

10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)

ST-24. Protección de la biodiversidad y uso sostenible del mar

Actuaciones para la recuperación de la Bahía de Portman, t.m.
de La Unión, Murcia

Galo Díez Rubio

D. G. de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. MARM



22 de noviembre de 2010



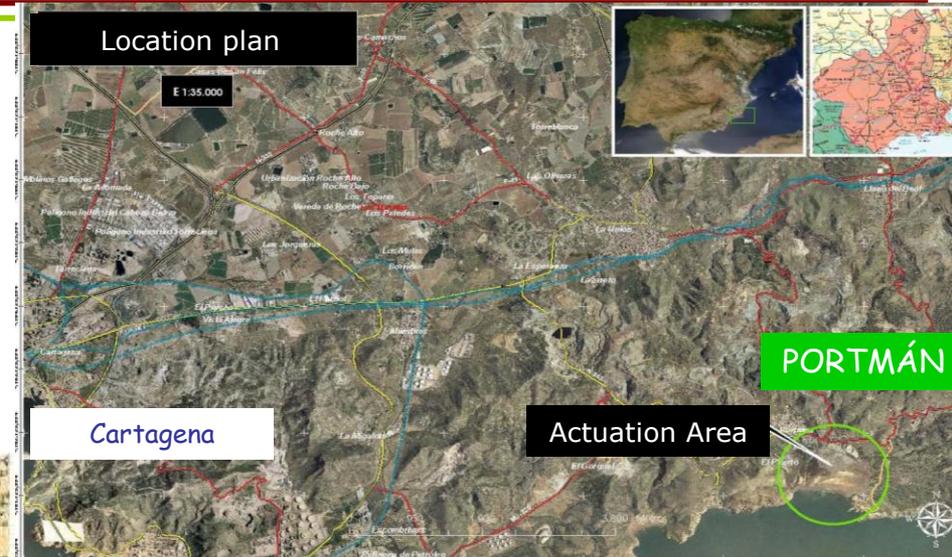
PROYECTO PILOTO DE RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS CONTAMINADOS DE LA BAHÍA DE PORTMÁN T.M. LA UNIÓN (MURCIA)

LOCATION

PORTMÁN

**SOUTH-EAST OF THE SPANISH
MEDITERRANEAN COAST**

REGION OF MURCIA



Antecedentes históricos

- En el SE de España son abundantes las zonas de tradición de minería metálica (Pb-Zn-Ag), que en la actualidad se encuentran abandonadas. Tanto en el término municipal de Mazarrón, como en la Sierra Minera (La Unión), se observa una intensa actividad minera que ha tenido lugar en el pasado, con consecuencias sobre el entorno natural, y con alteraciones graves sobre el paisaje.
- La dispersión espacial de minerales de Pb y Zn es muy antigua y está relacionada con la evolución de la minería en el sureste español durante más de 2500 años. La historia de cada emplazamiento es compleja, con varios ciclos de explotación a través de casi tres mil años, siendo las escombreras que quedan un registro de las actividades que han afectado a cada uno de ellos.

La explotación minera supuso la movilización de grandes cantidades de tierra, provocando un cambio estructural que ha supuesto la alteración del relieve natural y del paisaje de la zona en el que predominan explotaciones abandonadas



En la actualidad pueden diferenciarse instalaciones características de las construcciones mineras (castilletes, pozos, chimeneas, lavaderos) en diferentes estados de conservación debido al abandono de la actividad junto a escombreras, balsas, restos de escorias de fundición, etc



Fases de actividad minera

- La explotación de estos depósitos minerales comienza con los fenicios y los cartagineses (siglos V-IV A.C.). Los romanos llegaron a explotar galerías de hasta 500 metros de profundidad en estas zonas, situando a los asentamientos de época romana relacionados directamente con explotaciones mineras o con pequeños hornos de tratamiento de menas.
- En las zonas mineras tras una etapa relativamente tranquila, a finales del siglo XIX, se activan las labores mineras hasta finales del siglo XX que coincide con el fin de la actividad.



Etapas en la última fase de actividad

Años 1842 - 1950 Etapa de desarrollo y agotamiento del proceso, que a su vez supuso un importante impacto demográfico en la zona y el desarrollo de infraestructuras como redes viarias, ferrocarril y el acondicionamiento de los fondeaderos de Cartagena, Escombreras y Portman.

Años 50 - 90 Etapa en la que se produce una nueva recuperación con el desarrollo de nuevas bases tecnológicas, tras la cual, cesa la actividad.

De la Sierra Minera de la Unión se obtenían, hasta 1991, minerales de plomo, plata, cinc y otros, contenidos en las piritas, que suponían una aportación a la producción nacional del 40% de plomo, el 60% de plata, el 12% de cinc y 130000 t/año de piritas

Yacimientos de la Sierra de Cartagena	Tonelaje mineral (kt)	Metal contenido (kt)			
		Fe	Pb	Zn	Ag
Mineral explotado en época reciente (1940-1990)	90,000	26,176	1,244	1,673	1,54
Mineral residual existente (gossan incluido)	80,000	26,080	1,202	1,328	1,48
Mineral original probable (gossan incluido)	240,000	64,574	3,204	3,811	4,09

Principales minas de la Sierra de Cartagena	Tonelaje de mineral extraído durante el periodo 1957-1990
San Valentín	18 000.000
Emilia	11 300.000
Tomasa	9 000.000
Los Blancos III	7 000.000 (+ 11 000.000 por extraer)
Los Blancos I y II	5 600.000
Gloria	3 700.000
Brunita	3 000.000
San José- Gloria Este	1 300.000

Lavaderos de flotación

Los estériles, procedentes de los lavaderos de gravimetría y de flotación diferencial, se estuvieron vertiendo en las ramblas hasta el año 1956 provocando un importante impacto medioambiental sobre el Mar Menor y el Mediterráneo.

