Proyecto: Eco-Mining
LIFE04 ENV/ES/000251

LIFE04 ENV/ES/000251

Programa: LIFE-Medio ambiente

Proyecto europeo de demostración: **Eco-Mining**
Cofinanciado por la Unión Europea

Entregable – I
Dossier técnico, memoria de validación y evaluación final
"Prototipo basado en tecnologías limpias combinadas"

[www.life-ecomining.org]

Promotor: **Hormisoria, S.L.**
(Soria - España)

Socios:

- **Sociedad "El Carrascal, Tomillar, Llanos, Cuesta y Otros"**
  Dombellas y Santervás de la Sierra - Garray (Soria - España)
- **Eco4Ward**
  Graz (Austria)

Colaboradores:

Excmo. Ayuntamiento de Garray (Soria)

Zona de actuación: Dombellas y Santervás de la Sierra Término municipal de Garray (Soria)

Fecha de inicio: Segundo semestre de 2004
Fecha de finalización: Primer semestre de 2007

[Junio de 2007]

INDICE DE CONTENIDOS

1. Antecedentes, objetivo y resumen del proceso. 3

2. Reseña fotográfica en punto de partida: "fase inicial anterior al proyecto"..... 4

   2.1. Valores de partida, previos a la implantación del prototipo: 5

3. Fase-1 de implantación del sistema: reseña técnica y fotográfica de la puesta en marcha de la "batería de hidrociclonado"..... 6

   3.1. Determinación del tipo de hidrociclón a instalar. 6
   3.2. Reseña fotográfica del proceso de montaje y puesta en marcha de la instalación..... 8
   3.3. Diagrama de bloques para integración de la batería de hidrociclonado. 9
   3.4. Resultados al final de la primera fase (Batería de hidrociclonado en funcionamiento). . 10
   3.5. Conclusión al final de la primera fase: 10
   3.6. Resultados de contraste al final de la primera fase. 11

4. Reseña técnica y fotográfica de los ensayos realizados para determinar el mejor sistema de deshidratación de lodos en la fase de "separación "líquido-sólido". 12

5. Fase - 2 de implantación del sistema: reseña técnica y fotográfica de la implantación del "sistema de separación "líquido-sólido" por deshidratación natural forzada con bombeo eficiente. 16

   5.1. Conclusión al final de la segunda fase:..... 20
   5.1. Conclusión al final de la segunda fase:..... 21
   5.2. Resultados de contraste al final de la segunda fase. 22

6. Seguimiento de indicadores ambientales según Recomendación 2003/532/CE..... 23

7. Ratios coste / beneficio ambiental..... 24

8. Evaluación final y control de calidad..... 28

9. Transferencia y reproducibilidad desde el punto de vista técnico. 28

1. Antecedentes, objetivo y resumen del proceso.

Del proceso de lavado de áridos, clasificación granulométrica y en algunos casos triturado del material; resulta un “residuo” de material ultrafino en suspensión acuosa (< 80 µm). Para separar la fracción sólida contenida en ese “lodo”, se viene utilizando el sistema de deshidratación al aire en balsas de decantación.

Los lodos representan entre un 5% y 15% del producto inicial y no pueden verterse directamente debido entre otras causas a la cantidad de partículas sólidas en suspensión que contienen; se ha venido considerado material de desecho y se deposita habitualmente en huecos de la explotación.

Con este sistema:

- Se desperdicia una gran cantidad de agua por evaporación.
- Aumentan los tiempos de restauración, por la gran cantidad de espacio que es necesario reservar y mantener para esta finalidad.
- Se incrementa el riesgo de contaminación difusa y dificulta una verdadera minería de transferencia.

El Proyecto ha definido y validado un prototipo, que combinando diversas “tecnologías y técnicas limpias” permite la deshidratación de lodos en la propia planta de procesado del mineral; y siguiendo las directrices que establece la Directiva Marco del Agua, reutilizar hasta un 90% de agua; suprimir la superficie dedicada a balsas de decantación y aprovechar el material resultante para labores de restauración y compensación de suelos, mediante un tratamiento previo de compostaje y para el relleno directo de los huecos de explotación.

Tras numerosos ensayos realizados en planta y atendida la específica caracterización de los lodos tratados en la explotación, se ha llegado a concluir que habría que combinar una “batería de hidrociclonado” que actua en primer lugar para obtener en continuo lodos con un “corte granulométrico” < 38 µm; y un sistema de desecación, que en fase de deshidratación permite su transformación en un vertido de “sólido húmedo”, con máxima recuperación de agua y apto ya para corrección de desequilibrios edáficos.

Como a escala real no se conocían experiencias ni se tenían por tanto resultados de la combinación de las tecnologías existentes; para garantizar el máximo potencial de transferencia y reproducibilidad en base a la obtención de los mejores resultados posibles, se ha secuenciado la implantación a lo largo del proyecto para, en función de los ensayos y caracterización exacta del efluente del proceso de hidrociclonado, determinar el sistema de deshidratación que mejor sirva al objetivo del Proyecto.

Se establecieron por tanto dos fases:

<u>Primera fase (hidrociclonado)</u>: implantación de un sistema de hidrociclonado y escurrido, para la recuperación de fraciones >38 µm; lo que permitió disponer en continuo de lodos con granuloetría <38 µm.

<u>Segunda fase (deshidratación)</u>: con base en los ensayos realizados a escala de laboratorio, pero ahora sobre el lodo obtenido y a escala real; se realizaron numerosos ensayos con diversas tecnologías de deshidratación (centrifugadora-decanter, filtros prensa y tube-press); con los que no se alcanzaron los resultados esperados.

Esto no significa que dichas tecnologías no puedan resultar idóneas para lograr los mismos objetivos en otras explotaciones, pues la validez o no de unas u otras, depende fundamentalmente de la caracterización específica de los lodos generados en cada caso concreto; por lo que tras los ensayos en laboratorio, es muy importante trasladar éstos a planta y realizarlos a escala real.

Finalmente y para la explotación de “El Tomillar” en la que se desarrolla el proyecto, se ha definido como mejor técnica disponible; la integración de un sistema de “deshidratación de lodos por decantación natural forzada con bombeo eficiente”, con el que se logra la máxima recuperación de agua y se acelera el proceso de restauración de los espacios explotados; permitiendo sustituir el sistema basado en “balsas de decantación” y logrando finalmente un depósito de vertido sólido húmedo.

2. Reseña fotográfica en punto de partida: “fase inicial anterior al proyecto”.

El proceso de lavado, clasificación del mineral y tratamiento de lodos se venía realizando por el “sistema tradicional” de balsas de decantación; con el que sólo se recuperaba hasta un 25% de agua, en el proceso inicial de decantación que se lleva a cabo inmediatamente después del lavado del mineral y antes de comenzar el tratamiento de los efluentes propiamente dicho.

2.1.Valores de partida, previos a la implantación del prototipo:

VALORES DE PARTIDA ***(Previos a la implantación de prototipo)***		
Indicadores	**Valor**	**Observaciones**
Superficie balsas decantación	± 5 Has	
Caudal de agua en rebose	261,00 m3/h	
Concentración de sólidos	70,00 gr/l	
Cantidad de sólidos en rebose	18,27 Tn/h	
Concentración de sólidos en barro	0,378 Tn/m3	
Lodos a bombear a las balsas decantación	48,4 m3/h	*En 8 horas de trabajo:* *18,27 * 8 = 146,16 Tn de sólido a evacuar.* *146,16 / 0,378 = 387m3 de lodos a bombear.*
Ritmo de ocupación de balsas para 1000 m3	20 h 39’	*Con la misma jornada y ritmo de trabajo: 1000 m3/ 48,4 m3/h = 20,7 horas*
Energía necesaria para el bombeo (Para cuantificar emisión de gases efecto invernadero)	30*387=11.610 kw*h	*Para igual concentración de sólidos en lodos a bombear, (por tanto igual caudal de bombeo q (m3/h) con bomba de 30 kw), en jornada de 8 horas (387m3 de lodos a bombear).* *Emisiones promedio estimadas por cada kw*h s/diversos autores: CO2: 0,5-0,6 kg/año; So2: 1,33 gr; NOx 1,67 gr.*

3. Fase-1 de implantación del sistema: reseña técnica y fotográfica de la puesta en marcha de la “batería de hidrociclonado”.

