de regenerar una de las unidades de vegetación potencial con mayor representa-

ción en la zona, y el otro se trata del grupo de la campiña atlántica, destinada a zonas más abiertas y situación típica más adecuada para este tipo de ecosistema.

Los caminos de acceso se restauran conforme si finalicen la explotación de las bermas a las que dan acceso. En todo caso, siempre se conserva un paso de 3 metros de ancho como acceso a mantenimiento y quedara disponible para garantizar el acceso a todos los puntos en los que se lleven acabo trabajos de restauración, manteniéndose el paso a las explotaciones forestales y de prados de las partes altas del monte. Para su restauración se aporta una capa de 0.4 m de estériles y posteriormente tierra vegetal, plantando a continuación cupulíferas y hidrosiembra.

**Área B**  
Acceso a los recursos,  
Medio ambiente y  
ordenación territorial.

Fig6- Cantera de Apario en 1997.



Fig7- Cantera de Apario en 2006.

### ELECCIÓN DE LAS ESPECIES

Para la elección de las especies, los estudios se han basado en especies pertenecientes a la vegetación potencial de la zona, obtenidas del trabajo de campo y consulta bibliográfica.

Otros de los condicionantes que se han tenido en cuenta es la rusticidad de las distintas especies, necesaria en aquellas zonas en las que las condiciones de dureza son importantes.

### Hidrosiembras

Las siembras se han planteado de dos tipos, el H1 destinada a zonas con problemas d erosión reducidos y sustrato bueno. La otra hidrosiembra es la denominada H2, en la cual se utilizan mayores cantidades por metro cuadrado de los distintos componentes, dado que, van destinadas a zonas de peor sustrato donde el lavado que se prevé es mayor.

### Plantaciones

En la elección de las especies y el tamaño de la planta han primado criterios naturalístico-paisajísticos así como las condicionantes derivados de la funcionalidad.

### Plantación mixta de frondosas autóctonas + coníferas forestales

Plantación mediante frondosas autóctonas de 60 a 250 cm, salpicado de coníferas forestales, de 40 a 60 cm. De esta manera se pretende reforzar la plantación de frondosas con diversas coníferas cuya función es meramente acompañante, sobre todo durante las primeras fases de la implantación vegetal.

Se diferencia la composición en especies para las bermas orientadas con componente norte respecto a las de componente sur, con el fin de ajustar idóneamente el factor de estación ecológica.

La composición para la orientación sur es: 20% quercus robur, 10% quercus ilex, 10% Prunus avium, 20% Betula alba, 10% Fraxinus

excelsior, 15% Pinus radiata, 5% pinus nigra, 10% salix atrocinera, con una densidad de 1 planta cada 4m<sup>2</sup>.

La composición para la orientación norte es: 25% quercus robur, 5% Prunus avium, 20% Alnus glutinosa, 20% Fraxinus excelsior, 15% Pinus radiata, 5% pinus nigra, 10% salix atrocinera, con una densidad de 1 planta cada 4m<sup>2</sup>.

### Plantación de bosque mixto

Es una plantación forestal tipo ecosistema de bosque mixto a base de planta de 80- 150 cm, su composición es 40% quercus robur, 25% Betula alba, 25% Fraxinus excelsior, 11% laurus nobilis, con una densidad de 1 planta cada 6,25 m<sup>2</sup>.

### Plantación de campiña atlántica

Es una plantación forestal tipo ecosistema de campiña atlántica a base de planta de 200- 250 cm, su composición es 30% quercus robur, con una densidad de 1 planta cada 6,25 m<sup>2</sup>.

### Plantación de cupilíferas

Es una plantación de frondosas autóctonas salpicadas de abedules, sauces, castaños... a base de planta de 100- 150 cm, su composición es 45% quercus robur, 25% Quercus ilex, 10% Quercus rubra, 15% ,10% Betula alba, 4% de fraxinus excelsior, 2% Salix alba, 2% salix atrocinera, 25 Castanea sativa, con una densidad de 1 planta cada 9 m<sup>2</sup>.

### Trepadoras

En base y cabecera de frentes rocosas, se planta 75% de Hedera helix y 25% parthenocissus tricuspidata.

Todas las plantaciones irán protegidas por cerramientos, tutores y acolchantes, al objeto de minimizar las mareas y que el mantenimiento sea menos oneroso.



Fig8- Plantaciones e hidrosiembras en un banco de la cantera de Aparío.

## PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental de la cantera de Apario es un documento vivo, en continua revisión en base a las prescripciones que pueden ir surgiendo desde el punto de vista legal. Se centra en el cumplimiento de las medidas preventivas y de control tanto en la fase de operación como en la restauración y está relacionado con el control ambiental de los principales elementos del medio afectados (agua, atmósfera, suelo y paisaje), el seguimiento de las prácticas restauradoras, para analizar y controlar el rendimiento de los materiales (vegetales o no) y de las técnicas empleadas en la restauración. También se contempla el control en fase de abandono de las instalaciones y el área de explotación en la forma especificada (dismantelamiento de infraestructuras, restauración final, etc.).

Los objetivos fundamentales los siguientes:

- Controlar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras previstas en la fase de explotación y restauración
- Comprobar que los impactos producidos por la explotación no exceden de los previstos. Cuantificar la incidencia sobre el entorno y optimizar y corregir las medidas preventivas y correctoras propuestas.
- Detectar si se producen otros impactos, no considerados en el estudio o sobre elementos ambientales nuevos a tener en cuenta, y poner en marcha las medidas correctoras oportunas.
- Reflejar la situación del proyecto respecto a los límites y niveles de referencia establecidos por la legislación medioambiental aplicable.
- Verificar la correcta ejecución del proyecto de restauración.
- Cumplir los estándares de calidad de todos los materiales empleados en la restauración y definidos en el proyecto de restauración.
- Analizar la evolución de las superficies restauradas y, en caso de observarse resultados negativos, investigar las causas para poder establecer las medidas necesarias a adoptar.
- Proporcionar información acerca de la metodología de evaluación empleada, así como de la calidad y oportunidad de las medidas correctoras adoptadas.

Los aspectos fundamentales a vigilar son:

- Vigilancia de los aspectos ambientales del Proyecto.
- Calidad de las aguas superficiales y subterráneas.
- Control de consumos.
- Calidad atmosférica. Polvo y ruido.
- Control de vibraciones y onda aérea generados por las voladuras.
- Afecciones al medio biótico y paisajístico. Vegetación, fauna, paisaje.
- Control de las labores de restauración.
- Gestión de residuos.

## DIFICULTADES TÉCNICAS ENCONTRADAS

Hasta la actualidad las mayores dificultades técnicas encontradas han sido dos:



Fig 9- Cortaderia Seollana. Gramínea exótica invasora en tratamiento en Cantera de Apario.

1.- Animales domésticos incontrolados; ello ha supuesto que muchas de las plantaciones realizadas se hayan visto afectadas, por lo que ha sido necesario buscar alternativas que nos han permitido asegurar la viabilidad de las plantaciones. Para ello se han realizado reposiciones de marras, así como refuerzo de los vallados proyectados, utilización de protectores en todos los árboles plantados y la implantación de equipos no dañinos para la fauna de ahuyentación.

2.- Presencia de Cortaderia Seollana. La cortaderia seollana gramínea exótica conocida con diferentes nombres comunes como cortadera, hierba de la pampa o plumeros, es una especie invasora de la cual en un estudio publicado en 2006 por el Instituto de Estudios Territoriales de Bizkaia sobre esta especie estima en 134 Ha la superficie afectada con un censo de 134.000 ejemplares distribuidos en 1.336 localizaciones. En el caso de la cantera de Apario existen ejemplares dispersos, y al objeto de evitar su proliferación se ha comenzado una campaña de eliminación de la misma, basada en medios mecánicos y lucha por medios químicos no dañinos al medioambiente, con una Aplicación individualizada para cada planta.





Fig11- Cantera de Apario en el año 2011. Se pueden observar con claridad los bancos restaurados en fase final, así como las zonas en explotación en la parte inferior centro y derecha.

## Restauración de la Cantera Peña Lemona

**Luis Manuel Gil Peña**

Ingeniero de Minas- Responsable de producción canteras zona Norte. Grupo Cementos Portland Valderrivas

**Pedro de Andrés Sáez**

Ingeniero de Minas- Gerente zona Norte Hormigones y Áridos. Grupo Cementos Portland Valderrivas

2º Premio Restauración categoría cantera-Premios FDA de Desarrollo Sostenible 2012

### RESUMEN

La cantera de Peña Lemona se sitúa en el término municipal de Lemona (Vizcaya) y ha abastecido de mineral calizo a la fábrica de Cemento de CEMENTOS LEMONA (Grupo Cementos Portland Valderrivas), desde los años veinte hasta 1.993, momento en que se inician los trabajos de restauración contemplados en el proyecto de restauración aprobado en 1.992.

En el año 2006 se dieron por concluidos los trabajos de restauración habiéndose llevado a cabo un continuo trabajo de mantenimiento, control y refuerzo de las hidrosiembras y plantaciones.

El Servicio de Minas del Departamento de Industria del Gobierno Vasco consideró, a la finalización de esta etapa, que los objetivos planteados en el "Proyecto de Restauración Paisajística de la Plaza de Cantera y Bermas de la Cantera Peña Lemona" y en el "Proyecto de Restauración Paisajística del Acceso a la Cantera Peña Lemona" se habían alcanzado satisfactoria y sobradamente.

En esta fase se inició un programa orientado a la reinserción de los terrenos de la cantera en su entorno, integrando el área en los planes urbanísticos del Ayuntamiento que contemplan en esa parte del municipio el desarrollo de una zona residencial y de esparcimiento que limitará con terrenos forestales. Así, la restauración de la cantera de Peña Lemona constituye un ejemplo muy interesante de compaginación de los intereses de las diferentes administraciones: autoridad minera, medioambiental y municipal y de la promoción y aprovechamiento del valor minero.

En este contexto, la empresa desarrolló el proyecto de relleno de la parte inferior de la cantera, zona de corta, con tierras naturales de excavación y la integración medioambiental final de la antigua cantera de Peña Lemona.

Con el diseño de este proyecto y de su plan de viabilidad se obtuvo la autorización de relleno por parte del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco a la vez que se mantiene la titularidad minera y se dispone de la autorización del Servicio de Minas para el desarrollo de los trabajos de relleno. Para esta compaginación de la actividad de gestión de inertes en un espacio minero, se ha actualizado el Plan de Restauración para la nueva situación derivada del proyecto de relleno.

El proyecto de relleno de la cantera de Peña Lemona ha sido considerado por IHOBE como prototipo y representante de una tipología de explotación a cielo abierto con una parte superior en ladera y otra parte inferior en corta. Se ha utilizado en la realización de la "Guía Técnica para el relleno de canteras con materiales naturales de excavación" en el desarrollo sectorial de la Ley 1/2005 para la prevención y corrección de la contaminación del suelo, del País Vasco.

### INTRODUCCIÓN

La cantera de Peña Lemona se sitúa en el término municipal de Lemona (Vizcaya) y ha abastecido de material Calizo a la fábrica de Cemento de CEMENTOS LEMONA (Grupo Cementos Portland Valderrivas), desde los años veinte hasta 1.993, momento en que se inician los trabajos de restauración contemplados en el proyecto de restauración aprobado en 1.992, por el cual se planteó la remodelación del hueco de la cantera y la posterior revegetación de la zona actuando sobre los siguientes aspectos:

- Disminución de ángulos de talud finales.
- Remodelación de taludes y bermas con aporte de tierras para revegetación.
- Revegetación con la implantación de especies propias y de crecimiento rápido.

Los trabajos de remodelación se acabaron en 1.998, y los de aporte de tierra vegetal, hidrosiembra y plantación dieron comienzo en 1.996, siendo colocada en 1.997 una red de riego necesaria para el mantenimiento de las plantaciones. En el mismo año se acabaron las demoliciones de las instalaciones existentes y se desmanteló la maquinaria.

En el año 2006 se dieron por concluidos los trabajos de restauración habiéndose llevado a cabo un continuo trabajo de mantenimiento, control y refuerzo de las hidrosiembras y plantaciones.

El Servicio de Minas del Departamento de Industria del Gobierno Vasco consideró, a la finalización de esta etapa, que los objetivos planteados en el "Proyecto de Restauración Paisajística de la Plaza de Cantera y Bermas de la Cantera Peña Lemona" y en el "Proyecto de Restauración Paisajística del Acceso a la Cantera Peña Lemona" se habían alcanzados satisfactoria y sobradamente.