3.1.Determinación del tipo de hidrociclón a instalar.

Con base en numerosas investigaciones previas, con el fin de recuperar la máxima cantidad de agua posible y reducir la cantidad de sólidos a deshidratar en la segunda fase de tratamiento, se procedió a caracterizar la planta de ciclonado que mejor serviría a los objetivos del proyecto.

Habiendo realizado analíticas de diversas y frecuentes muestras de los sólidos evacuados con las aguas de lavado y según métodos estadísticos desarrollados por los propios técnicos de Hormisoria, se llegó a la conclusión de que el contenido de partículas con tamaños comprendidos en la fracción > 38 μm presentaba un valor medio del orden del 50% de los sólidos eliminados en dichas aguas de lavado.

Se procedió a controlar la eficacia de clasificación de los efluentes mediante la cuantificación de la cantidad de partículas > 63 μm perdidas en el rebose del hidrociclón; y con el fin de confirmar la validez los anteriores valores estadísticos, se intensificó la investigación en la línea de disponer de un más amplio conocimiento de las diferentes zonas del yacimiento, a los efectos de conocer más fehacientemente los contenidos de fracción > 38 μm que pudieran resultar recuperables.

La conclusión a que se llegó una vez finalizado ese estudio, fue que, si bien con cierta frecuencia se alcanzaban valores próximos al 50% indicado, existían también otras zonas de explotación, no muy bien diferenciadas, en las que la cantidad de fracción contenida en las aguas de lavado se mostraba sensiblemente diferente a lo considerado en los estudios iniciales; lo cual no puede resultar nada extraño dadas las características de variabilidad cuantitativa y cualitativa de este tipo de yacimientos sedimentarios, bien lejanos de la homogeneidad.

Para determinar el contenido total de sólidos y arenas de tamaño superior a 38 μm en el rebose del hidrociclón y la concentración del lodo del decantador, se pasaron por el tamiz de 38 μm para conocer el contenido de partículas de tamaño superior al indicado; también se determinó el contenido total de sólidos y la concentración de partículas de tamaño inferior a 38 μm. La concentración del lodo procedente del decantador se determinó a través de la densidad de pulpa calculada por el peso y el volumen de la muestra.

La instalación de ciclonado para la recuperación de ultrafinos, tal como se había previsto, fue calculada en función de los máximos valores de fracciones < 38 μm a recuperar, así como en función del caudal de tratamiento calculado mediante aforos en la instalación de lavado de arenas.

Se consideró que las concentraciones de sólidos en las aguas de rebose del hidrociclón de lavado estaban en el orden de 70 gr/l.

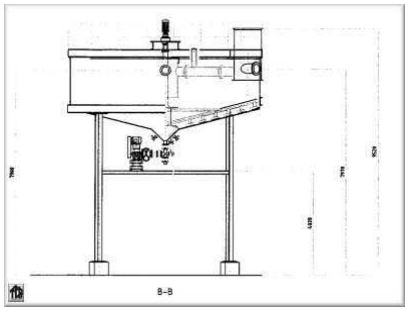
Por otra parte, se pudo comprobar que el caudal de pulpa a tratar era de 300 m3/h.

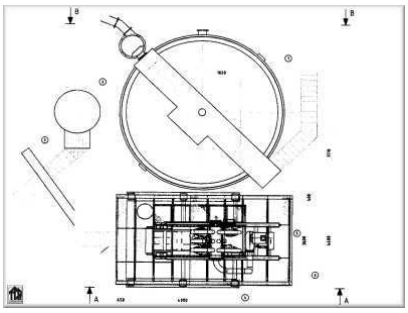
Estos valores permitieron definir el tipo de hidrociclones y escurridor vibrante adecuados, con vistas a recuperar entre un 30 y un 50% de arenas finas > 38 μm; con lo que la cantidad de lodos vertidos quedaría reducida a una cifra equivalente a un 70/50% de los valores que inicialmente se estaban enviando a vertedero.

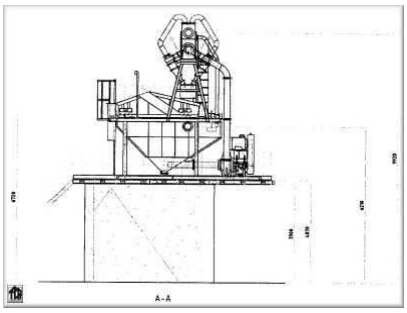
Los hidrodiclones seleccionados reúnen unas especiales características, determinantes ante la aplicación a que se les destina:

Así por ejemplo, la geometría de los mismos corresponde con una de las más eficientes en cuanto a lograr la mayor recuperación de fracciones > 38 μm. Al mismo tiempo se les ha dotado de una extensión en su sección cilíndrica, a fin de disponer de un mayor tiempo de retención de los sólidos en su interior, lo que permite prolongar la longitud del vórtice y conseguir de ese modo una mayor recuperación de partículas finas del tamaño buscado.

Durante la puesta en marcha de la planta se procedió a la toma de muestras de diferentes puntos para conocer su eficiencia en operación.





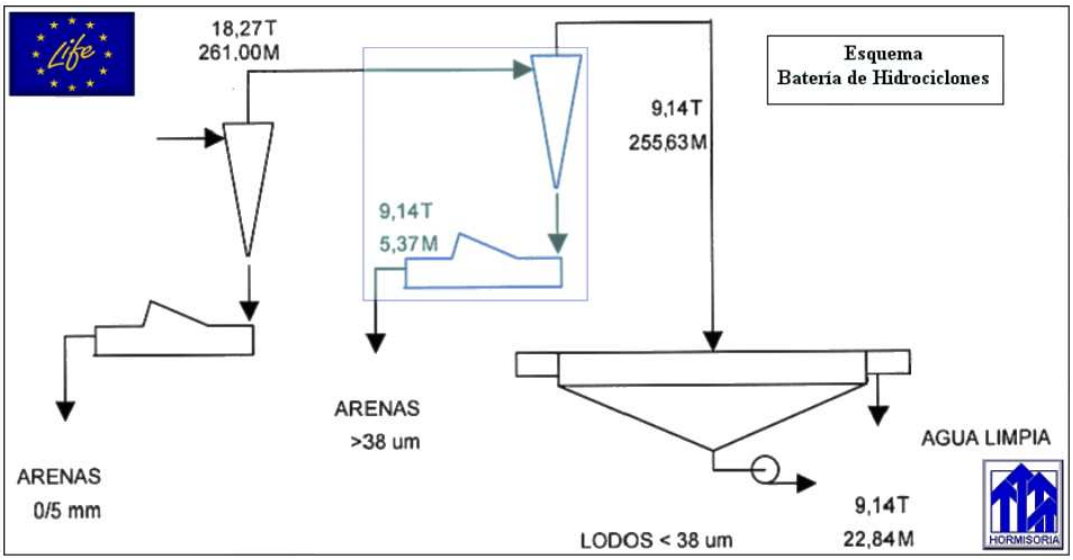


3.2. Reseña fotográfica del proceso de montaje y puesta en marcha de la instalación.

La batería de hidrociclonado, como puede apreciarse en las imágenes, se ha intercalado en la línea de lavado tras el rebose de la misma; y con ella se ha logrado recuperar un 26% de agua que es reutilizada en nuevas labores de lavado de mineral y riego.

3.3. Diagrama de bloques para integración de la batería de hidrociclonado.

La instalación de recuperación de ultrafinos (> 38 µm) está siendo capaz, recibiendo 261 m3/h de aguas de lavado con una concentración de sólidos de 70 gr/l, de recuperar entre un 25 a un 50% de sólidos contenidos en esas aguas.



El sistema de tratamiento esta formado por una planta compacta de hidrociclonado, modelo MLE 5/25-150.55-34, compuesta por una batería lineal DLK 6/5G4 con 5 hidrociclones SR025102 V con un diámetro de 250 mm, disponiendo de un acoplamiento extra, previsto para una sexta unidad. Una bomba WP 8/6 E-AH que alimenta los hidrociclones, y un escurridor vibrante EV 34 de 900 x 3.200 mm de superficie filtrante, para el escurrido de las arenas recuperadas.

3.4.Resultados al final de la primera fase (Batería de hidrociclonado en funcionamiento).

Los resultados obtenidos tras la puesta en marcha de la “batería de hidrociclones”, son los que se indican en la siguiente tabla; y han supuesto una importante mejora respecto de la situación de partida, como puede apreciarse en la siguiente comparativa:

VALORES AL FINAL DE LA PRIMERA FASE (Batería de hidrociclonado en funcionamiento)		
Indicadores	**Valor**	**Observaciones**
Superficie balsas decantación	± 5 Has	*Mayor duración de las balsas por reducción del ritmo de llenado y ocupación. En esta fase, la mejora se produce al recudir la necesidad de nuevas ocupaciones.*
Caudal de agua en rebose	255,63 m3/h	
Concentración de sólidos	52,68 gr/l	
Cantidad de sólidos en rebose	13,47 Tn/h	
Concentración de sólidos en barro	0,378 Tn/m3	
Lodos a bombear a las balsas decantación	35,6 m3/h	*En 8 horas de trabajo:* *13,47 * 8 = 107,76 Tn de sólido a evacuar.* *107,76 / 0,378 = 285m3 de lodos a bombear.*
Ritmo de ocupación de balsas para 1000 m3	28 h	*Con la misma jornada y ritmo de trabajo: 1000 m3/ 35,6 m3/h = 28,1 horas*
Energía necesaria para el bombeo	30*285=8.550 kw*h	*Para igual concentración de sólidos en lodos a bombear, (por tanto igual caudal de bombeo q (m3/h) con bomba de 30 kw), en jornada de 8 horas (285m3 de lodos a bombear).* *Emisiones promedio estimadas por cada kw*h s/diversos autores: CO2: 0,5-0,6 kg/año; So2: 1,33 gr; NOx 1,67 gr.*
Energía necesaria para el funcionamiento de la batería de hidrociclones	62,20 Kw*h	
Tiempos promedio dedicados para el transporte de lodos reducidos, de las balsas de decantación a los huecos de relleno; por cada 1000 Tn de zahorra lavada.	350 h/año	*Importante: La evacuación de lodos de un año concreto, corresponde a los generados en años anteriores; por lo que no aprecia en esta fase la mejora alcanza. Sin embargo, es de directa deducción el que si el ritmo de ocupación desciende, igualmente se espaciará el tiempo en el que los lodos habrán de ser transportados; con la consiguiente reducción de emisiones derivadas de dicho transporte..*

3.5.Conclusión al final de la primera fase:

Los resultados obtenidos tras la puesta en marcha de la batería de hidrociclonado, fueron altamente exitosos incluso en las etapas preliminares en las que se realizaron los ajustes para conseguir la optimización de esta planta; sobre la base de la alta efectividad en la recuperación de las arenas, de las fracciones mayores de 38 μm.

Desde el primer momento, los objetivos de este proyecto han sido, por un lado la minimización del vertido de los residuos generados en la planta de tratamiento de áridos, y por otro, la transformación de un residuo líquido, en pulpa, como ocurre actualmente con los lodos decantados en el tanque clarificador, que se bombean o transportan hasta las correspondientes balsas de decantación; a un residuo sólido, si bien húmedo, como pueden ser las tortas producidas en un filtro prensa.

Concluida con éxito la Fase 1, y ya con los elementos que la integran operativos; se dio por alcanzado el primero de los hitos: la minimización del volumen de residuos.

En consecuencia ya se estaba retirando del producto residual, la fracción arenosa de granulometría superior a 38 μm; por lo que el volumen de lodos a evacuar a balsas era inferior al que hasta la fecha se venía enviando. Ello supuso inicialmente la recuperación de un 26% del agua que hasta la fecha se perdía por evaporación; y ampliar la vida útil de las balsas con base en

un menor ritmo de ocupación debido al menor volumen de vertido generado, en un 36%; por lo que se vio aumentado el tiempo en el que sería necesario ocupar nuevas extensiones de terreno para crear nuevas balsas de decantación.

En este momento y a la vista de las diferentes composiciones granulométricas de las distintas zonas del yacimiento, se consideró llegado el momento de comenzar a procesar materiales distintos para determinar la cantidad de lodos a filtrar, así como las características de los mismos; con el fin de determinar el sistema de filtración más adecuado.

3.6.Resultados de contraste al final de la primera fase.

La puesta en marcha de la “batería de hidrociclones” supuso una importante mejora respecto de la situación de partida, que puede apreciarse en la siguiente tabla comparativa:

VALORES COMPARADOS			
Indicadores	**Antes 1ª Fase**	**Tras 1ª Fase**	**Cuantificación de la mejora**
Superficie balsas decantación	± 5 Has	± 5 Has	*Incremento en la duración de las balsas 36%*
Caudal de agua en rebose	261,00 m3/h	255,63 m3/h	
Concentración de sólidos	70,00 gr/l	52,68 gr/l	
Cantidad de sólidos en rebose	18,27 Tn/h	13,47 Tn/h	
Concentración de sólidos en barro	0,378 Tn/m3	0,378 Tn/m3	
Lodos a bombear a las balsas decantación	48,4 m3/h	35,6 m3/h	*Agua de bombeo recuperada 26%*
Ritmo de ocupación de balsas para 1000 m3	20 h 39’	28 h	
Energía necesaria para el bombeo	30*387=11.610 kw*h	30*285=8.550 kw*h	*Reducción emisiones: 26%*
Energía necesaria para el funcionamiento de la batería de hidrociclones		62,20 Kw*h	
Tiempos promedio dedicados para el transporte de lodos reducidos, de las balsas de decantación a los huecos de relleno; por cada 1000 Tn de zahorra lavada.	350 h/año	350 h/año	*Importante: La evacuación de lodos de un año concreto, corresponde a los generados en años anteriores; por lo que no se aprecia en esta fase la mejora alcanza. Sin embargo, es de directa deducción el que si el ritmo de ocupación desciende, igualmente se espaciará el tiempo en el que los lodos habrán de ser transportados; con la consiguiente reducción de emisiones derivadas de dicho transporte (36%).*

4. Reseña técnica y fotográfica de los ensayos realizados para determinar el mejor sistema de deshidratación de lodos en la fase de “separación “líquido-sólido”.

Concluida con éxito la primera fase de separación “sólido-sólido” y antes de proceder a la adquisición e integración de la tecnología más idónea para la separación “líquido-sólido”; se realizaron numerosos ensayos “en planta” con una “centrifugadora – decanter”, que desaconsejaron su implantación atendida la caracterización específica de las arcillas tratadas, el coste de los equipos y su rendimiento en este caso concreto.

Los sistemas de deshidratación por presión, fueron desestimados con base en el resultado de los ensayos inicialmente realizados; pese a ello, se realizaron nuevas pruebas en condiciones

reales de funcionamiento sobre los nuevos lodos resultantes de la “batería de ciclones” en el proceso; que hicieron de nuevo desaconsejable su implantación.