En esta fase se inició un programa orientado a la reinserción de los terrenos de la cantera en su entorno, integrando el área en los planes urbanísticos del Ayuntamiento que contemplan en esa parte

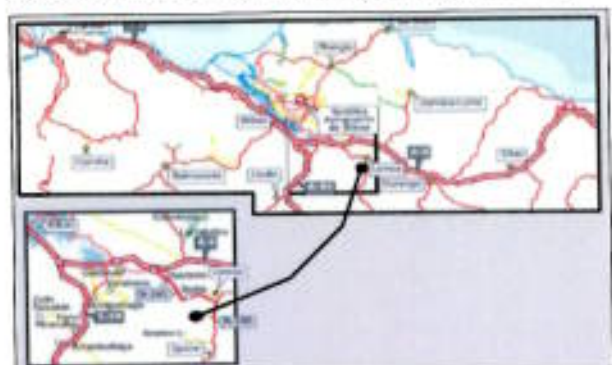


Fig.1 Situación de la cantera Peña Lemona.

ÁREA

**B**



Fig.2 Estado bermas y plaza de cantera en 1996 y después de restauración año 2006.



Fig 3- Vista general de la cantera desde el municipio de Iteza.

del municipio el desarrollo de una zona residencial y de esparcimiento que limitará con terrenos forestales. Así, la restauración de la cantera de Peña Lemona constituye un ejemplo muy interesante de compaginación de los intereses de las diferentes administraciones: autoridad minera, medioambiental y municipal y de la promoción y aprovechamiento del valor minero.

En este contexto LEMONA INDUSTRIAL, S.A. desarrolló el proyecto de relleno de la parte inferior de la cantera, zona de corta, con tierras naturales de excavación y la integración medioambiental final de la antigua cantera de Peña Lemona.

Con el diseño de este proyecto y de su plan de viabilidad se obtuvo la autorización de relleno por parte del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco a la vez que se mantiene la titularidad minera y se dispone de la autorización del Servicio de Minas para el desarrollo de los trabajos de relleno. Para esta compaginación de la actividad de gestión de inertes en un espacio minero, se ha actualizado el Plan de Restauración para la nueva situación derivada del proyecto de relleno.

El proyecto de relleno de la cantera de Peña Lemona ha sido considerado por IHOBE como prototipo y representante de una tipología de explotación a cielo abierto con una parte superior en ladera y otra parte inferior en corta. Se ha utilizado en la realización de la "Guía Técnica para el relleno de canteras con materiales naturales de excavación" en el desarrollo sectorial de la Ley 1/2005 para la prevención y corrección de la contaminación del suelo, del País Vasco.

La actualización del plan de restauración ha implicado la integración de la restauración de la zona de corta a la futura superficie de cierre del relleno que será revegetada al finalizar el mismo. También la generación de suelo para diferentes usos que tendrá la zona del relleno ha implicado el estudio de estabilidad de taludes, estudio de caída de cañas y diseño de un caballón para la puesta en seguridad de los terrenos.

## ASPECTOS DESTACADOS

El desarrollo de la restauración de la cantera de Peña Lemona ha constituido un éxito en los siguientes aspectos:

- 1.- Desarrollo técnico de la puesta en seguridad y de la revegetación de la cantera desde la etapa final de la explotación
- 2.- Satisfacción de las administraciones:
  - Minera: que considera la restauración llevada a cabo técnicamente excepcional
  - Medioambiental: que ha incorporado el proyecto de relleno como prototipo para el relleno de canteras

- Municipal: Supone un ejemplo interesante de regeneración de espacios mineros en zonas periurbana
- 3.- Iniciativa de Lemona Industrial en la promoción y coordinación de los diferentes intereses de las administraciones
- 4.- Optimización de la "cadena de valor", desde la titularidad y actividad minera hasta actividades complementarias y generación final de suelo, manteniendo la titularidad minera de la concesión.

## MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

La cantera Peña Lemona en una explotación antigua, abandonada en el año 1.996 y se ejecuto por explotación a cielo abierto mediante banco ascendente y volteo de material a plaza de cantera.

El material se arrancaba mediante grandes voladuras, y posteriormente era volteado por palas retroexcavadoras hasta plaza de cantera, donde se cargaba a dumpers mediante palas cargadoras de ruedas y se transportaba hasta las instalaciones de trituración y clasificación.

El producto final clasificado era transportado por camiones desde la cantera hasta el consumidor final, la fábrica de cemento de CEMENTOS LEMONA.

## ACTUACIONES

Durante el periodo comprendido entre el año 1996 y 2006 se han ejecutado las labores de restauración de la cantera Peña Lemona de acuerdo con los documentos "Proyecto de restauración Paisajística de la plaza de cantera y bermas de la cantera Peña Lemona" y "Proyecto de restauración paisajística del acceso a la cantera Peña Lemona".

El desarrollo cronológico de las actuaciones en el tiempo es el siguiente:

- En 1996 se iniciaron las obras de restauración de la cantera de Peña Lemona
- Desde 1996 hasta 2001 se fueron restaurando las bermas 255,232,210,190 y parte de las 123 y 155. Se realiza el tratamiento con aporte orgánico mediante fangos, se estabilizaron laderas, se acondicionaron los accesos y se restauraron las bermas anteriormente citadas.
- En 2003 las principales labores que se realizaron fueron las de mantenimiento, consistentes en riegos, siegas, tratamientos fitosanitarios, labores de binado, abonado, roza y mantenimiento de cierre perimetral.
- En 2004 se restauraron las bermas y frentes restantes hasta la cota perimetral de la plaza de cantera (103), para lo cual se realizó el aporte y extendido de estériles y tierras vegetales en parte de las bermas 155 y 123, con su correspondiente hidrosiembra y plantación. Debido a



Fig 4- Vista general de la cantera con proyecto final de restauración de vaso de cantera tras el relleno.

que que la recuperación de las bermas superiores estaba teniendo dificultades debido a la erosionabilidad e inestabilidad de las margas superiores, se optó por realizar un descabezado de dichas margas, de cara a su utilización como material de relleno de las bermas inferiores. También se realizaron siembras y plantaciones de las bermas superiores del sector oriental (232, 210, 188).

- En 2005 se realizó el aporte y extendido de estériles y tierras vegetales en la zona que quedaba pendiente de restaurar de las bermas 155 y 123 y se realizaron hidrosiembras y plantaciones en zonas viables. Asimismo se llevó a cabo el mantenimiento de todas las zonas restauradas previamente.
- En 2006 se realizaron labores de mantenimiento y plantación, previo saneo de la zona alta. Se repasó toda la pista de acceso y se acondicionó la entrada a la berna 214. También se realizaron hidrosiembras y plantaciones en aquellas zonas en que era necesario un refuerzo.

Mediante la consecución del conjunto de actuaciones señaladas los objetivos planteados en el "Proyecto de restauración paisajística de la plaza de cantera y bermas de la cantera Peña Lemona" y "Proyecto de restauración paisajística del acceso a la cantera Peña Lemona" se ha alcanzado satisfactoriamente.

### OBJETIVOS Y MÉTODOS

Los objetivos y métodos de restauración se especifican en el proyecto de restauración aprobado en 1.992, por el cual se planteó la remodelación del hueco de la cantera y la posterior revegetación de la zona actuando sobre los siguientes aspectos:

- Disminución de ángulos de talud finales.
- Remodelación de taludes y bermas con aporte de tierras para revegetación.
- Revegetación con la implantación de especies propias y de crecimiento rápido.

### Descripción del método de restauración

A la hora de abordar la recuperación de un entorno más o menos natural resulta importante acometer la restauración de los ecosistemas degradados manteniendo una perspectiva ecológica.

Para el caso de Peña Lemona el método de restauración se ha basado en una regeneración de los ecosistemas naturales.

Así la restauración de bermas, previo precorte final de bancos, se ha realizado con aporte de estériles para la formación de un núcleo de relleno en los pies de banco (con una anchura de 5 m y un ángulo de talud máximo de 30°). Sobre toda la superficie, se extendió una capa de sustrato de 30 cm formado por tierra vegetal, se hidrosiembra y se plantó. En las cabeceras de relleno se dejaron unas contrapendientes de 1,5 m de ancho para retención de cualquier material que pueda caer.

Las plantaciones se realizaron con un marco denso y a base de especies autóctonas combinadas con coníferas forestales (provisionales para apantallamientos).

En los frentes, debido a la acusada pendiente de los mismos, únicamente se aprovecharon huecos resultantes de la karstificación para hacer hidrosiembras puntuales, y se reforzó la plantación con trepadoras que colonizan la pared de abajo hacia arriba.

Las hidrosiembras realizadas se han basado en dos tipos:

- H1 destinada a zonas con problemas de erosión reducidos y sustrato bueno, constituida por 8gr/m<sup>2</sup> de estabilizador tipo poli butadieno, 30 gr/m<sup>2</sup> de semillas herbáceas, 2gr/m<sup>2</sup> de semillas leñosas, 100 gr/m<sup>2</sup> de mulch de celulosa, 50 gr/m<sup>2</sup> de abono NPK, y 25 gr/m<sup>2</sup> de abono de liberación controlada.
- H2, en la cual se utilizan mayores cantidades por metro cuadrado de los distintos componentes, dado que, van destinadas a zonas de peor sustrato donde el lavado que se prevé es mayor.

Se añadieron semillas de arbustos, de las especies *Cornus sanguinea*, *Spartium junceum*, *Ulex europeus*, *Hedera hélix* y *rhamnus alaternus*. Las plantaciones son de tres tipos:

Plantación mixta de frondosas autóctonas + coníferas forestales

Plantación mediante frondosas autóctonas de 60 a 250 cm, salpicado de coníferas forestales, de 40 a 60 cm. De esta manera se pretende reforzar la plantación de frondosas con diversas coníferas cuya función



Fig 5. Frente restaurado; precortes plantaciones en bermas y trepadoras.

es meramente acompañante, sobre todo durante las primeras fases de la implantación vegetal.

La composición para la orientación sur es: 20% quercus robur, 10% quercus ilex, 10% Prunus avium, 20% Betula alba, 10% Fraxinus excelsior, 15% Pinus radiata, 5% pinus nigra, 10% salix atrocinera, con una densidad de 1 planta cada 4m<sup>2</sup>.

#### Plantación de campiña atlántica

Es una plantación forestal tipo ecosistema de campiña atlántica a base de planta de 200- 250 cm, su composición es 30% quercus robur, con una densidad de 1 planta cada 6,25 m<sup>2</sup>.

#### Trepadoras

En base y cabecera de frentes rocosos, se planta 75% de Hedera hélix y 25% parthenocissus tricuspidata.

La plaza de cantera será restaurada a la finalización del relleno por la empresa explotadora del mismo; inicialmente y en base a las autorizaciones existe un plan de restauración para dicha zona, aunque la decisión final del uso del suelo será del Ayuntamiento, habiendo indicado que dentro de la regeneración de la zonas periurbana, está previsto la construcción de un campo de fútbol.

#### Dificultades técnicas encontradas

Las mayores dificultades técnicas encontradas han sido:

- 1.- Animales incontrolados; ello ha supuesto que muchas de las plantaciones realizadas se hayan visto afectadas, por lo que ha sido necesario buscar alternativas que nos han permitido asegurar la viabilidad de las plantaciones. Para ello se han realizado reposiciones de marras, así como refuerzo de los vallados proyectados, utilización de protectores en todos los árboles plantados y la implantación de equipos no dañinos para la fauna de abayentación. Así mismo y como anécdota, un desmedido desarrollo de la población de caracoles produjo en el año 2002 una necesidad de reposición de marras importante. Este desarrollo hubo de ser controlado mediante la aplicación de productos pertinentes.
- 2.- Presencia de Cortaderia Seollana. La cortaderia seollana gramínea exótica conocida con diferentes nombres comunes como cortadera, hierba de la pampa o plumeras, es una especie invasora de la cual en un estudio publicado en 2006 por el Instituto de Estudios Territoriales de Vizcaya sobre esta especie estima en 134 Ha la superficie afectada con un censo de 134.000 ejemplares distribuidos en 1.336 localizaciones. En el caso de la cantera Peña Lemona existían



Fig 6. Cortaderia Seollana. Planta invasora que se trata para su eliminación.

ejemplares dispersos, y al objeto de evitar su proliferación se realizó una campaña de eliminación de la misma, basada en medios mecánicos y lucha por medios químicos no dañinos al medioambiente, con Aplicación individualizada para cada planta.

- 3.- Desprendimientos en taludes: entre los bancos 185 y 155 se produjo un desprendimiento que obligo a realizar técnicas de ingeniería naturalística, controlando las aguas de escorrentía, y instalando masivamente techos de estacas simultaneando con el perfilado mecánico del terreno. Así mismo se han realizado entramados de madera tipo Krainer de doble pared, en dos pisos, rematando con emparrillado vivo de madera.



Fig 7. Aplicación de entramados tipo "Krainer" en la restauración de Peña Lemona.



Fig 8 . Evolucion de entramados tipo "Kraliner" en la restauración de Peña Lemona año 2009.



Fig 9 . Cabecera de cantera en el año 2004.



Fig 10 . Cabecera de cantera en el año. 2008

## Cantera de Apario (Vizcaya) – Innovación y sostenibilidad

**Pedro de Andrés Sáez**

Ingeniero de Minas- Gerente zona Norte Hormigones y Áridos. Grupo Cementos Portland Valderrivas

**Luis Manuel Gil Peña**

Ingeniero de Minas- Responsable de Producción Canteras zona Norte. Grupo Cementos Portland Valderrivas

1er Premio Buenas Prácticas Operacionales e Iniciativas-Premios FDA de desarrollo sostenible 2012.