En beneficio de la transferencia y con el fin de contrastar otras tecnologías posibles, se realizaron ensayos con la tecnología denominada “Tube Press”; que igualmente y por las mmas razones expuestas llevaron al descarte de la misma.

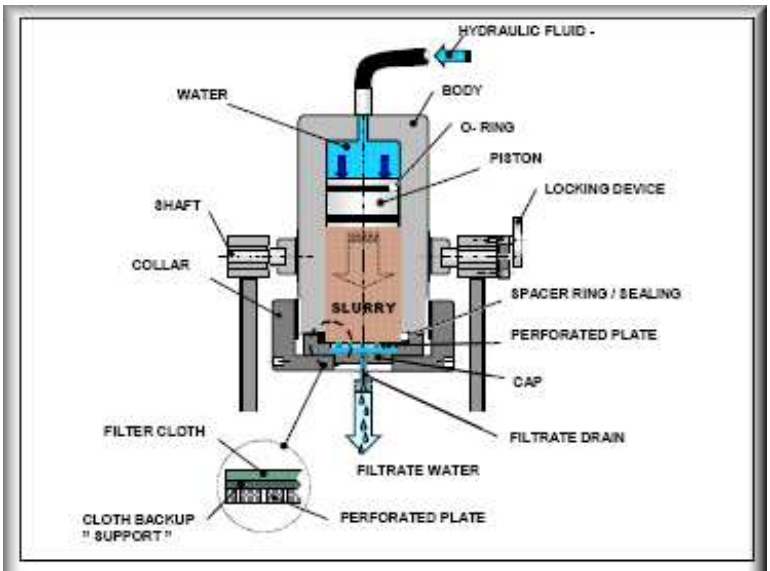
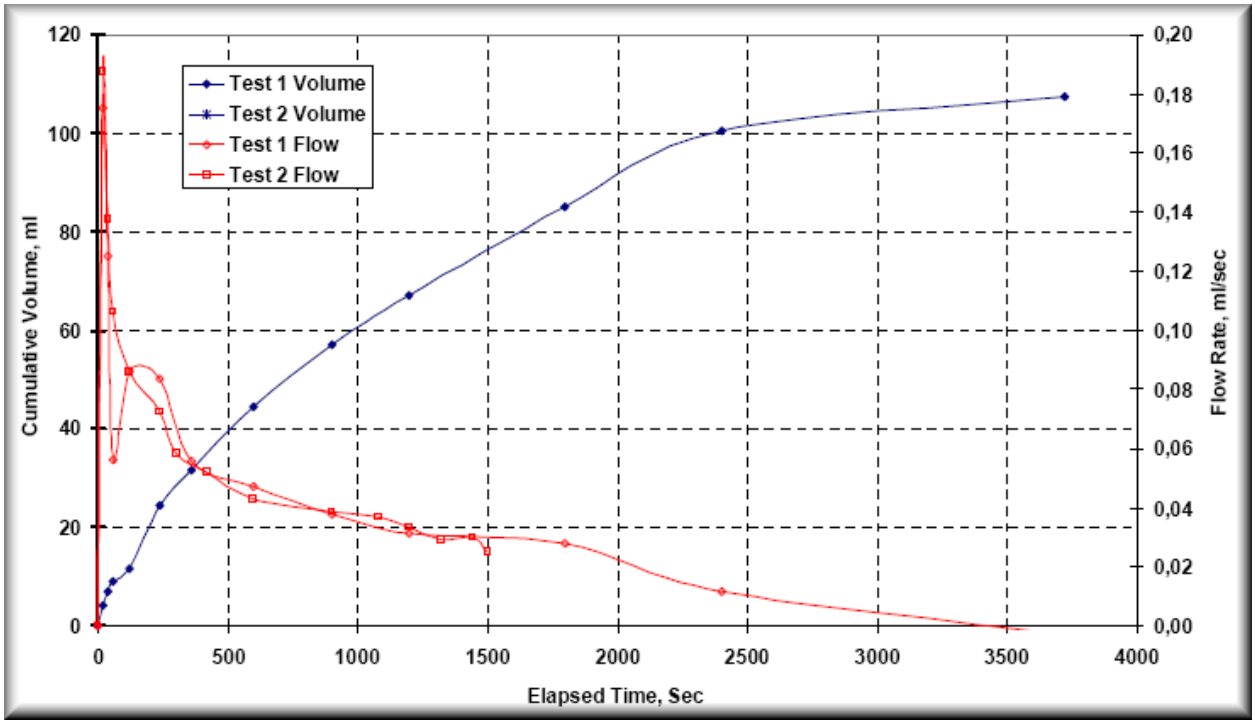


Figure 1 Piston Press



Se adjuntan *(Anexos_I-II-III-IV)* copias de los informes técnicos detallados de los ensayos realizados por las distintas ingenierías que intervinieron en los ensayos (ERAL, GEA, FSI y METSO).

Como ya se ha indicado, el hecho de que las tecnologías testadas no hayan resultado útiles para el caso de la explotación de “El Tomillar”, no es en ningún caso debido a que las mismas no sean válidas para llevar a cabo el proceso de deshidratación; sino a las características específicas del lodo obtenido en esta cantera. Dichas tecnologías pueden resultar aplicables en muchas otras explotaciones y servir a la finalidad de ahorros de agua y reducción de inertes que el proyecto plantea.

La causa en este caso concreto, responde como se ha dicho a la específica caracterización de los lodos; pues se trata de lodos eminentemente plásticos, esto es, el agua forma una envoltura sobre las partículas laminares, produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras al existir un esfuerzo. Esta elevada plasticidad es debida a tamaños de partícula extremadamente pequeños, elevada área superficial y capacidad de hinchamiento; lo que produce absorción de agua en el espacio interlaminar. Todo ello producen dos efectos durante la compresión, por un lado colmatan los posibles poros para el transporte de agua desde el interior de la torta de lodo al exterior con lo que se obtiene una torta tipo bombón; y por otro su elevada superficie específica produce fuerzas de interacción sólido-fluido que obstaculizan la deshidratación. Además por la propia composición de los lodos existe un agua molecular imposible de eliminar por procesos mecánicos (montmorillonita).

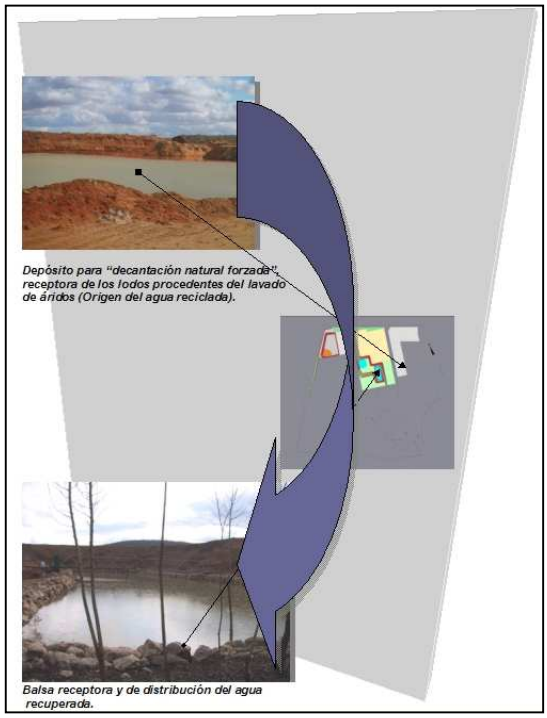
Ante la dificultad surgida, se diseño un sistema combinado que ha venido a dar respuesta válida a los objetivos del proyecto, mejorando la eficiencia energética del conjunto y reforzando su potencial de transferencia y reproducibilidad a escala europea; sistema que fue objeto de propuesta de modificación sustancial aprobada por la C.E. con fecha 9 de junio de 2006.