Seleccionada para los Premios Europeos UEPG 2013

### RESUMEN

La cantera Apario (ARCANORSA-GRUPO CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS), localizada a 15 km de Bilbao, en los términos municipales de Lemoa, Igoite y Bedia (Vizcaya), constituye un ejemplo singular de explotación de caliza ya que se están aplicando métodos innovadores de explotación con la combinación de una explotación a cielo abierto mediante sistema chimenea-galería y una explotación subterránea.

La cantera de Apario tiene una capacidad de producción anual de un millón de toneladas. Los áridos calizos producidos disponen de marcado CE y además está reconocida por AENOR en medioambiente, seguridad y calidad, con la posesión de los certificados ISO 14.001, ISO 9001, y OHSAS 18.001.

Sistema pozo-túnel.

Consta de un pozo vertical o con elevada pendiente que desemboca en su extremo inferior en una galería o cámara. La ventaja de este simple sistema de funcionamiento, radica en la posibilidad de transportar grandes cantidades de mineral, salvando elevados desniveles y prescindiendo de equipos móviles o cintas transportadoras.

Su uso en explotaciones a cielo abierto, además, conlleva las ventajas de la eliminación de pistas de acarreo largas y de elevada pendiente en canteras situadas en zonas de difícil orografía, así como del impacto visual y medioambiental que conllevan. También se eliminan las emisiones de polvo y CO2 ocasionadas por el tráfico de vehículos pesados de transporte y permite una explotación descendente en la que sólo hace falta un único banco de producción pudiendo, a la vez, dejar restaurados los bancos superiores terminados.

Minería de interior.

Las ventajas medioambientales, económicas y estratégicas de las explotaciones subterráneas no ofrecen lugar a duda. Como ejemplo, las más importantes a resaltar son las siguientes:

Solución al problema de escasez de reservas.

Mínima necesidad de uso de suelo.

Posibilidad de reducir distancias de transporte a los mayores centros de consumo.

Eliminación total de las emisiones de polvo y ruido.

Eliminación total del impacto visual.

Eliminación de costes de restauración.

Posibilidad de aprovechamiento de las estructuras subterráneas generadas.

En Apario se acometió en el año 2006 un proyecto piloto de explotación subterránea mediante cámaras vacías para la explotación de dos cámaras piloto, que ha derivado en la preparación y explotación de doce cámaras más, entrando la primera de ellas en producción en Octubre de 2011.

Buscando valores añadidos a las infraestructuras creadas, se ha solicitado la autorización para utilizar el hueco de la Mina como estructura subterránea, ante el Departamento de Industria, Innovación, comercio y Turismo del Gobierno Vasco, presentando el "Proyecto de utilización de Mina Apario como estructura subterránea para el almacenamiento de rellenos hidráulicos e inertes".

La apuesta por la constante innovación técnica, respeto medioambiental y desarrollo sostenible por parte de la empresa, el empleo de los conocimientos técnicos más avanzados disponibles en diseño minero, infraestructuras y maquinaria, ha permitido la posibilidad de realización de este proyecto que se adelanta a su tiempo y que nos coloca a la cabeza del sector extractivo para el mercado nacional de áridos planteando soluciones ingeniosas a la cada vez mayor escasez de recursos explotables

### INTRODUCCIÓN

La cantera Apario (ARCANORSA), que explota un yacimiento de roca caliza urgoniana, localizado a 15 km al Sureste de Bilbao, en los términos municipales de Lemoa, Igoite y Bedia (Vizcaya), constituye un ejemplo singular de explotación de caliza ya que se están aplicando métodos innovadores de explotación de canteras con la combinación de una explotación a cielo abierto mediante sistema chimenea-galería y una explotación subterránea mediante el sistema de Sublevel stoping.

Las instalaciones se hallan junto a importantes vías de comunicación. La cantera de Apario tiene una capacidad de producción anual, en torno a 1 millón de toneladas. Los áridos calizos producidos son usados principalmente para la fabricación de mezclas bituminosas,

hormigones, prefabricados, morteros, etc dentro de la construcción y obra civil, además de su uso como materia prima en la fabricación de cemento. Disponen de marcado CE. Debido a su excelente calidad son consumidos en las obras más emblemáticas de Vizcaya, donde gozan de reconocido prestigio por su calidad.

A su vez la cantera está reconocida por AENOR en cuanto a sus buenas prácticas medioambientales, en seguridad y en calidad, con la posesión de los certificados ISO 14.001, ISO 9001, y OHSAS 18.001.

El yacimiento de Apario está constituido por una barra de calizas urgonianas (Cretácico inferior) de unos 120 a 150 m de potencia, que se dispone de forma casi vertical y siguiendo una dirección Este-Oeste, a lo largo de unos 2.500 m.



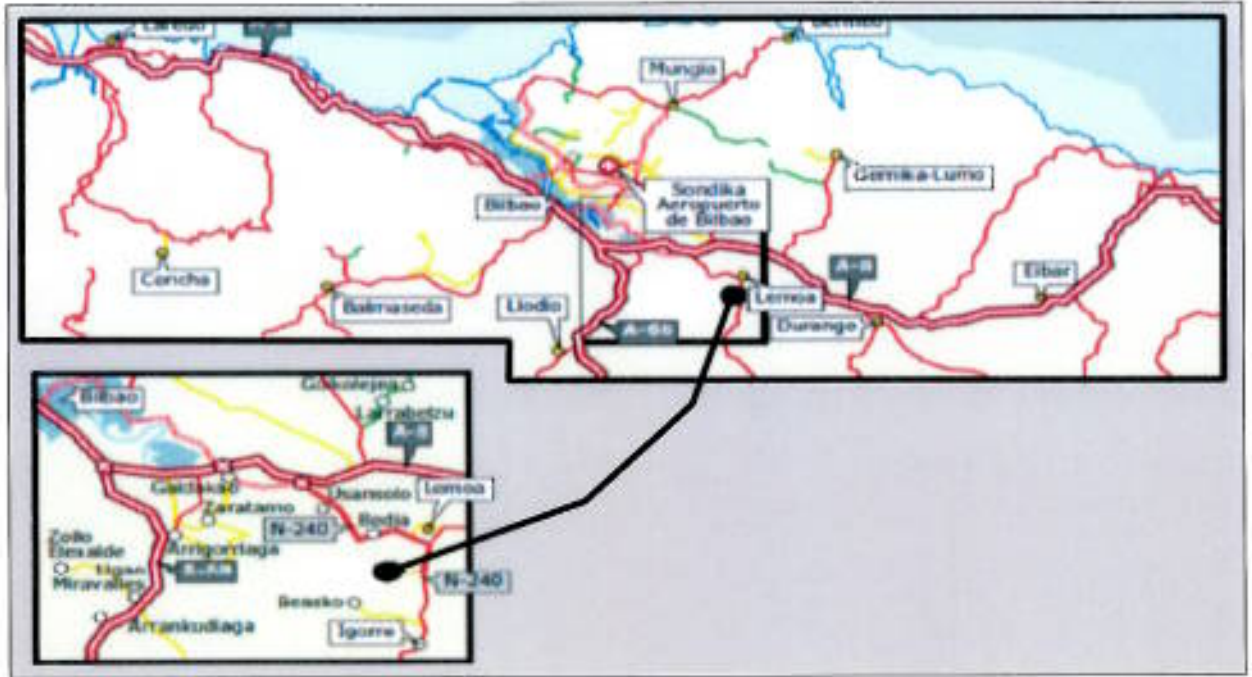


Fig 1- situación de la cantera "Apario"

ÁREA  
D

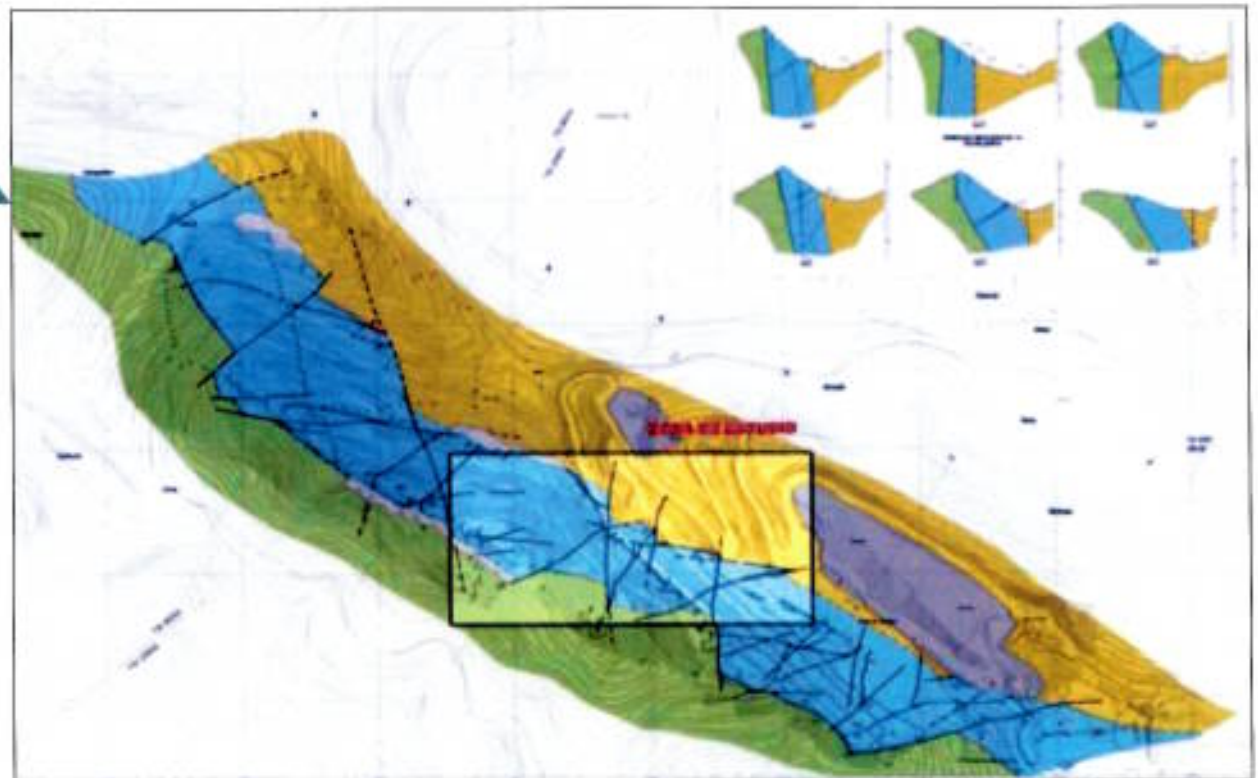


Fig 2-Geología de la cantera "Apario"

En la cantera de Apario, se ha acometido un nuevo proyecto de explotación vanguardista e innovador que incluye un nuevo diseño de las labores a cielo abierto con transporte de mineral por gravedad mediante un conjunto de galería y chimenea y simultáneamente, aprovechando infraestructuras conjuntas, el desarrollo de una cantera subterránea de áridos calizos.

#### Sistema pozo-túnel

El transporte de mineral por gravedad mediante un sistema compuesto por un pozo y una galería es un viejo conocido de la minería.

No obstante es prácticamente desconocido en el laboreo a cielo abierto en las canteras españolas.

Consta de un pozo vertical o con elevada pendiente, excavado en la roca y que desemboca en su extremo inferior en una galería o cámara. El sistema de funcionamiento es muy sencillo; el mineral a transportar se vierte por su extremo superior y, por acción de la gravedad alcanza el extremo inferior.

La ventaja de este simple sistema de funcionamiento, radica en la posibilidad de transportar grandes cantidades de mineral, salvando elevados desniveles y, además, prescindiendo de equipos móviles o cintas transportadoras.