5. Fase - 2 de implantación del sistema: reseña técnica y fotográfica de la implantación del “sistema de separación “líquido-sólido” por deshidratación natural forzada con bombeo eficiente.

Este nuevo sistema, en combinación con la batería de hidrociclonado ya en funcionamiento, consiste en crear unos depósitos de lodo con base arcillosa que los impermeabiliza; diseñados de tal forma que permiten la recuperación del agua que el propio material expulsa por compactación natural.

Bombeando aproximadamente 0.370 Tn/m3 a los depósitos, por incremento de tiempo de decantación, peso de la columna de materia sólida y ángulo de inclinación que genera el propio avance del lodo, se forman en sus extremos, bolsas de agua limpia que en circuito cerrado se recuperan y reintroducen nuevamente en el sistema.

En ensayos realizados en laboratorio se logró recuperar inicialmente entre un 9,2-17,2 % del agua bombeada con los lodos, sólo por incremento del tiempo de decantación; una vez desarrollado el sistema y sumando la cantidad de agua recuperada por la propia compresión del material; se ha logrado recuperar la práctica totalidad del agua contenida en los lodos (80-90%).



A dichos depósitos naturales (huecos) se les dota de una estructura, pendiente y sustrato de arcilla compactada, que aumenta la cantidad de agua recuperada por sistemas tradicionales y permite su relleno directo sin necesidad de transporte. A ellos se vierten los lodos obtenidos después de su paso por la “batería de hidrociclonado”.

El conjunto se completa con un sistema de bombeo alimentado con energías renovables que reduce su coste energético y reintroduce el agua recuperada al sistema de lavado de mineral en circuito cerrado; para su posterior aprovechamiento en nuevos procesos de lavado y riego de los hábitats

creados a favor de la biodiversidad.

En este caso se ha implantado un aerogenerador de 1500 w, que genera una potencia anual de 1.231 Kwh/año.

Otro logro de este método es la máxima eficiencia energética y su excelente ratio coste / beneficio ambiental, puesto que se llega a recuperaciones totales de agua de entre un 80 – 90%, pero con menor inversión en equipos e importante reducción de emisiones.

La elección de un sistema de energías renovables que favorezcan el ahorro energético y reduzcan la contaminación dentro del proceso productivo de la explotación de lavado de áridos, se fundamenta en la calificación de este tipo de energías como energías limpias.

La electricidad generada a partir de sistemas solares y eólicos no produce gases tóxicos, no contribuye al efecto invernadero, no destruye la capa de ozono ni crea lluvia ácida. No origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes.

Cada kW/h de electricidad generada a partir de energías renovales en lugar de por carbón evita:

- **0,60 Kg de CO_2 (dióxido de carbono)**
- **1,33 gr de $S0_2$ (dióxido de azufre)**
- **1,67 gr de NO_x (óxido de nitrógeno)**

De forma indirecta, la aplicación de sistemas de energías renovables conlleva otra serie de ventajas ambientales y económicas:

- Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión.
- Evita la contaminación que conlleva el transporte de combustibles: tráfico marítimo y terrestre, no requiere el uso de canalizaciones y no genera residuos peligrosos como los nucleares.

Se ha elegido con fines demostrativos este proceso de trasvase de agua entre balsas, por no requerir una gran cantidad de energía, de modo que con una minicentral generadora de este tipo se pueda comprobar su eficacia e idoneidad y sirva de base para dimensionar una de mayor capacidad de producción, que posteriormente se adapte a la demanda efectiva.

Por tratarse de un sistema de nueva implantación, no se ha pretendido dotar inicialmente a la instalación de un dimensionamiento que cubra la totalidad de las necesidades de trasvase y sí testar su viabilidad técnica y su favorable incidencia sobre el medio ambiente.

El objetivo es trasvasar agua desde los depósitos de decantación de lodos, que recibe las aguas de lavado de la planta, hasta una balsa receptora que permite utilizar el agua tanto para devolverla al proceso de lavado de la planta como para alimentar los diferentes sistemas de riego de las áreas mejoradas en beneficio de la biodiversidad.

Los puntos de origen y destino se encuentran separados unos 350 ml, siendo la diferencia de cotas máxima y mínima entre láminas de agua, de 2 y 0,5 metros.

Esta diferencia de cotas que existente en los momentos mas favorables (cuando es necesario vaciar una para llenar la otra), llevó a la idea de instalar un sistema que trasvasara el agua de una a otra por el método de “sifón” (gravedad).

Para lograr el efecto sifón era necesario poner en carga la tubería, para lo que se emplea una bomba que toma agua del depósito de decantación y por diferencia de cotas, al salir por el otro extremo en la balsa de recepción, se crea un sistema de succión que alimenta el flujo de una a otra sin coste energético.

La energía renovable generada, serviría para actuar la bomba que pusiera en carga la tubería.

Para llevar a cabo esta idea se tuvieron que determinar los siguientes parámetros:

- Energía necesaria para poner en carga la tubería.
- Frecuencia con que era necesario poner en carga la tubería. (en función del nivel de producción diario en la explotación y la intensidad del proceso de lavado a aplicar).
- Extrapolar estos datos a una estación de energías renovables, para su adecuado dimensionamiento.

Este sistema aporta las siguientes ventajas:

- Menor coste energético al emplear para el bombeo la gravedad terrestre.
- Ahorro de energía convencional al accionar el sistema mediante energías renovables.
- Reducción de emisiones de C02.
- Importantes ahorros de agua por reutilización de la utilizada en procesos de lavado.

La instalación consta de los siguientes elementos:

- Línea de tubería de 125 mm de diámetro y 350 de longitud.
- Electrobomba de caudal sumergible de 2,2 Kw.
- Purgador manual
- Llaves de paso en el punto de descarga.

Para su accionamiento mediante energías renovables se ha dispuesto el siguiente equipo:

- Aerogenerador de 1.500 w.
- Regulador convertidor trifásico de recarga de baterías
- Grupos de baterías de 24 volts. – 320 Ah/5h. instalados en cofre metálico para su protección.

Parámetros de trabajo.

Caudal de lodos a bombear a depósitos	**35,6 m^3/h**
Concentración sólidos en lodos	0,378 Tn/ m^3
Agua susceptible de reciclaje	790 l. agua/m3 lodos
Caudal de agua susceptible de reciclar	28,12 m^3/h
Horas diarias de trabajo ($_{pico)}$	16 h
Caudal diario de agua a trasvasar	450 m^3 día
Caudal de trasvase/día $_{(suponiendo\ 20\ horas\ sifón)}$	22,5 m^3/h
Caudal bomba para trabajo continuo	32 m^3/h
Potencia de la bomba	3 C.V. (2,2 Kw)
Consumo en el proceso (para 450 m3/día)	2,2 Kw/h.

Resultados

En este caso concreto, atendiendo la distancia y diferencial de cotas, no se han logrado tiempos de funcionamiento estable para que el sistema funcione de manera autónoma permanentemente (sin energía, por sistema de sifón).

A la vista de los resultados se opta por descartar el uso permanente de este sistema de trasvase; sin renunciar a su utilización cuando los niveles de la balsa donante y receptora lo permitan.

No obstante, la idea básica del prototipo tiene un gran potencial de utilización en aquellas otras situaciones similares en las que se opte por utilizar un sistema de trasvases de agua con fines de reutilización a coste energético – 0 -; y en las que el relieve del terreno o la forma de explotación permita mayor diferencia de cotas entre las balsas implicadas.

Cuando el trasvase por “gravedad” no sea viable, el aerogenerador y sus baterías aportarán la energía necesaria para mantener el trasvase; pudiéndose recurrir al uso de energía convencional en aquellos momentos en los que coincidan importantes necesidades de trasvase con escaso “stock” o producción de energía renovable.