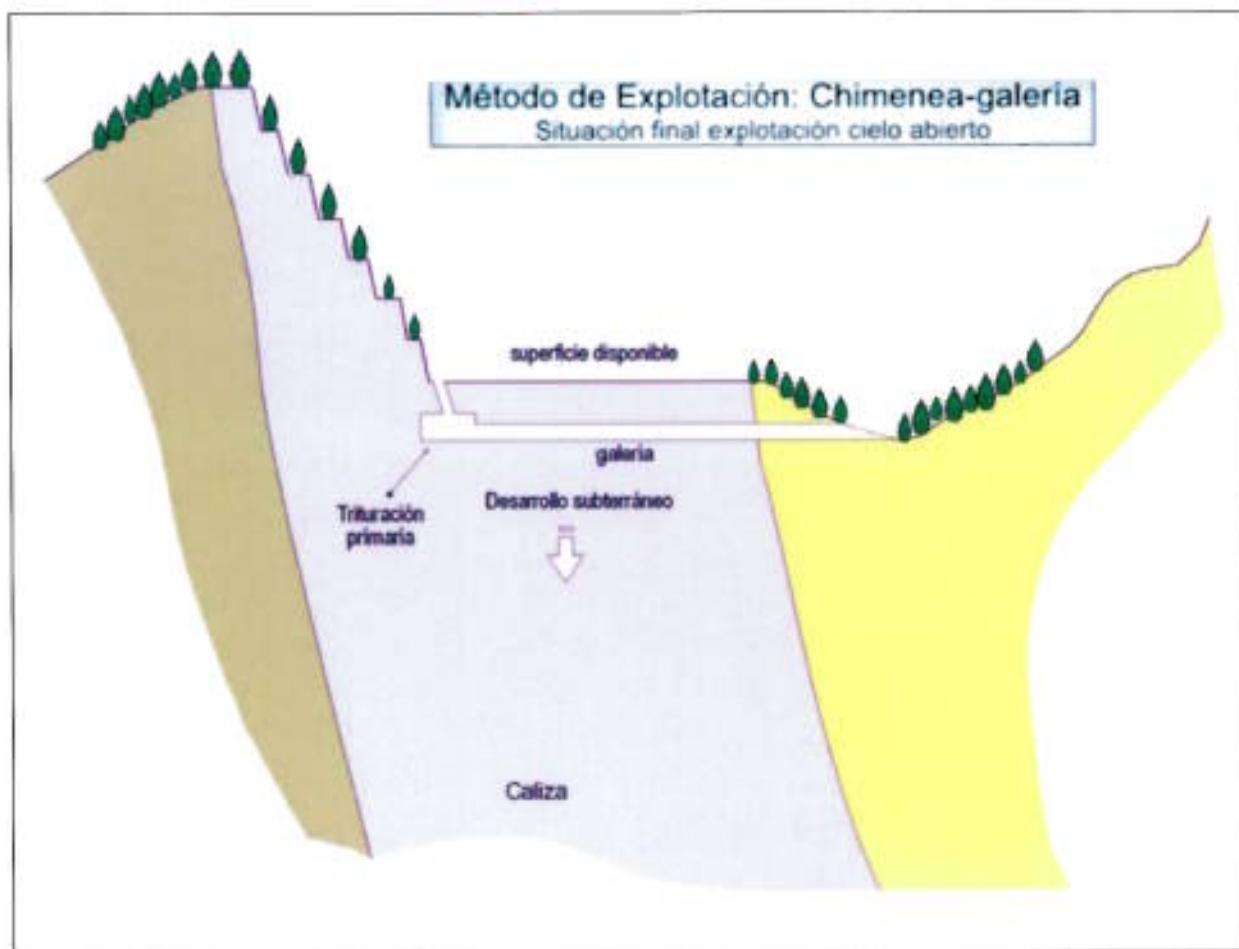


Fig 3- esquema de explotación por chimenea-galería para la explotación de exterior.

Area D  
Explotaciones de áridos.

Su uso en explotaciones a cielo abierto, además, conlleva las ventajas de la eliminación de pistas de acarreo largas y de elevada pendiente en canteras situadas en zonas de difícil orografía, así como del impacto visual y medioambiental que conllevan. También se eliminan las emisiones de polvo y CO<sub>2</sub> a la atmósfera ocasionadas por el tráfico de vehículos pesados de transporte y, fundamentalmente, permite una explotación descendente en la que sólo hace falta disponer de un único banco de producción pudiendo, a la vez, dejar completamente restaurados los bancos superiores terminados.

### Minería de Interior

La minería de interior de gran producción es sobradamente conocida. Hasta la fecha su aplicación para la extracción de áridos se ha visto imposibilitada debido al bajo precio de venta de dicha materia prima en el mercado actual, en relación a sus más altos costes de explotación.

No obstante, debido a la situación actual de alarmante escasez de reservas, de aumento considerable de las distancias de transporte a los centros de consumo, de existencia de fuertes restricciones medioambientales así como otras variables asociadas se ha llegado a un escenario en el que la rentabilidad de las explotaciones subterráneas es un hecho.

Las ventajas medioambientales, económicas y estratégicas de las explotaciones subterráneas no ofrecen lugar a duda. Como ejemplo, las más importantes a resaltar son las siguientes:

- Solución al problema de escasez de reservas.
- Mínima necesidad de uso de suelo.
- Possibilidad de reducir drásticamente las distancias de transporte a los mayores centros de consumo.
- Eliminación total de las emisiones de polvo y ruido.
- Eliminación total del impacto visual.
- Eliminación de los costes de restauración.

Possibilidad de aprovechamiento de las estructuras subterráneas generadas.

En cantera de Apario se acometió en el año 2006 un proyecto piloto de explotación subterránea mediante cámaras vacías para la explotación de dos cámaras piloto (C5 y C6), que ha derivado de forma continuada en el tiempo en la preparación y explotación de doce cámaras más, entrando la primera de ellas en producción en Octubre de 2011.

A su vez, y buscando valores añadidos a las infraestructuras creadas, se ha solicitado la autorización para utilizar el hueco de la Mina de Apario como estructura subterránea ante el Departamento de Industria, Innovación, comercio y Turismo del Gobierno Vasco, presentando para cumplir con la tramitación necesaria el "Proyecto de utilización de Mina Apario como estructura subterránea para el almacenamiento de rellenos hidráulicos y rellenos inertes".

La apuesta por la constante innovación técnica, respeto medioambiental y desarrollo sostenible por parte de la empresa, el empleo de los conocimientos técnicos más avanzados disponibles en diseño minero, infraestructuras y maquinaria, ha permitido la posibilidad de realización de este proyecto que se adelanta a su tiempo y que nos coloca a la cabeza del sector extractivo para el mercado nacional de áridos planteando soluciones ingeniosas a la cada vez mayor escasez de recursos explotables.

### ASPECTOS DESTACADOS

Como aspectos destacados podemos indicar:

Ubicación junto a grandes vías de comunicación. Se trata de un punto neurálgico para el suministro al Gran Bilbao, zona de Duranguesado y estratégico para la Fábrica de cemento de CEMENTOS LEMONA, situada tan solo a 3,5 kms.

Innovación total en la explotación de áridos calizos mediante los sistemas chimenea-galería y la explotación subterránea.



Fig 4- Explotación subterránea. Cámara piloto C5.



Fig 5- Banqueo en cámara C7 con perforadora "Simba"

Reconocimiento por AENOR de una correcta gestión de calidad, medioambiental y de seguridad y salud, con la posesión de los sellos ISO 9001, ISO 14.001 e OHSAS 18.001 en un sistema de gestión integrada.

Planta de tratamiento adaptada a la tecnología actual.

Gran capacidad de producción.

Control automático mediante scada; conexión directa de las máquinas vía internet con los fabricantes, lo que implica un control del mantenimiento total.

Mantenimiento adecuado. Reducción de consumos energéticos; aplicación de variadores de frecuencia y sistemas de recuperación de energía, en cintas transportadoras con desnivel negativo.

La Capacidad de producción, en volumen y calidad, asegura las necesidades de los clientes.

Control de emisiones de polvo y ruidos; aplicación de capotajes, cubrición de stocks pulverulentos, sistemas de captación de polvo por vía seca y húmeda.

Productos elaborados bajo un sistema de gestión de calidad, con cumplimiento de sello CE.

Reconocimiento de buenas prácticas por parte de diferentes instituciones, con la obtención de numerosas subvenciones como las otorgadas por:

Ministerio de Industria

Gobierno Vasco, Departamento de Industria y Minas.

Gobierno vasco, Departamento de Medioambiente.

Ente Vasco de la Energía (EVE)



Fig 6- visual de la cinta descendente a prestlock (longitud de 470 m con un desnivel negativo de 60 m). Generación al año de más de 250.000 kwh en baja tensión que se recupera para el consumo en otras máquinas de la instalación.



Fig 7- visual general de las instalaciones de trituración y clasificación capotadas.

### MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

El proceso productivo con la nueva explotación a cielo abierto se desarrolla entre las cotas 412 y 215 y comienza con una voladura convencional. El mineral volado se carga y transporta mediante volquete horizontalmente a través de la bermá de los propios bancos de la cantera hasta la boca superior del pozo (4,40 m de diámetro, 200 m de longitud y 72 grados de inclinación). El material vertido se transporta por gravedad en su interior, salvando una distancia en cota de 200 m. El ahorro de gasoil calculado al prescindir del transporte mediante volquetes en la cantera de Aparto se ha cifrado en más de 150.000 litros al año.

Debajo del Raise Boring y dentro de la galería excavada, se encuentra un alimentador blindado de minería modelo KF-1500 de 150 kW, que extrae el material en la vertical del pozo y bajo el propio cono que forma el mismo. Este cono es accesible con pala cargadora en caso de atasco o avería en las instalaciones posteriores y, de esta manera, se prescinde de la necesidad del bypass en las instalaciones

que cuentan con tolva primaria. Un detector de microondas asegura un nivel mínimo de material sobre el alimentador.

La voladura con bloques de hasta 1.500 mm, llega hasta una machacadora horizontal SB 1315 R de 305 kW, que tritura el material hasta un tamaño máximo de 250 mm transportable por cinta. El diseño innovador de la trituración primaria ha permitido eliminar la necesidad de excavación y sostenimiento de una gran cámara, de la tolva de recepción y prácticamente, de toda obra civil.

La extracción del mineral triturado se realiza por cinta hasta el exterior del túnel donde se realizará un postcribado y ensilado automático con carga de camiones de los finos de voladura, como materia prima para la fábrica de cemento. Por último, otra cinta se encarga del transporte de la fracción gruesa hasta el actual prestock, desde donde se alimenta a la instalación de molienda y clasificación existente. Esta extracción y transporte por cinta permite la eliminación de flota de camiones, con la consecuencia de no necesidad de realizar pistas ni consumos de gasoil.

ÁREA  
D



Fig 8- Alimentador blindado y machacadora horizontal en instalaciones de interior del sistema pozo-túnel.



Fig 9- extracción de mineral triturado al exterior por medio de cinta transportadora en la galería de cota 195. Sistema pozo-túnel.

Todas las cintas exteriores están capotadas y, además, la que alimenta al prestock con una longitud de 470 metros y un desnivel negativo de 60 m, genera más de 250.000 kwh de energía eléctrica anualmente, que es aprovechada en el resto de la instalación.

La explotación subterránea se desarrolla por el método de cámaras vacías entre cotas las 200 y 135, con cámaras transversales de 60 m de altura, 23 metros de ancho y pilares de 22 de ancho. La longitud de las cámaras es variable dependiendo de la potencia del yacimiento en cada punto siendo su longitud media 85 m. Las galerías de acceso, excavadas paralelas a la dirección de la capa emboquillan en los propios bancos de la cantera a cotas 195, 135 lo que evita la necesidad de construir rampas interiores de conexión entre los niveles y abarata considerablemente el costo de la infraestructura de acceso. Una vez realizadas las infraestructuras necesarias para el comienzo de la explotación, esta se inicia con la apertura de los bancos mediante pozos.

Una vez abiertos, comienza el banqueo de producción en retirada hacia el acceso a las cámaras, con perforaciones verticales de 60 metros, realizadas por una moderna máquina de perforación tipo Simba (ATLAS COPCO).

El material volado cae por gravedad hasta el nivel inferior de cota 135 de las infraestructuras subterráneas donde una pala de ruedas extrae el material y lo carga sobre dumperes; esta pala, única en España, tiene la característica de ser una pala convencional (VOLVO



Fig 10- labores de avance en galerías en dirección. Explotación subterránea.

220) modificada a la cual se le ha añadido un sistema de control remoto, de tal forma que se puede hacer un aprovechamiento integral del material volado en las cámaras, sin necesidad de entrada de personal a las mismas.

El material es acarreado fuera de la mina a través de dumperes hasta las instalaciones de trituración primaria.



Fig 11- labores de perforación en banqueo en cámaras con perforadora "Simba". Explotación subterránea.



Fig 12- Pala Cargadora VOLVO 220 accionada por control remoto.(véase operario con mando a distancia en la esquina inferior izquierda). Cargando en recortes cámara C7 , nivel +135.Explotación subterránea.

La mina de Apario ha sido diseñada con la última tecnología disponible en este campo, desde la aplicación de programas específicos, hasta la inclusión de un sistema de auscultación que permite a los técnicos poseer información inmediata de forma online del comportamiento del macizo rocoso con la apertura de los huecos, comprobando si el mismo se ajusta a los cálculos teóricos realizados inicialmente y permitiendo un conocimiento más exhaustivo del mismo.

El material procedente de la mina entra en una machacadora de mandíbulas de simple efecto, de 250 kW. A continuación se realiza un postcribado al triturado primario del que se obtiene una fracción fina que sirve también como materia prima en la cercana fábrica de cemento de Cementos Leonesa y que dispone de un sistema automático de carga sobre camión. El tamaño de corte de esta fracción se establece en función de las necesidades del proceso productivo de la fábrica.

La fracción gruesa del postcribado (procedente tanto de la explotación subterránea como de la del exterior) se almacena en un prestock de regulación que alimenta al molino impactor de eje horizontal de 315 kW, que realiza la trituración secundaria.

Posteriormente se realiza el cribado y ensilado automático de los áridos clasificados en 8 silos, que permiten la carga automática de los camiones que transportan del mineral al cliente final.

La instalación cuenta además con un molino impactor de eje vertical, modelo Mag Impact 2400 de 320 kW que realiza la cominución terciaria de los tamaños no vendibles o que se deseen retriturar.

La instalación posee cerramientos, aspiración mediante filtros de mangas, capotaje de bandas transportadoras y sistemas de supresión de polvo por vía húmeda, así como cañones de niebla seca, que permiten

minimizar en todo momento las emisiones de polvo de la misma.

Desde los silos se puede alimentar de manera continua a la planta de fabricación de hormigón, adyacente a la instalación de beneficio y, de manera discontinua mediante camión, a la planta de fabricación de morteros ubicada en las proximidades de las dos anteriores.

## ACTUACIONES

Las buenas prácticas operativas aplicadas por ARCANORSA con objeto de minimizar los impactos de su actividad, y derivadas del desarrollo del innovador proyecto en fase de ejecución se pueden resumir en:

### Innovación operativa

#### Explotación a cielo abierto por sistema chimenea galería

- Eliminación de pistas de acarreo largas y de elevada pendiente.
- Minimización del impacto visual y medioambiental.

- Eliminación de las emisiones de polvo y CO<sub>2</sub> a la atmósfera ocasionadas por el tráfico de vehículos pesados de transporte.

- Explotación descendente en la que sólo hace falta disponer de un único banco de producción pudiendo, a la vez, dejar completamente restaurados los bancos superiores terminados.

#### Explotación subterránea

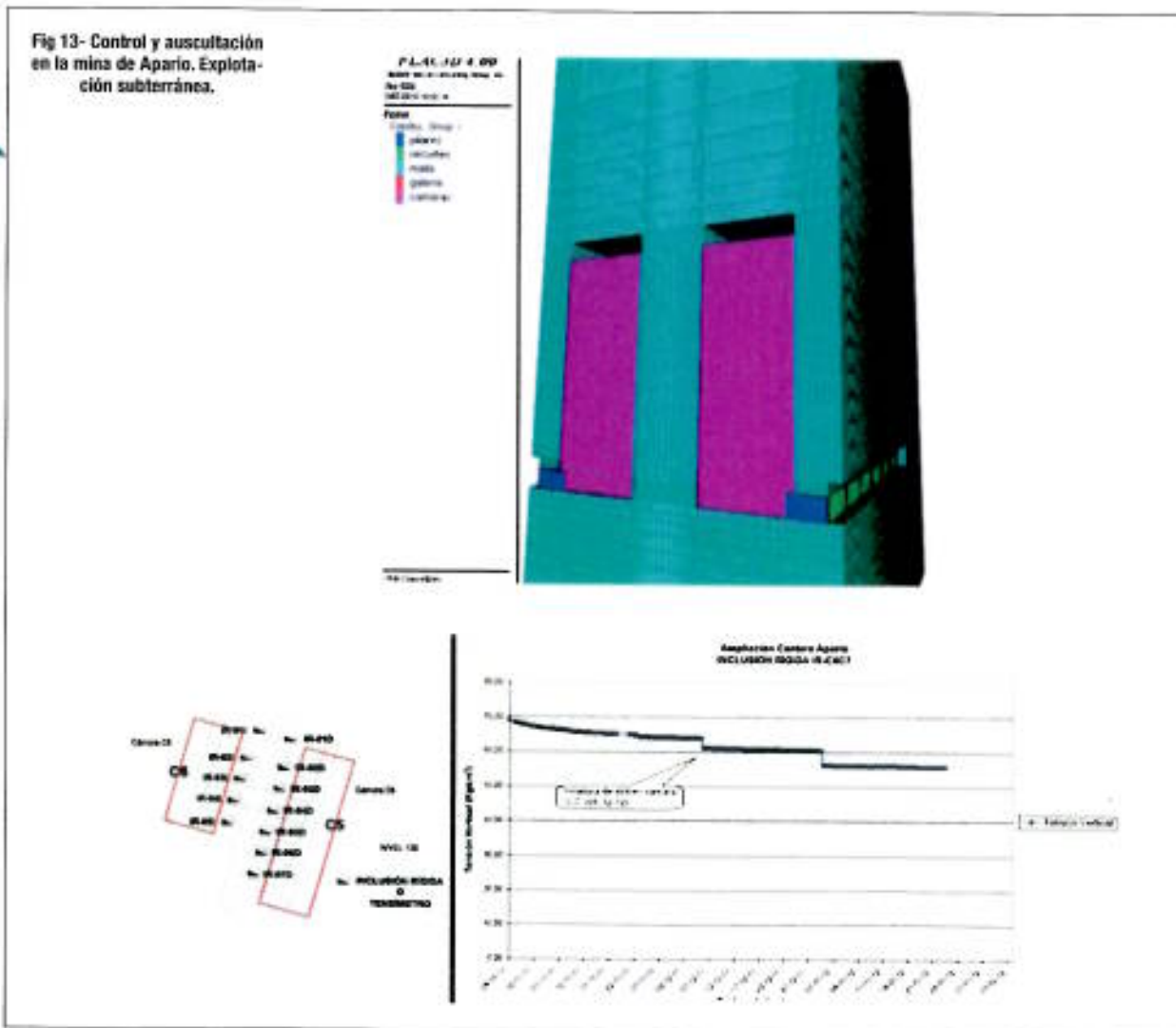
- Eliminación del impacto visual y medioambiental.

- Solución al problema de escasez de reservas en la CPV.

ÁREA

D

Fig 13- Control y auscultación en la mina de Apario. Explotación subterránea.



- Minima necesidad de uso de suelo.
- Posibilidad de reducir drásticamente las distancias de transporte a los mayores centros de consumo.
- Eliminación total de las emisiones de polvo y ruido.
- Eliminación total del impacto visual.
- Eliminación de los costes de restauración.
- Posibilidad de aprovechamiento de las estructuras subterráneas generadas.

### Ruido y vibraciones

Reducir los valores de ruido externo derivados del tránsito de camiones mediante el sistema de galería chimenea.

Reducir los valores de onda aérea en voladura mediante la ejecución de voladuras en la instalación de minería de interior.

Utilización de las mejores técnicas para voladuras de exterior e interior. Cebado en fondo con detonadores no eléctricos, secuenciación de cargas, minimización de la sobreperforación, selección adecuada de tiempos entre barrenos etc.

Medición de ruidos y vibraciones en los puntos establecidos en plan de vigilancia, resultados que se hacen públicos a través de la entrega de memoria anual de resultados del programa de vigilancia en el Ayuntamiento, y en el Gobierno vasco.

### Lucha contra el polvo

Captadores de polvo en la perforación a cielo abierto. Perforación en mina con barrido por agua.

Riego de pistas y zonas de tránsito de vehículos.

Carenado de cintas y de la instalación.

Eliminación completa de vertidos por volteos.

Utilización de sistemas de eliminación de polvo por vía seca y húmeda en la planta de tratamiento.

Utilización de cañones de niebla seca en la explotación subterránea y en la de cielo abierto.

Utilización de silos de almacenamiento, y capotaje de los acopios exteriores en aquellos materiales expuestos a la posibilidad de arrastre por vientos.

Utilización de sistema galería-chimenea para reducir el polvo generado por el tránsito de camiones desde el frente hasta el cargue a primario.

Medición de emisión de partículas en los puntos establecidos en plan de vigilancia, resultados que se hacen públicos a través de la entrega de memoria anual de resultados del programa de vigilancia en el Ayuntamiento, y en el Gobierno vasco.

### Gestión de residuos

Los materiales no beneficiables de la explotación a cielo abierto se utilizan como relleno para la restauración.

Tratamiento y gestión de los residuos peligrosos, con almacenamiento en los puntos limpios establecidos en la cantera al respecto, y entrega a gestor autorizado para su gestión de acuerdo con la legislación aplicable.

Inscripción en el registro como pequeños productores de residuos peligrosos de la CAV e inscripción como productores de inertes.

Cubrición de depósitos de combustible líquido para evitar la generación de hidrocarburos con agua de lluvia.

### Aguas

Construcción de balsas de decantación para el tratamiento físico de las escorrentías que atraviesan la instalación de cantera.

Limpieza periódica de balsas para asegurar el adecuado funcionamiento de las mismas.

Canalización y desviación del arroyo que atraviesa la cantera para evitar su contaminación en su paso por la explotación.

Medición de vertidos en los puntos establecidos en plan de vigilancia, resultados que se hacen públicos a través de la entrega de memoria anual de resultados del programa de vigilancia en el Ayuntamiento, y en el Gobierno vasco.

### Consumo de energía

Recuperación de energía por desnivel negativo de cintas.

Reducción del consumo de gasoil, con el sistema de explotación por chimenea-galería.



Fig 14- visualización de la carga de explosivo en barrenos mediante cámaras. Explotación subterránea.



Evitar tiempos muertos en la molida y clasificación.  
 Vigilancia y asesoramiento de los consumos eléctricos por parte de empresas especializadas.  
 Automatización de equipos.  
 Aplicación de variadores de frecuencia a cintas y molinos.  
 Restauraciones.  
 Reduciendo su necesidad con la aplicación de la explotación subterránea.  
 Revegetando con especies locales, de acuerdo con el plan de restauración aprobado por la autoridad competente en la explotación a cielo abierto.  
 Precortando con voladura todos los taludes residuales.  
 Protegiendo las plantaciones mediante protectores y ahuyentadores frente a animales herbívoros incontrolados.

Colaborando con las instituciones en la eliminación de especies invasoras.

Control de la restauración en los puntos establecidos en plan de vigilancia, resultados que se hacen públicos a través de la entrega de memoria anual de resultados del programa de vigilancia en el Ayuntamiento, y en el Gobierno vasco.

#### Impacto visual

Eliminándolo por completo para aquellas toneladas extraídas por minería de interior.

Eliminación de necesidad de pistas, por la aplicación del sistema chimenea-galería.

Restauración inmediata de cada banco abandonado en la explotación a cielo abierto.

ÁREA  
D



Fig 15- Visual general de las labores de explotación actuales ( inferior derecha) y bancos restaurados en la cantera de Apario. Explotación a cielo abierto.



Fig 16- labores de restauración en bancos. Explotación a cielo abierto.

Diseño efectivo de las alturas de banco y disposición final de los bancos a cielo abierto.

Control del impacto visual en los puntos establecidos en plan de vigilancia, resultados que se hacen públicos a través de la entrega de memoria anual de resultados del programa de vigilancia en el Ayuntamiento, y en el Gobierno vasco.

### Prevención de riesgos laborales

Implantación de un sistema de gestión de seguridad y salud según OHSAS 18001

Formaciones periódicas para todos los trabajadores sobre diferentes temas de seguridad y salud

Desarrollo de las mejores técnicas disponibles en materia de seguridad en la explotación de interior (sostenimiento puntual mediante bulonado, gunitado sistemático, monitorización de la auscultación de estructuras etc) con cero accidentes e incidentes desde la puesta en marcha de dicha explotación.

Auditorías mensuales por OCA autorizada por el servicio de Minas, en materia de seguridad en subterráneo.

### METAS ALCANZADAS

Los objetivos y metas propuestos han sido alcanzados en tiempo, cumpliendo con los plazos automarcados y los exigidos por las diferentes administraciones. Así realizando una recopilación cronológica de los logros más destacables desde el inicio de la explotación tenemos:

#### Año 1997

Inicio de la explotación de la cantera de Apario. Ejecución de los proyectos de Fase I y Fase II.

#### Año 2003

Implantación de ISO 9001 y ISO 14.001.

Presentación del Proyecto de explotación FASE 3, que incluye la explotación subterránea, ante el servicio de minas del Gobierno Vasco.

#### Año 2004

Implantación de sello CE en los productos fabricados.

Aprobación en marzo de 2004 por el Gobierno Vasco del Proyecto detallado para el desarrollo de la Fase 3 del "Proyecto de Explotación y restauración de caliza de Apario"

#### Año 2006

Inicio de las obras en febrero de 2006 para la ejecución de las infraestructuras necesarias para el sistema chimenea galería y cámaras piloto C5 y C6.

#### Año 2007

Implantación de OHSAS 18.001.

Finalización de las obras en abril de 2007.

Puesta en marcha del sistema chimenea-galería.

Inicio de la explotación de las cámaras piloto C5 y C6.

Año 2009:

Finalización de la explotación de las cámaras piloto. Estudio de datos.

#### Año 2010

Presentación de addenda al proyecto 2003 de Proyecto técnico de detalle para la explotación subterránea de las cámaras C7 a C14 en la mina de Apario.

Inicio de preparación de explotación de cámaras C7 a C14.

Año 2011-actualidad.