Tras la implantación de este sistema combinado de técnicas y tecnologías limpias, se han suprimido las tradicionales balsas de decantación; que ha sido sustituidas por depósitos que aprovechan los huecos de explotación y que se rellenan directamente sin necesidad de tener que transportar con vehículos pesados los lodos desecados desde las balsas, con la consiguiente reducción de emisiones y máxima recuperación de agua.

En resumen, el conjunto de prototipo combinado basado en técnicas y tecnologías limpias diseñado, permite recuperar la práctica totalidad del agua necesaria para el proceso de lavado y adicionalmente: evita el riesgo de contaminación difusa de las balsas, reduce el volumen de residuo inerte, facilita la restauración, suprime la necesidad de transporte del material desecado por relleno directo de huecos creados para ser utilizados como depósitos de “decantación natural forzada” y reduce el volumen de emisiones de CO2 a la atmósfera.

Conclusión al final de la segunda fase:

Salvadas las dificultades de selección de la mejor técnica o tecnología disponible para lograr la deshidratación de lodos en la fase de separación “líquido – sólido”, el sistema diseñado ha resultado ser un éxito.

En esta fase se ha logrado el segundo hito del proyecto por lo que la implantación del prototipo se refiere, lograr la máxima recuperación de agua en el proceso, suprimir las balsas de decantación y reducir emisiones a la atmósfera.

Con la integración de los depósitos descritos se ha logrando recuperar más del 80% de agua, rellenar directamente los huecos de la explotación en el contexto de una “minería de transferencia” y suprimir las balsas de decantación.

Se reitera la necesidad, constatada en la acción demostrativa, de realizar los ensayos orientados a la selección de la mejor tecnología disponible, en planta y a escala real; si se quieren garantizar los mejores resultados.

5.2.Resultados de contraste al final de la segunda fase.

La implantación del sistema de deshidratación mediante depósitos de lodo para “decantación natural forzada”, ha arrojado los resultados que pueden apreciarse en la siguiente tabla comparativa:

VALORES COMPARADOS			
Indicadores	**Antes 2ª Fase**	**Tras 2ª Fase**	**Cuantificación de la mejora**
Superficie balsas decantación	± 5 Has	Suprimidas	*100 %*
Lodos a bombear a los depósitos de decantación natural forzada	35,6 m3/h	35,6 m3/h	
Ritmo de ocupación de depósitos para 1000 m3	28 h	28 h	
Energía renovable utilizada para el bombeo entre depósitos de decantación y escollera de aguas limpias.	0 Kwh/año	1.231 Kwh/año	*Reducción emisiones: 738,6 kg/año de CO2*
Agua recuperada para otros usos	120 m3/día (40%)	300 m3/día (80-90%)	*Entre el 80 – 90% del agua, es ahora reutilizada.*
Tiempos dedicados para el transporte de lodos reducidos de las balsas de decantación a los huecos de relleno, por cada 1.000 Tn de zahorra lavada.	Promedio de 350 h/año	Se estiman 90 h/año hasta su total supresión	*Supresión de la necesidad de transporte para este fin. Parte de los tiempos evitados se invierten ahora en transportar los ultrafinos a la zona de compostaje, tratamiento de éste y adecuación de depósitos; tarea que revierte directamente en beneficio medioambiental. Importante: hay que considerar que la evacuación de lodos de un año concreto, corresponde a los generados en años anteriores.*

6. Seguimiento de indicadores ambientales según Recomendación 2003/532/CE.

[IMPLANTACIÓN DE PROTOTIPO EXPERIMENTAL]
TABLA DE SEGUIMIENTO DE INDICADORES AMBIENTALES (BP,s) y (MTD,s)
< Recomendación 532/2003/CE >

Orden y categoría	Descripción de la [BP / MTD]	Indicadores medioambientales	Seguimiento del indicador				Observaciones
			2004	2005	2006	2007 (*)	
VINCULADOS A LA IMPLANTACIÓN DEL PROTOTIPO EXPERIMENTAL							
2 (IEM)	Sistema en ciclo cerrado para máxima recuperación y reutilización del agua en el proceso de lavado.	M3 agua consumida / Tn de zahorra lavada	3,5 m^3/Tn	3 m^3/Tn	1,95 m^3/Tn	< 0,7 m^3/Tn	Entre el 80 y el 90% del agua contenida en los lodos es ahora recuperada y reintegrada al sistema en circuito cerrado. Por el sistema tradicional de balsas de decantación ahora sustituido, el agua resultaba evaporada.
		Nº de horas de trabajo máquinas balsas barros/1.000 Tn zahorra lavada		293 h/año	408 h/año	90 h/año *(Previsto)*	Importante: La evacuación de lodos de un año concreto, corresponde a los generados en años anteriores. Una parte de los tiempos evitados se orientan a tareas de transporte de ultrafinos a la zona de compostaje, volteo, mezcla del compost y a la mejora y compensación de suelos; que revierten directamente en beneficio medioambiental.
3 (IEM)	Sistema de depósitos de decantación forzada en ciclo cerrado; para recuperación de agua en el proceso de lavado y supresión de las balsas de decantación.	M2 balsas / Tn zahorra lavada	0,097 m^2/Tn	0,097 m^2/Tn	$4*10^{-3}$ m^2/Tn	0 m^2/Tn	Se han eliminado las balsas de decantación, al adoptar el nuevo método basado en “depósitos de decantación natural forzada”.
		Volumen de agua recuperada (m3 y %)			120 m^3/día (40%)	300 m3/día (80-90%)	Mediante el sistema de trasvase se recupera la práctica totalidad del agua decantada. Se ha de considerar al principio de la "inauguración" de un depósito como no recuperable, el agua añadida a la balsa hasta que se crea una columna de agua suficiente para ser trasvasada mediante bombeo.

Abreviatura < IEM >: Indicadores de Estado Medioambiental (Rec.532/2003/CE).

7. Ratios coste / beneficio ambiental.

Es tan diversa la tecnología susceptible de necesaria aplicación y tan diferentes las condiciones de explotación de una gravera a otra, que es difícil establecer un patrón tipo de beneficio ambiental, que será diferente para cada caso. En concreto, la implantación de una batería de hidrociclonado, una centrifugadora, filtro prensa, etc, en unos casos puede suponer un sobre-coste por ser una medida principalmente orientada a objetivos medioambientales como puede ser el ahorro de agua; pero en otros puede ser una necesidad impuesta por el propio proceso productivo (atendiendo por ejemplo a la caracterización del material de la explotación) sin que por ello deje de generar los beneficios ambientales que sean inherentes a dicha tecnología concreta y sin que lógicamente en este caso la implantación de la “medida” suponga sobre-coste alguno.

En el caso concreto que nos ocupa, su implantación si ha ido orientada a obtener mejoras medioambientales vinculadas al ahorro de agua, por lo que se contempla como un sobre-coste:

- Con un incremento de la inversión de aproximadamente el 6% por lo que a la batería de hidrociclones se refiere y otro adicional del 1% en relación con los “depósitos de decatancación natural forzada” sobre el coste total del equipamiento típico de una gravera y trabajos propios de la misma:
    - Se obtienen ahorros de agua próximos e incluso superiores al 80%.
    - Se reduce la necesidad de transporte pesado para el relleno de huecos de explotación con lodos procedentes de las balsas de decantación; reducción que puede ser prácticamente total, con la consiguiente reducción de la necesidad de uso de hidrocarburos y emisiones a la atmósfera (0,98 Kg CO2/Tn de producto procesado).
    - Se acelera el ritmo de restauración y mejora de los terrenos explotados, al disminuir la extensión necesaria para mantener las balsas de decantación, que ahora desaparecen. Esto es lo mismo que decir que terrenos antes estériles son ahora susceptibles de reforestación y mejora, lo que permite acelerar el volumen de fijación de carbono (1,60 Tn CO2/Ha y año) en lo que viene a ser la aplicación efectiva de una “minería de transferencia”.