Explotación de la cámara C7, inicio de explotación de la cámara C8. Se continúa con la preparación del resto de cámaras.



Fig 17- labores de gunitado de galerías. Explotación subterránea.

## Coto minero Nafarrondo (Vizcaya). Compromiso con la seguridad y salud

**Jaime Martín-Muñoz Sainz**

*Biólogo- Responsable en Hormigones y Áridos de Calidad, Medio Ambiente y Seguridad Zona Norte. Grupo Cementos Portland Valderrivas*

**Pedro de Andrés Sáez**

*Ingeniero de Minas- Gerente Zona Norte Hormigones y Áridos. Grupo Cementos Portland Valderrivas*

*2º Premio seguridad- Premios FDA de Desarrollo Sostenible 2012*

### RESUMEN

Coto minero Nafarrondo es una explotación de caliza ubicada en el municipio de Orozko, en la provincia de Vizcaya, explotada por la empresa ARRIBERRI S.L (GRUPO CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS). La cantera explota un paquete de calizas del Cretácico inferior, para la obtención de áridos calizos destinados a la obra pública y la construcción. La explotación de esta cantera se inicia en el año 1964. La empresa, consciente de que las canteras pertenecen a un sector con altos índices de accidentalidad y con riesgos potenciales de gravedad alta, desde los inicios de la explotación ha dispuesto de políticas activas encargadas de asegurar el bienestar y la seguridad de los trabajadores, tanto propios como subcontratados, con implicación directa de la Alta dirección de la empresa. En el año 2007 se logra la certificación según especificación técnica OHSAS 18001:1999 de un sistema de gestión integrada de calidad, medio ambiente y seguridad y salud, siendo una de las primeras empresas del sector en conseguirlo. Posteriormente se adecua el sistema de gestión a la nueva especificación OHSAS 18001:2008. Coto minero Nafarrondo es la primera explotación en España en desarrollar un sistema de carga y transporte de material por gravedad mediante un sistema pozo túnel. Concretamente esta actuación se desarrolla en el año 2002 por motivos de seguridad, al objeto de reducir los riesgos de proyecciones motivados por los volteos de material y los riesgos derivados del transporte de material con camión dumper por pistas de elevadas pendientes. Este sistema se ha ido perfeccionando para aumentar la seguridad de los trabajadores, logrando por ejemplo la carga del material dentro del túnel de manera que se asegura que el sistema hombre-máquina queda a resguardo de posibles desprendimientos del frente ubicado por encima de la boca de la galería. El compromiso de la Dirección de la cantera con la seguridad de los trabajadores es total y se trata de una explotación donde la implicación del personal responsable de producción con la seguridad es máxima, de manera que se dispone de un Director facultativo a tiempo completo en la instalación, que es Técnico Superior en las tres especialidades. La empresa adquiere compromisos de seguimiento y vigilancia de la seguridad y salud con los trabajadores, más restrictivos de los determinados por la propia legislación vigente. Todas estas actuaciones se traducen en índices de siniestralidad bajos y muy por debajo de los índices del sector, escasos accidentes y ausencia de accidentes graves. A finales del año 2011 ARRIBERRI S.L, explotadora del Coto minero Nafarrondo fue elegida para participar en un estudio encargado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo para relacionar la eficacia de la prevención de riesgos laborales con la excelencia empresarial en las empresas. Para este estudio se han seleccionado cincuenta empresas a nivel nacional que debían cumplir unas condiciones de calidad, siniestralidad y actividad económica y ARRIBERRI S.L. ha obtenido un meritorio quinto puesto con una valoración muy positiva

### ÁREA

# F

### INTRODUCCIÓN

Cantera Nafarrondo es una explotación de caliza ubicada en el municipio de Orozko, en la provincia de Vizcaya, explotada por la empresa Arriberry S.L.

El Coto Minero Nafarrondo se localiza entre la falda sur del Monte Untzuetza (773 m) y el río Altube. Por la margen izquierda del río Altube discurre la Autopista A-68 Bilbao-Zaragoza. El acceso rodado a la cantera se realiza desde la carretera BI-2522 (Bilbao-Vitoria por el puerto de Altube) a través de dos puentes situados a la entrada de la actividad.

La cantera explota un paquete de calizas del Cretácico inferior, para la obtención de áridos calizos destinados a la obra pública y la construcción.

La explotación de esta cantera se inicia en el año 1964.

La cantera dispone de dos Concesiones de explotación de recursos de la sección "C". La denominada "Peña Nafarrondo", nº 12.768 según Resolución de 13 de Noviembre de 1996 y la denominada "Areatza", nº 12.774 según Resolución de 24 de Junio de 1997.

Posteriormente, y para un mejor aprovechamiento de los recursos de ambas concesiones, se autoriza mediante Resolución de 10 de Octubre de 1997 del Delegado Territorial en Bizkaia del Departamento de Industria, Agricultura y pesca, la formación del COTO MINERO NAFARRONDO en el término municipal de Orozko, Vizcaya.

Dicha resolución aprueba el Proyecto de explotación conjunta y su correspondiente Plan de Restauración.

La citada Concesión, otorgada por Gobierno Vasco, tiene una vigencia de 30 años, por tanto hasta el año 2027.

Con fecha de 2004, la mercantil Cantera Nafarrondo S.A, concesionaria inicial de la explotación del Coto Minero Nafarrondo, es absorbida por la empresa ARRIBERRI S.L por lo que Arriberry S.L pasa a ser propietaria de la concesión de los recursos de la sección C antes mencionados.

Tanto cuando la cantera ha pertenecido al Grupo Cementos Lemoa como en la actualidad bajo la dependencia del Grupo Cementos Portland Valderrivas, Cantera Nafarrondo ha considerado siempre

la seguridad y salud, como una parte esencial en su gestión de la explotación.

Conscientes de que las canteras pertenecen a un sector con altos índices de accidentalidad, con riesgos potenciales de gravedad alta, desde los inicios de la explotación, se ha dispuesto de políticas activas encargadas de asegurar el bienestar y la seguridad de los trabajadores, tanto propios como subcontratados, con implicación directa de la Alta dirección de la empresa.

Por este motivo, en el año 2007 se logra la certificación según especificación técnica OHSAS 18001:1999 de un sistema de gestión integrada de calidad, medio ambiente y seguridad y salud, siendo una de las primeras empresas del sector en conseguirlo. Posteriormente se adecua el sistema de gestión a la nueva especificación OHSAS 18001:2008.

La implantación de un sistema de gestión de seguridad y salud laboral según normativa técnica, ha permitido a la empresa entre otras cosas, las siguientes ventajas:

- Mayor implicación de todo el personal de cantera en reducir los riesgos en las operaciones diarias
- Aumentar la comunicación interna entre los trabajadores y los mandos, pudiendo actuar antes de que se produzca un accidente
- Estricto cumplimiento de los requisitos legales aplicables
- Desarrollo de políticas y objetivos tendentes a reducir los riesgos en cantera
- Mejora de la imagen de la empresa y del sector
- Implantar una cultura de seguridad y salud en la empresa

Con los años que en la cantera Nafarrondo se lleva trabajando con sistema de gestión, se asegura que se dispone de una adecuada planificación de todas las actuaciones en materia de seguridad que se llevan a cabo en la cantera y que se realiza un adecuado seguimiento de las mismas, poniendo los medios necesarios para eliminar todos los posibles riesgos detectados en los diferentes ámbitos de la cantera.

Cantera Nafarrondo dispone de todas las instalaciones adecuadas a la normativa en vigor sobre disposiciones mínimas de seguridad de los equipos de trabajo y por supuesto dispone de todas las instalaciones legalizadas según los diferentes reglamentos de aplicación (Baja Tensión, Alta tensión, equipos de aire comprimido etc).

Se ha tenido que hacer un importante esfuerzo en los últimos años para poder llegar a la situación actual respecto a seguridad de las instalaciones debido a que se trata de un centro productivo con instalaciones antiguas, fabricadas en otro tiempos y bajo otras condiciones, que ha habido que ir adecuando con el apoyo de personal externo experimentado y el buen hacer de los propios trabajadores de la empresa.

La forma de trabajar con cultura de seguridad y salud en el centro de trabajo, con reuniones periódicas con el delegado de prevención, la designación de recursos preventivos para trabajos con riesgos, la formación a todos los trabajadores del centro etc, ha venido refrendado por unos cada vez mejores índices de accidentalidad, inferiores a los del sector y por la ausencia de accidentes graves en los últimos años.

## ASPECTOS DESTACADOS

- a) Cantera Nafarrondo es la Primera cantera en España en utilizar sistemas de carga y transporte de material mediante pozo-túnel, evitando así el riesgo de voltems y de tránsito de maquinaria pesada por pistas con pendientes elevadas.
- b) Certificación sistema de gestión de seguridad y salud según OHSAS 18001 desde año 2007.
- c) Inclusión de revisión de elementos de seguridad de las instalaciones dentro de las gamas de mantenimiento controladas en SAP y elaboración de check list por áreas para su inspección periódica.
- d) Realización de reuniones periódicas con el delegado de prevención de la cantera para tratar temas de seguridad.
- e) Compromisos con los trabajadores más restrictivos que los marcados por la propia legislación (ej: mediciones de polvo respirable

cuatrimestrales a pesar de que por los resultados obtenidos se pueda hacer anualmente).

- f) Designación de recurso preventivo propio en planta.
- g) Instalaciones adecuadas a normativa pese a su antigüedad.
- h) Visitas anuales de Alta Dirección a cantera para tratar exclusivamente temas de seguridad con todos los trabajadores.
- i) Bajos índices de accidentalidad respecto al sector.
- j) Ausencia de accidentes graves en los últimos años.

## MÉTODO DE EXPLOTACION

La explotación de la cantera se realiza a cielo abierto, con arranque de material mediante perforación y voladura en bancos conformados y con criterios de optimización en la utilización del explosivo.

El material procedente de las voladuras efectuadas en los bancos superiores de la explotación, es llevado mediante un camión dumper hasta la cota 320, situada a la altura del 5º banco, donde se encuentra la boca de la chimenea de vertido de material.

Esta chimenea tiene una inclinación de 70-75º con la horizontal para evitar atascos de material. El transporte del material en la chimenea es por gravedad. La chimenea tiene un diámetro de 5 metros y una altura de 155 metros. Los camiones dumper vuelcan el material procedente de la voladura a través de la chimenea y este llega a una cámara donde se recoge el material.

A continuación, el material es recogido por una pala cargadora que carga sobre un camión dumper en un calatón del propio túnel.

El túnel es una galería horizontal de 40 metros de longitud, 10 metros de ancho y 8 metros de alto, que posee asociado un calatón de 12 metros de largo, que permite la carga en el interior del túnel, con maquinaria de gran producción ( palas VOLVO 330 y dumper CAT 773).El sistema pozo túnel de la cantera fue realizado en 2004, siendo el primer pozo túnel realizado en España para su aplicación en canteras, y a lo largo de los años ha ido evolucionando hacia esta geometría comentada, que permite una seguridad completa para los operarios de carga y transporte así como una mejora de rendimientos en consumos de gasóleos y en producciones.

Una vez cargado el camión, el material es transportado por la plaza de cantera hasta la machacadora primaria para comenzar el proceso de trituración y molienda.

La trituración primaria se realiza con una machacadora de mandíbulas Norberg C-140. El material triturado se envía, junto con el material recuperado de la criba de estériles, a una criba vibrante que separa las arenas procedentes de la trituración primaria y envía el resto de los materiales al pre-stock que realiza la labor de stock intermedio.

Un alimentador Laron de tablero mecánico extrae los materiales del pre-stock, y alimenta la trituradora secundaria de impactos.

Por cinta transportadora se conducen los materiales transformados a una criba de reciclado que separa varias fracciones:

- 0/40 que es enviada a las cribas de clasificación
- 40/60 que puede ser enviado a las cribas de clasificación o volver a la trituradora secundaria
- 60/100 que puede ser enviado al acopio de este producto o volver a la trituradora secundaria

La clasificación de las diferentes fracciones granulométricas se realiza en una serie de cribas vibrantes sobre los silos. En la primera criba se realizan los cortes de las fracciones superiores, pasando los finos a dos cribas dispuestas en paralelo donde se clasifican los tamaños inferiores. Los diferentes tamaños clasificados se almacenan en sus silos correspondientes.

En la instalación de clasificación los cortes 40/60, 25/40 y 6/12 se pueden conducir a través de cintas transportadoras a un silo de pre-stock que alimenta a los dos molinos terciarios para la fabricación de arenas, que una vez producidas son llevadas por un sistema de sinfín, elevador de cangilones y cintas transportadoras hasta los silos correspondientes.

El transporte de áridos a la planta de hormigón se efectúa mediante camión desde los silos de la instalación de clasificación hasta las tolvas de la propia planta de hormigón.



Fig 1- Operación de Carga en galería horizontal del sistema pozo túnel.

El árido fino (0/4) para la planta de hormigón se conduce desde su silo hasta la cinta transportadora de la planta de hormigón mediante un sinfín.