Para apreciar el efecto compensatorio que equilibra el beneficio ambiental en su conjunto, consideremos tan solo y entre otros los siguientes aspectos que ilustran la aplicación práctica de criterios medioambientales globales:

- Batería de hidrociclones: Si bien es cierto que el consumo eléctrico derivado de su implantación aumenta y por tanto también sus emisiones asociadas, este se ve compensado por un lado, por la reducción de consumo eléctrico de los grupos de bombeo de lodos, por el material que ahora se recupera y que ya no es necesario bombear en forma de lodo; por otro, por el aumento de la durabilidad de las balsas de decantación, que hace que los intervalos de vaciado de las mismas con maquinaría pesada sean cada vez mayores, lo que reduce las emisiones de CO2 a la atmósfera derivada del transporte; y por último por la tecnología que puede venir a sustituir y que por lo general sería más contaminante por su menor eficiencia energética, atendida la antigüedad de los equipos.
- Depósitos de “decantación natural forzada”: El sobre-coste de esta medida es mínimo en el conjunto de la explotación y los beneficios ambientales extraordinarios, pues la nueva necesidad de energía para el bombeo de agua a reutilizar, se compensa con la implantación del sistema de energía renovable; la reducción de la necesidad de

transporte desde las balsas de decantación es prácticamente total y en igual medida el volumen de emisiones derivado del tráfico pesado ahora suprimido para este fin.

- En la actual situación mundial de “falta de agua”, el aprovechamiento de este recurso resulta de vital importancia atendiendo a su futuro “precio objetivo” y al gran volumen de agua necesaria para el “lavado de áridos”; con independencia de las fuentes de las que se nutra la explotación. El proyecto ha demostrado que es posible recuperar hasta el 80% del agua utilizada, que antes se evaporaba; con un coste perfectamente asumible por una explotación tipo.
- Si bien es cierto que ahora surgen nuevas necesidades de utilización de maquinaria pesada: transporte de estériles recuperados a zonas de compostaje, tratamiento mecánico de éste compost y labores de enriquecimiento y mejora de suelos; sus emisiones derivadas se compensan por el aumento en el ritmo de fijación de carbono en las plantaciones que ven aumentado su ritmo de cultivo y crecimiento vegetativo.
- Por otro lado, la situación inicial de captación de carbono de las áreas dedicadas a balsas de decantación tradicional ahora suprimidas era cero, por tratarse de terreno estéril; como dicha superficie en la nueva situación puede ser restaurada bajo criterios de mejora, el beneficio ambiental se puede cuantificar en volumen de carbono fijado a un ritmo medio de 1,60 toneladas de CO2 por hectárea y año.

[IMPLANTACIÓN DE PROTOTIPO EXPERIMENTAL] **Tabla de ratios coste / beneficio ambiental por aplicación de BP,s y MTD,s** **< Recomendación 532/2003/CE >**					
Orden y categoría	**Descripción de la[BP / MTD]**	**Indicador medioambiental utilizado**	**RATIOS**		**Observaciones**
			COSTE	**BENEFICIO AMBIENTAL**	
VINCULADOS A LA ecantación DEL PROTOTIPO EXPERIMENTAL					
2 (IEM)	Sistema en ciclo cerrado para máxima recuperación y reutilización del agua en el proceso de lavado (Batería de hidrociclones).	M3 agua consumida / Tn de zahorra lavada	Δ 6,45%	25 – 50 % Ahorros de agua	Con una sobre-coste del 6,45% del total de inversión de una planta de lavado, se logra reducir entre un 25 a un 50% el volumen de agua necesaria para el transporte de lodos en el conjunto del proceso de lavado. Hay que considerar que en determinadas explotaciones esto no supondrá incremento alguno, pues dependiendo del tipo de proceso su implantación puede ser necesaria a priori por “mejor tecnología”, sin que necesariamente tenga que estar vinculada al objetivo específico de recuperación de agua.Dicho sobre-coste, de ser considerado así, permite igualmente prolongar la durabilidad de los grupos de bombeo por la reducción de lodos a bombear. Se reducen las emisiones en el mismo porcentaje en el que aumenta la durabilidad de las balsas de decantación, por incremento del tiempo de llenado; ya que será necesario actuar sobre ellas con intervalos de tiempo mayores (36%).
		Nº de horas de trabajo máquinas balsas barros/1.000 Tn zahorra lavada		Reducción de emisiones Δ -36%	

[IMPLANTACIÓN DE PROTOTIPO EXPERIMENTAL]
Tabla de ratios coste / beneficio ambiental por aplicación de BP,s y MTD,s
< Recomendación 532/2003/CE >

Orden y categoría	Descripción de la[BP / MTD]	Indicador medioambiental utilizado	RATIOS		Observaciones
			COSTE	BENEFICIO AMBIENTAL	
3 (IEM)	Sistema de depósitos de decantación forzada en ciclo cerrado; para recuperación de agua en el proceso de lavado y supresión de las balsas de decantación.	M2 balsas / Tn zahorra lavada	Δ 1 - 2% sobre el coste de construcción habitual de balsas, escolleras o depósitos	Fijación de carbono 1,60 Tn CO2/Ha y año	La superficie anteriormente destinada a balsas de decantación, puede ser ahora restaurada. El beneficio ambiental se cuantifica en volumen de CO2 captado, según media del potencial de fijación de diferentes cubiertas vegetales tipo.
		Volumen de agua recuperada (m3 y %)		300 m3/día Ahorros de agua: (80-90%)	Mediante el sistema de trasvase se recupera la práctica totalidad del agua decantada. Las aguas iniciales tras la creación de un depósito no son recuperables hasta que se crea una columna de agua que permita su trasvase; existiendo otras pequeñas pérdidas por evaporación y reboses.
		Nº de horas de trabajo máquinas balsas barros/1.000 Tn zahorra lavada		Reducción emisiones 0,98 Kg CO2/Tn de producto procesado	Es este un beneficio ambiental añadido, derivado de haber eliminado la necesidad de transportar los lodos desde las balsas a otras zonas de la explotación.

8. Evaluación final y control de calidad.

Contrastados los objetivos planteados en la propuesta inicial con los resultados finales alcanzados tras la ejecución del proyecto, analizadas las DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) y seguido un Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) del modelo de implantación del “prototipo basado en energías limpias”; cabe señalar lo siguiente:

- Finalmente se han superado los objetivos inicialmente planteados en la propuesta.
- En el plano técnico, y en ambas fases, el seguimiento AMFE ha resultado ser una herramienta de gran ayuda y ha permitido la identificación y subsanación de los fallos detectados (seguridad, ajustes, salvar dificultades técnicas...), prácticamente en el momento de producirse.
- En el mismo plano técnico y en la segunda fase (deshidratación de lodos en el proceso de separación líquido-sólido); se ha constatado que ensayos con distintas tecnologías pueden aparecer como viables a escala de laboratorio, no siéndolo a escala real, atendida la especificidad del mineral. Por ello, es importante que en otras experiencias que vayan a realizarse con base en la reproducibilidad del modelo, se siga un patrón de actuación similar al siguiente:
  - Planteamiento y definición de los objetivos medioambientales a lograr.
  - Análisis de las distintas tecnologías existentes y ensayos en laboratorio.
  - Cuantificación del beneficio ambiental que se espera alcanzar y del coste necesario para ello; lo que permitirá obtener la ratio coste / beneficio ambiental de cada una de las tecnologías.
  - Cuando se trate de “prototipos combinados”, pautar por fases la instalación; sobre todo, cuando la segunda o siguientes vayan a tratar en serie y como inputs, los outputs de otras tecnologías previamente aplicadas.
  - Seleccionadas las tecnologías que hayan demostrado su viabilidad en los ensayos de laboratorio y presente una ratio coste / beneficio ambiental aceptable; realizar los ensayos en planta y con material extraído de diversas zonas de la explotación, cuando su extensión lleve a pensar que pueda existir variabilidad significativa entre las distintas muestras.
  - No descartar el que en ocasiones, la solución más obvia puede resultar la más efectiva.
- En el aspecto medioambiental, el solo planteamiento de tomar en consideración el medio ambiente a la hora de implantar un sistema de extracción, lavado, procesamiento, etc...; representa un importante salto cualitativo que a la larga beneficiará a la imagen de la empresa y del sector en conjunto.
- Resulta fundamental, por el ámbito de actuación de la minería y su capacidad para influir sobre el entorno; que cualquier nueva instalación o mejora de las existentes, pase por plantearse tal consideración medioambiental en el contexto de incidencia e interrelación que con él presenta la actividad.

9. Transferencia y reproducibilidad desde el punto de vista técnico.

Desde un punto de vista técnico, el modelo es transferible y reproducible en más de 27.000 explotaciones mineras por las siguientes razones:

- La tecnología testada y finalmente implantada es conocida por el sector y se encuentra disponible comercialmente en el mercado.
- Se ha demostrado la necesidad y las ventajas que conlleva introducir la componente medioambiental en la selección de la tecnología más adecuada a cada explotación.
- La selección de la tecnología a aplicar debe basarse en análisis y pruebas realizadas en planta y a escala real, pues atendida la variabilidad orográfica entre explotaciones y aun la del material dentro de la misma explotación; puede arrojar resultados favorables en laboratorio, que posteriormente no lo sean tanto en fase de producción.
- No hay que descartar la aplicación de técnicas que por parecer inicialmente “soluciones sencillas a problemas complejos” vayan a considerarse como poco innovadoras; en ocasiones, como ha sido el caso, lo más evidente resultar ser lo más efectivo y beneficioso para la explotación en su conjunto y para el medio ambiente.
- La consideración de la componente medioambiental desde las fases de planeamiento de la innovación abre nuevas perspectivas que pueden hacer llegar a soluciones imaginativas e innovadoras; derivadas del mayor conocimiento si cabe del propio proceso productivo de sus condicionantes y potencialidades.

Los excelentes resultados obtenidos y los beneficios ambientales demostrados hacen que la tecnología y técnicas demostradas resulten de interés para la mayor parte de las explotaciones de áridos europeas atendiendo la similitud de problemática, tecnologías y técnicas empleadas por el sector:

- Elevados ahorros de agua.
- Menor nivel de ocupación del terreno destinado a la decantación.
- Reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera.
- Aumento de la capacidad de fijación carbono.

En esta experiencia ha resultado aplicable el sistema de hidrociclonado al final de la línea de lavado de mineral, lo que constituye una innovación tecnológica que permite recuperar por un lado, entre un 25 y un 50% de arenas ultrafinas (< 50 µm > 38 µm) para posteriores usos (Ej.: compostaje) y, por otra parte, reutilizar entre y un 25 y un 50% del agua necesaria para transportar a la balsas de decantación esa parte de lodo recuperado.

En otras explotaciones, será esta u otra tecnología la que resulte más idónea para armonizar aspectos tales como la producción, la rentabilidad y el beneficio ambiental. Para ello es imprescindible llevar a cabo una adecuada caracterización del material y un análisis de su variabilidad en distintos puntos de extracción; lo que permitirá determinar las potencialidades del material adicional a extraer, la mejor tecnología para obtenerlo y los beneficios ambientales derivados que cada técnica conlleva.

La técnica de “deshidratación de lodos por decantación natural forzada” con “bombeo limpio” basado en energías renovables, ha permitido reutilizar en este caso y adicionalmente la práctica totalidad del agua contenida en los lodos generados (80 – 90%) y el relleno directo de los huecos de explotación, con la consiguiente reducción de emisiones derivadas del transporte que ahora se evita. Parece una solución sencilla y lo es, pero por evidente, había pasado desapercibida durante años. Ha sido posible su aplicación gracias a haber testado y descartado diversas tecnologías, con resultados que no fueron los

esperados; y bastó para ello pensar en clave medioambiental para caer en la cuenta de los beneficios ambientales que su implantación podría acarrear. Es este un planteamiento que habría de ser en el futuro principio informador de cualquier proceso de innovación tecnológica a plantear por las empresas.

En este sentido, los resultados de las pruebas para la selección y descarte de tecnologías realizadas, así como los beneficios ambientales demostrados (ahorros de agua, menor nivel de ocupación de terreno dedicado a decantación, reducción de emisiones, ...); hacen que la tecnología y técnicas objeto de demostración, puedan ser de directa aplicación en la mayor parte de las explotaciones europeas de áridos; ya que como se ha dicho, los equipos testados se encuentran disponibles en el mercado y las técnicas empleadas no dependen comercialmente del exterior, únicamente de los niveles de conocimiento del modelo y de la sensibilización y compromiso medioambiental.

Se ha podido constatar el enorme interés que la experiencia ha despertado en el sector y en las Administraciones públicas, tanto de España como de Austria.

Como principales valores añadidos del proyecto para la sectorial de áridos, está el haber dado a conocer las posibilidades que la internalización de la componente medioambiental abre por lo que respecta a la “renovación de imagen” que supone para el sector y el salto cualitativo que para la minería de calidad representa el dar a conocer su compromiso con la innovación y el medio ambiente como fórmulas para atender equilibradamente la demanda del recurso y la minimización de impactos medioambientales.

Como medida de refuerzo del elevado potencial de reproducibilidad de los resultados, la estrategia de difusión se ha canalizado especialmente a través de las sectoriales nacional (ANEFA), europea (UEPG) y de las distintas Administraciones Públicas con competencias en el ámbito de la minería, medio ambiente y ordenación del territorio.

En este sentido y por lo que respecta a la difusión transnacional en benéficio de la transferencia, ha sido determinante el papel desempeñado por el socio de Austria (eco4ward) que ha canalizado la difusión internacional a través entre otras, de las siguientes Administraciones, organismos y empresas:

- Ministerio federal de medio ambiente en Bergbau y Viena.
- Ministerio de economía austriaco, a través de la “inspección de trabajo y seguridad en canteras”.
- Ministerio federal de transporte, innovación y tecnología.
- Cámaras de comercio austriaca y regional
- Ante los Servicios y representantes municipales en el marco de las jornadas para implantación de EMAS en “municipios ecológicos activos” y sobre la gestión de las aguas en el municipio de Styria.
- Universidad técnica de Graz (Instituto de recursos escasos y sistemas sostenibles).
- Servicios generales de seguridad para la prevención de accidentes en la minería AUVA.
- Empresas mineras: Knauf Gipsabbau en Wartberg; Esteirischer Erzberg en Eisenerz; Luzenac, Talkabbau, Raabenwald en la región de Styria; Woetersdorfer y Peggauer Zement en Peggau. Y las ubicadas en los municipio de Frohnleiten, en el Parque natural de Pöllautal y Fa. Luzenac del consorcio Rio Tinto.

- Difusión en el marco de actividades de asesoramiento de la serie de workshops sobre “gestión sostenible del agua” en los municipios de Leutschach (explotación de grava), (extracción de arena y grava, Pöllau, Bosque de Rabend: Talgabbau), Aflenz – Hochschwab (explotación minera en las cercanías de una zona controlada de agua).

Además y para favorecer la reproducibilidad del modelo y en el marco del compromiso Post-LIFE, este socio (eco4ward) asumirá la resolución de consultas y peticiones de información en el plano internacional y especialmente en aquellos países de su entorno en los que el idioma sea el alemán.

OooOooo