### ACTUACIONES REALIZADAS

Como se ha expuesto, las actuaciones llevadas a cabo para el desarrollo de buenas prácticas en seguridad en la explotación Coto Minero Nafarrondo son variadas. Principalmente las actuaciones prioritarias que dan lugar a poder certificar un sistema de gestión de seguridad y salud según normativa OHSAS 18001 y lograr unos índices de accidentalidad inferiores a los del sector, han sido: conseguir la implicación de los trabajadores en la prevención de riesgos en cantera mediante reuniones periódicas con los trabajadores, implicación del Director Facultativo de la explotación en las materias de seguridad con charlas bimestrales sobre temas de seguridad y salud impartidas por él mismo a todos los trabajadores, incluir la revisión de elementos de seguridad en las operaciones rutinarias dentro de cantera como mantenimientos etc, realizar esfuerzos importantes en conseguir que todos los trabajadores de cantera dispongan de formación en materia de seguridad con un elevado índice de asistentes por curso de formación, designación de figuras con responsabilidades en materia de prevención dentro de la cantera como el recurso preventivo, coordinador de actividades empresariales, gestor de seguridad y salud etc.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN PREVENTIVA

Arriberrí S.L. dispone de un Servicio de Prevención Ajeno para las cuatro especialidades, tanto las especialidades técnicas como la vigilancia de la salud.

Los contratos firmados con los Servicios de Prevención, van más allá de las actividades que se determinan según legislación, de manera que se llega a un acuerdo de colaboración para la realización de sesiones formativas, asesoría en reuniones de comité, adecuaciones de maquinaria etc.

Las especialidades técnicas están contratadas con la empresa SGS Tecnos mientras que la vigilancia de la salud está contratada con la empresa Gespreven.

En Arriberrí se dispone de una persona designada como Delegado de Prevención de la empresa. Esta figura es asumida por el Delegado Sindical y es el encargado de transmitir al resto de los trabajadores, las decisiones que se toman en las Reuniones de Seguridad y Salud del centro de trabajo. Así mismo, y en caso de que los trabajadores no quieran utilizar las herramientas disponibles en cantera para la comunicación de riesgos o sugerencias de mejora en materia de seguridad y salud, el Delegado de Prevención trasladará al Comité las opiniones de los trabajadores. El Delegado de Prevención de la empresa cuenta con formación en materia de seguridad y salud, tal y como establece la normativa.

Los Comités de seguridad y salud del centro son el órgano de consulta de cuantas actuaciones en materia de seguridad se vayan a realizar en la cantera. Se realizan con periodicidad mensual y en ellas se tratan los siguientes temas: aprobación de objetivos, planificación actividad preventiva, actuaciones surgidas en las inspecciones de seguridad periódicas de cantera, requisitos legales de nueva aplicación, resultados de mediciones higiénicas etc.

El director Facultativo de la explotación, es por ley la figura responsable de la seguridad en la cantera. Se trata de personal propio y cualificado ya que dispone de formación de 600 horas en las especialidades de seguridad, higiene y ergonomía y psicología.

El Director Facultativo se encuentra siempre presente en la explotación y realiza las funciones de recurso preventivo en las actividades de voladura y carga de explosivos.

La cantera Nafarrondo no tiene subcontratada en condiciones normales y de continuo ninguna actividad considerada como propia. Puntualmente y por puntas de trabajo o enfermedades de personal propio se deben subcontratar algunas actividades como la perforación o el extendido de tierra vegetal para la restauración.

Además, a la cantera acceden otros proveedores de servicios habituales que realizan trabajos en las instalaciones como las empresas de

ÁREA

F

mantenimiento tanto de maquinaria fija como de maquinaria móvil, empresas de transporte de áridos, limpieza de instalaciones etc.

Para el cumplimiento de lo establecido en el RD 171/2004 de coordinación de actividades empresariales se han llevado a cabo las siguientes actuaciones:

- Se dispone de un control de accesos en la entrada a cantera en la que se deben apuntar tanto los trabajadores de empresas subcontratadas y proveedores como visitas.

- Solicitud de documentación preventiva antes de permitir entrada a cantera de empresas externas

- Entrega de información en materia preventiva de la propia explotación

- Para la intercambio de documentación se ha contratado específicamente a una persona que se encarga del seguimiento diario del estado de la documentación entregada por las diferentes contratas y proveedores, para todos los centros de trabajo de la zona Noreste.

- Impartición de instrucciones por parte del Director Facultativo de la explotación que imparte instrucciones sobre los métodos de trabajo seguro tanto a los trabajadores propios como a los subcontratados

Por otro lado, la empresa dispone de un organigrama preventivo que detallamos a continuación y en el que se puede comprobar cómo al no disponer de personal específico dedicado a PRL en planta, las funciones son asumidas por personal adscrito al propio negocio, haciendo que la implicación de producción en la prevención sea total.

### Breve descripción de las principales actividades preventivas

Arriberrí S.L. ha evaluado los riesgos existentes en cantera, tanto por puesto de trabajo como por área de trabajo. Para dicha evaluación se ha usado el método ERGOS. Esta evaluación es entregada a todos los trabajadores mientras que a las empresas que entran a realizar trabajos en cantera, se les entrega las evaluaciones del área en el que van a actuar.

Las evaluaciones de riesgos se revisan con periodicidad anual para actualizar los resultados de las mediciones higiénicas realizadas durante el año (ruido, polvo y vibraciones así como medidas de CO y CO2 en el túnel). Así mismo, después de cada accidente que pueda ocurrir en cantera, se comprueba si es necesario realizar una nueva revisión de la evaluación.

En los últimos años, la formación en materia de PRL se ha considerado un pilar fundamental para conseguir transmitir la política de integración de la seguridad y salud en el día a día de la cantera. Como hemos comentado anteriormente, las diferentes figuras con funciones en materia de seguridad y salud (Director Facultativo, Recurso preventivo o Delegado de Prevención) disponen de formación en Prevención de riesgos laborales.

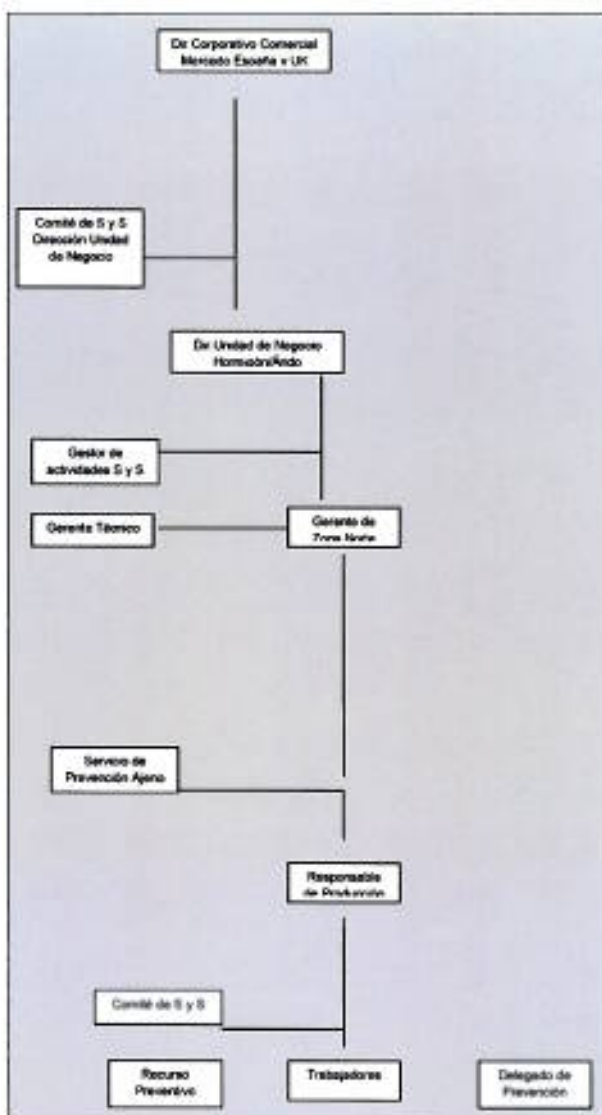
Todos los trabajadores de la cantera disponen de un curso práctico en manejo y extinción de incendios, hay gran parte del personal formado en primeros auxilios y trabajos en altura.

Para una plantilla de 20 trabajadores, se dispone de unos indicadores de formación por ejemplo en el último año que son los siguientes:

- 18 trabajadores / curso de formación
- 20 trabajadores formados en el año (toda la plantilla)
- 109 horas de formación

Los trabajadores se encuentran informados de todas las actuaciones que se llevan a cabo en la cantera mediante los comités de seguridad y salud de la empresa, tal y como hemos comentado antes. En estos comités están presentes las siguientes personas: Director facultativo (responsable de prevención del centro), Encargado (recurso preventivo), técnico del SPA, delegado de prevención y en algunas ocasiones el gestor de seguridad y salud que además es responsable del sistema de gestión y comunica los posibles cambios que pudiera haber en el sistema.

De igual modo, la documentación fundamental para todos los trabajadores como las evaluaciones de riesgos, funciones del plan de autoprotección, disposiciones internas de seguridad o instrucciones



operativas, se entregan a todos los trabajadores dejando registro de ello.

La vigilancia de la salud en cantera se desarrolla según contrato establecido con la empresa Gespreven. Se dispone de un listado de protocolos de inspección por puesto de trabajo en base a los riesgos definidos en la evaluación de riesgos. Se ha conseguido con campañas de sensibilización que el porcentaje de renuncias a los reconocimientos médicos de empresa sea cero y todos los trabajadores efectúen el reconocimiento.

Desde el Servicio de Prevención corporativo de la empresa matriz de Arriberrí, Cementos Portland Valderrivas, se realizan además campañas de vigilancia de la salud para todos los trabajadores, como campañas contra el tabaco o para concienciación de vacunación.

En la planta de Orozko, las instalaciones fijas, maquinaria móvil, zonas de tránsito, disponen de señalización adecuada según lo determinado en RD 486/97. Se han elaborado unas fichas de señalización por equipo con la colaboración de técnicos de PRL, de manera que en planta únicamente se debe asegurar que cada equipo de cantera, dispone de la señalización marcada y del adecuado mantenimiento de dichas señales.

Con respecto a los equipos de protección de individual se dispone de extenso catálogo de Equipos (EPIS) que se va actualizando a criterio de los técnicos de Prevención que asesoran a la empresa. Todos los años, se entregan a todos los trabajadores los equipos de protección necesarios para el desempeño de su trabajo, si bien desde la empresa se trata siempre de potenciar acciones de protección colectiva sobre las individuales.

Arriberrí, realiza mediciones higiénicas a todos sus trabajadores. Concretamente se realizan las siguientes medidas y periodicidades:

CONTROL HIGIENICO	PERIODICIDAD
Polvo respirable + sílice	Cuatrimestral
Ruido	Anual
Vibraciones	Anual
Emisión de CO y CO <sub>2</sub>	Anual

Las mediciones de CO y CO<sub>2</sub> se realizan en el interior de la galería de carga y transporte de la chimenea de vertido, para comprobar que no se producen acumulaciones de gases en el interior y pueda poner en peligro al palista que se encuentra trabajando.

Las acciones que puedan surgir de estos informes de mediciones higiénicas, se trasladan a un plan de acción para la definición de responsables y plazos para lograr reducir los valores obtenidos.

La empresa Arriberrí dispone de un Plan de Autoprotección según RD 330/2009. Las funciones de cada trabajador dentro del Plan de Autoprotección en vigor están entregadas a todos trabajadores y se dispone de las aceptaciones por escrito de las figuras descritas en el Plan de Autoprotección.

Para comprobar el adecuado grado de implantación y funcionamiento del Plan de Autoprotección, se realizan simulacros anuales. A parte de los simulacros, cuyas anomalías en la ejecución del mismo, se llevan para su tratamiento al plan de acción, se realiza formación a modo de recordatorio todos los años para todos los trabajadores de cantera.

### Accidentalidad

Desde el año 2005 en que la cantera Nafarrondo es adquirida por Cementos Leona, posteriormente absorbida por la mercantil Cementos Portland Valderrivas, el número de accidentes con baja en cantera Nafarrondo es de quince. Ninguno de los quince accidentes se ha considerado grave, siendo uno de ellos un accidente in itinere.

A continuación se muestra una gráfica con la evolución de los índices de accidentalidad de los últimos años (Figura 2 y 3).

### OTRAS MEDIDAS CONCRETAS RELACIONADAS CON PRL

Como medidas excepcionales relacionadas con la Seguridad y Salud en el trabajo podemos considerar dos de manera importante.

#### Riguroso Control Higiénico en cantera

La empresa dispone de un muy riguroso programa de controles higiénicos para los trabajadores.

Fruto del compromiso de la empresa por garantizar la salud de los trabajadores, desde Arriberrí se realizan controles más exhaustivos de los marcados por la legislación. La ITC 2585/2007 de "Protección de los trabajadores contra el polvo en relación a la silicosis en las industrias extractivas" permite reducir la frecuencia de los controles de cuatrimestral a anual, si no se sobrepasa el 50% de los valores límite. La cantera Nafarrondo se ha encontrado en esa situación y sin embargo, en ningún caso se ha planteado esta posibilidad y continúa realizando mediciones cuatrimestrales para asegurar el seguimiento de los riesgos higiénicos de sus empleados.

Al margen del seguimiento y control de resultados, se llevan a cabo importantes acciones para reducir los valores higiénicos como la instalación de una caseta aislada para realizar el desensilado desde el interior reduciendo la afeción por polvo y ruido. A continuación se detalla, la reducción de los valores de polvo respirable del puesto de desensilado tras la inversión (Figura 4).

Además, se realizan controles anuales de vibraciones para todos los puestos de trabajo en cuya evaluación de riesgos se ha identificado este riesgo como es el caso de todos los maquinistas de maquinaria de cantera (palas, retros, camiones dumper) y algunos puestos en instalaciones fijas. No es un requisito legal realizar las mediciones con esta periodicidad.

También se miden las condiciones en cuanto a control de emisiones de gases en el interior de la galería subterránea de descarga de la chimenea de vertido de material, a pesar de que la galería es corta y los resultados históricos no precisan problemas de ventilación.

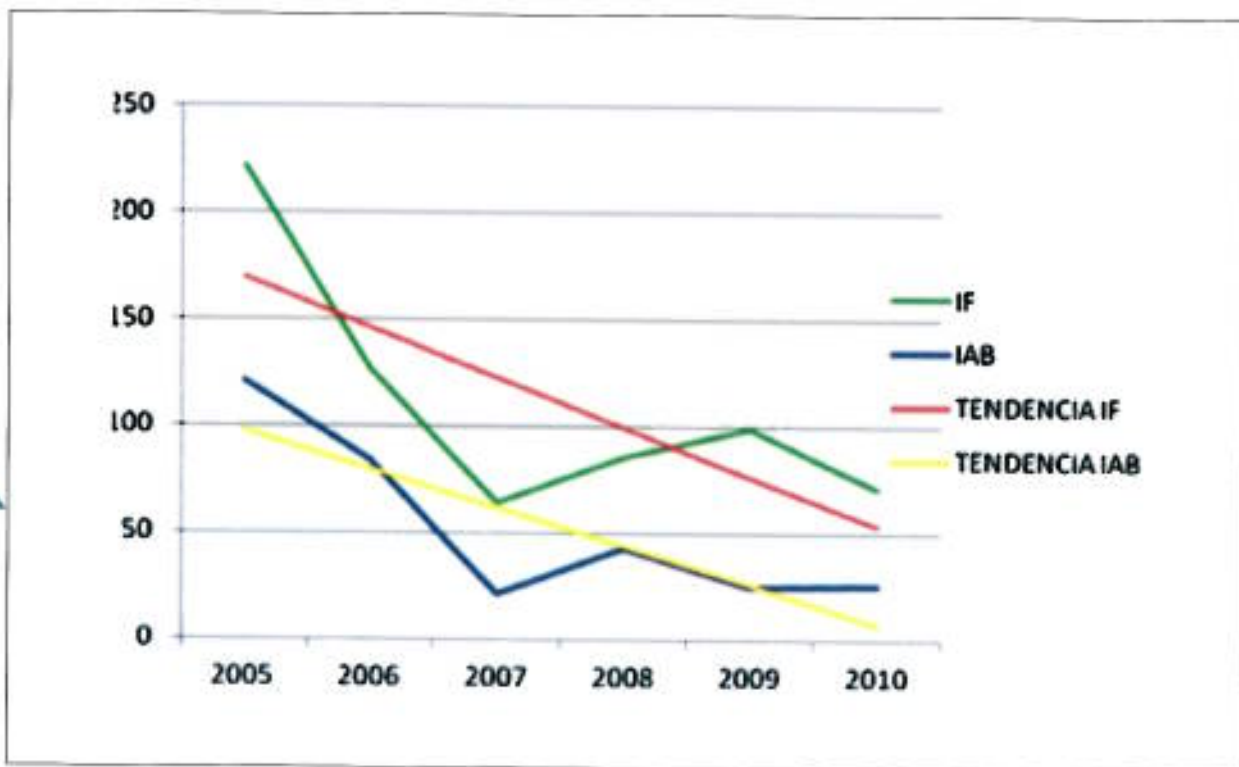


Fig 2- Evolución anual de los índices de frecuencia y tendencia.

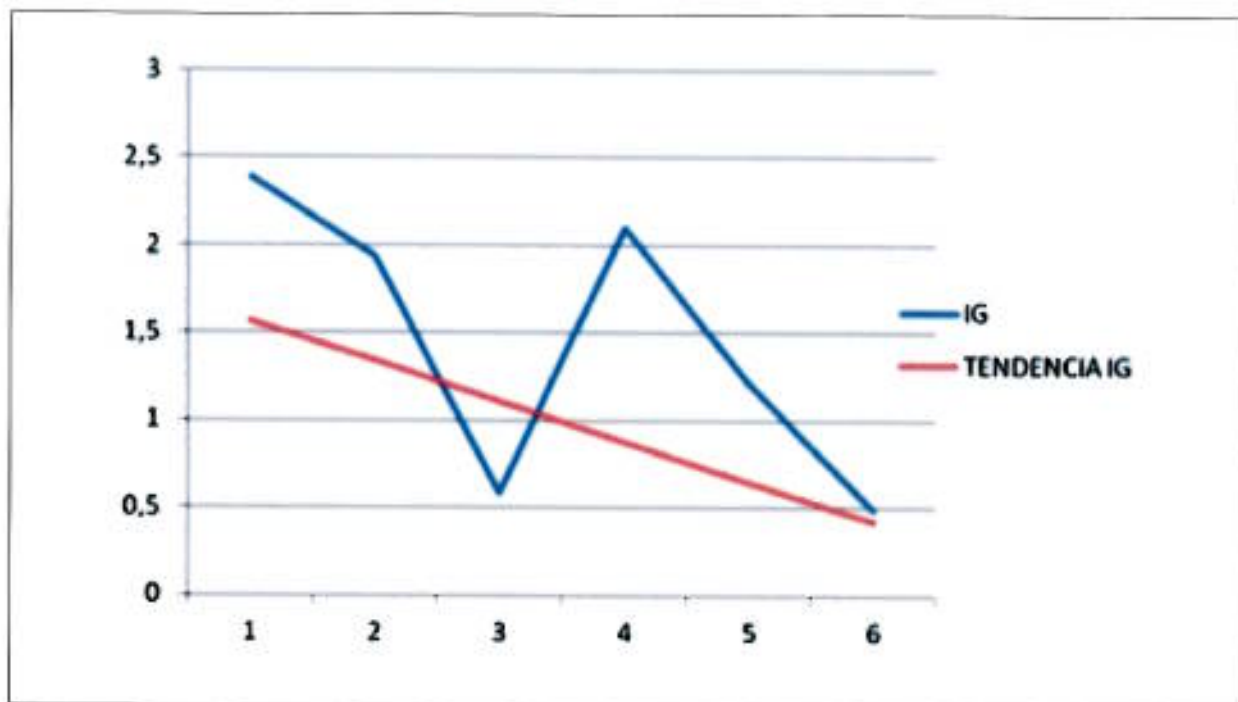


Fig 3- Evolución anual del índice de gravedad y tendencia.

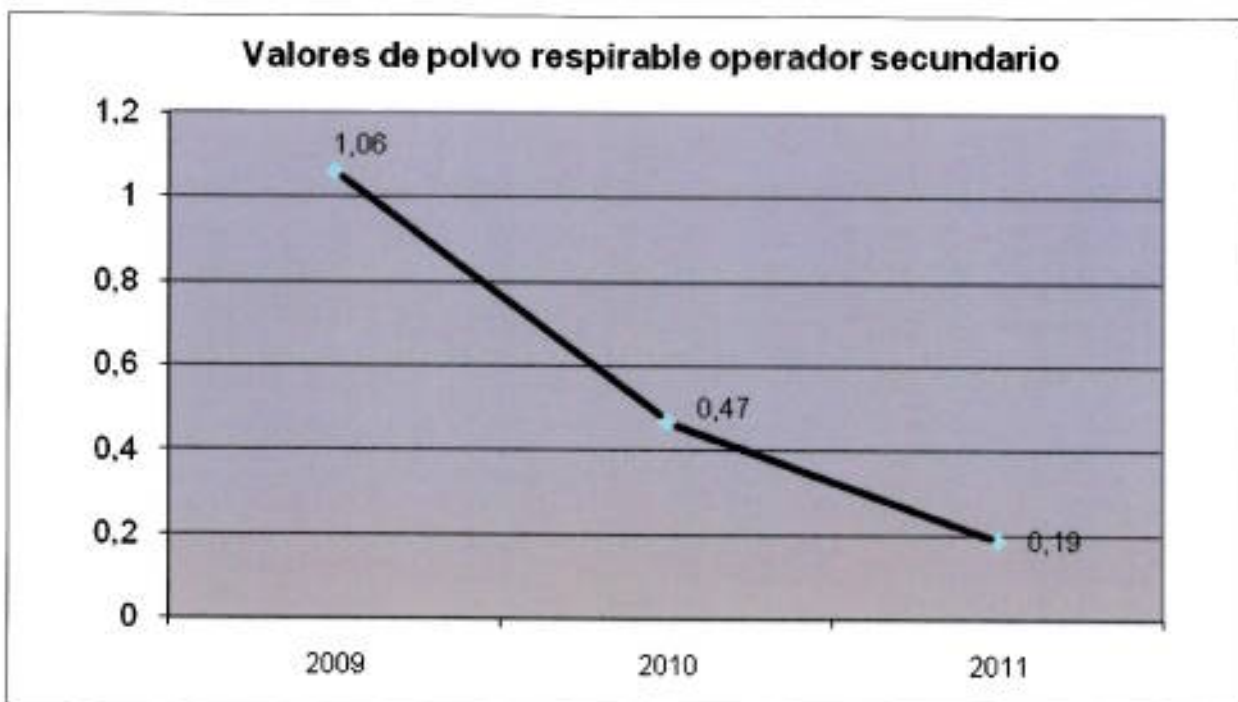


Fig 4-Evolución anual de polvo respirable por operador de secundaria.

### Sistema pionero de carga y transporte de material mediante sistema pozo-túnel

El pozo-túnel de la cantera de Nafarrondo se realiza en el año 2002 en base al Proyecto de mejora de la seguridad y corrección de impactos ambientales en el COTO MINERO NAFARRONDO (SISTEMA POZO-TUNEL), siendo el primer pozo-túnel realizado en el estado para aplicación en canteras. Este pozo cumple inicialmente con uno de sus objetivos principales, que es:

1.- Aumentar la seguridad en los trabajos de explotación, eliminando operaciones de riesgo, en cumplimiento de lo exigido por la Directiva 92/104/CEE y el R.D. 1389/1997, por el que se aprueban las

disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia seguridad y de salud de los trabajadores de las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas.

La orografía y geometría de la cantera hace imposible el acceso a los frentes de explotación a través de pistas externas, por lo que antiguamente se trabajaba por volteos de material y realizando una explotación ascendente.

Esta situación implicaba, entre otros problemas, un gran riesgo para trabajadores y activos, debido a las proyecciones de material, trabajos bajo frentes de gran altura y sin saneos etc. La puesta en marcha inicial, siendo el primer sistema que se aplica en España, soluciona el





Fig 5-Vista general de cantera donde se observa a mano derecha la imposibilidad de crear pistas de acarreo cumpliendo normativas.

problema de los vertidos y de seguridad. Durante la vida del pozo túnel se detectan nuevos riesgos de posibles caídas de piedras en épocas de lluvias sobre la maquinaria de carga y transporte y sus operarios, que se evitan evolucionando el sistema pozo túnel a etapas más avanzadas, que permiten el cargue dentro del túnel, (inicialmente la pala cargaba dentro y salía al exterior donde esperaba el camión), estando en todo momento el conjunto máquina-hombre protegidos.

Fruto de todas las actuaciones descritas con anterioridad, la gestión de la prevención de riesgos laborales en la cantera de Orozko ha sido reconocida por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene, al quedar como la quinta empresa mejor valorada en un estudio encargado por el INSHT para relacionar la eficacia de la prevención de riesgos laborales con la excelencia empresarial en las empresas.



 ARRIBERRI, S.L

 EMPRESAS PARTICIPANTES

RESULTADOS:

Eje A. Valoración sobre gestión empresarial:	0,81	Promedio	0,61
Eje B. Valoración sobre gestión preventiva:	0,84	Promedio	0,73
Nivel conjunto:	A	Promedio	B
Posición respecto las 50 empresas participantes:	5		

Estudio realizado para el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo  
[www.insht.es](http://www.insht.es)

Fig 6-resultado de la valoración de ARRIBERRI por el INSHT.