La flotación es un proceso de separación y concentración de minerales que permite el tratamiento de minerales cuyas bajas leyes no permitirían su concentración por otro procedimiento económicamente rentable.

En la Sierra de Cartagena-La Unión, el primer lavadero de flotación fue El Concilio, situado en la zona del Gorguel.

El lavadero Roberto, situado a orillas de la playa de la bahía de Portman, comenzó su construcción en 1952. Su puesta en marcha tuvo lugar en 1957 con 1000 t/día, pasando a 6000 t. en el año 1968; a 7000 t. en 1972, hasta llegar en el año 1978 a las 8000 t/día, con unas leyes medias de 1,5-2% Pb, 2-3% Zn.

Problemática ambiental

- La prolongada actividad minera ha tenido consecuencias sobre el entorno natural. En las laderas de los montes con zonas mineras se han ido acumulando residuos procedentes de las minas
- Un punto singular de gran impacto de la minería en la zona, y que constituye uno de puntos negros del Mediterráneo, es la **Bahía de Portman**.



Tres etapas de la bahía:



Bahía de Portman

Se encuentra en la actualidad totalmente aterrada por **sedimentos procedentes del vertido del Lavadero Roberto** (Sociedad Minera Metalúrgica de Peñarroya), que comenzó su funcionamiento en los años cincuenta.

El mineral procedente de las distintas canteras de la Sierra (Cantera Emilia, Tomasa, Sancti Spiritu, San José, Los Blancos, Mina Gloria, etc...) llegaba a este lavadero después de su molienda, donde se sometía a un proceso de flotación diferencial para la separación de galena, blenda y pirita.



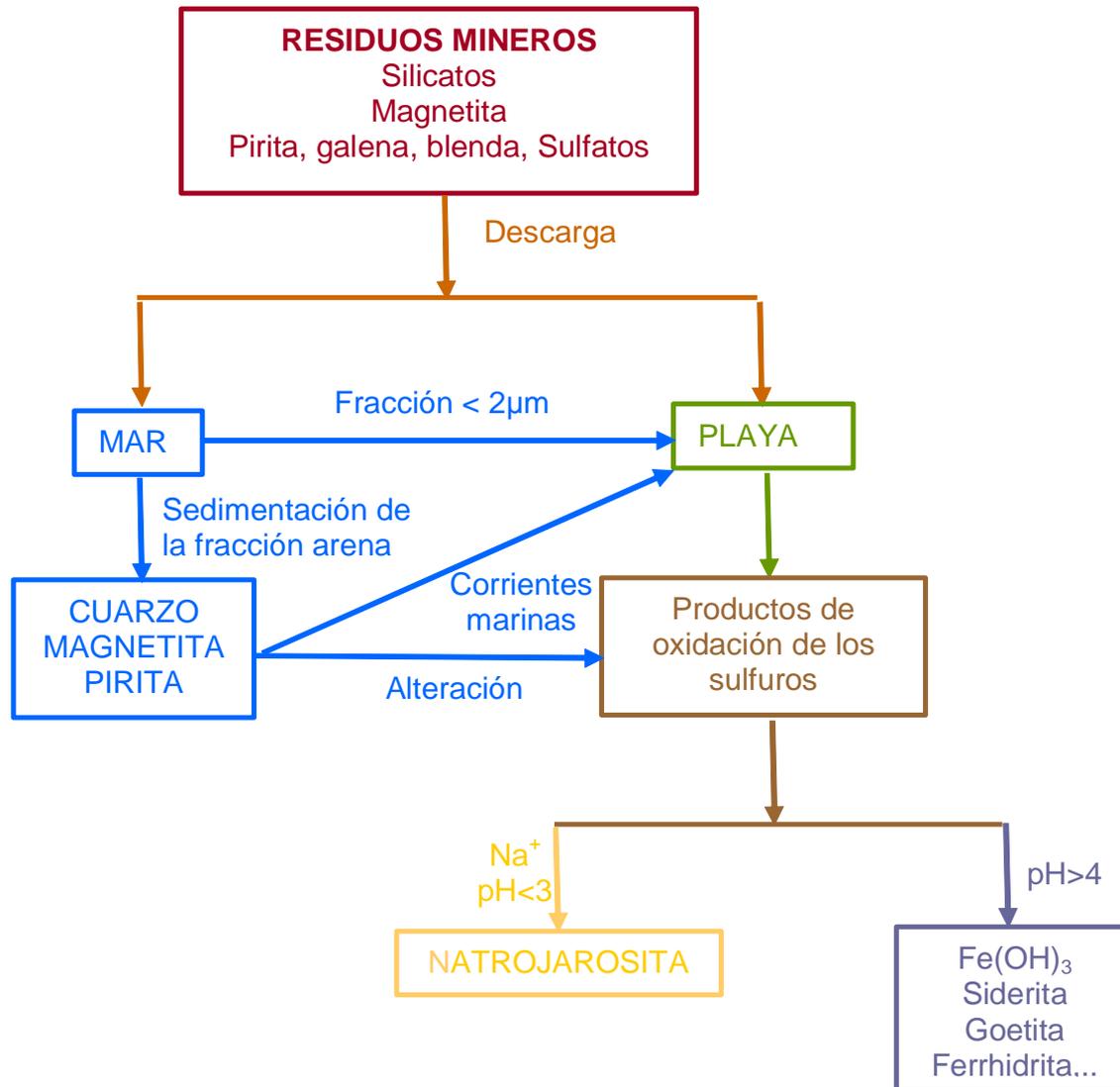
Vertidos en la Bahía

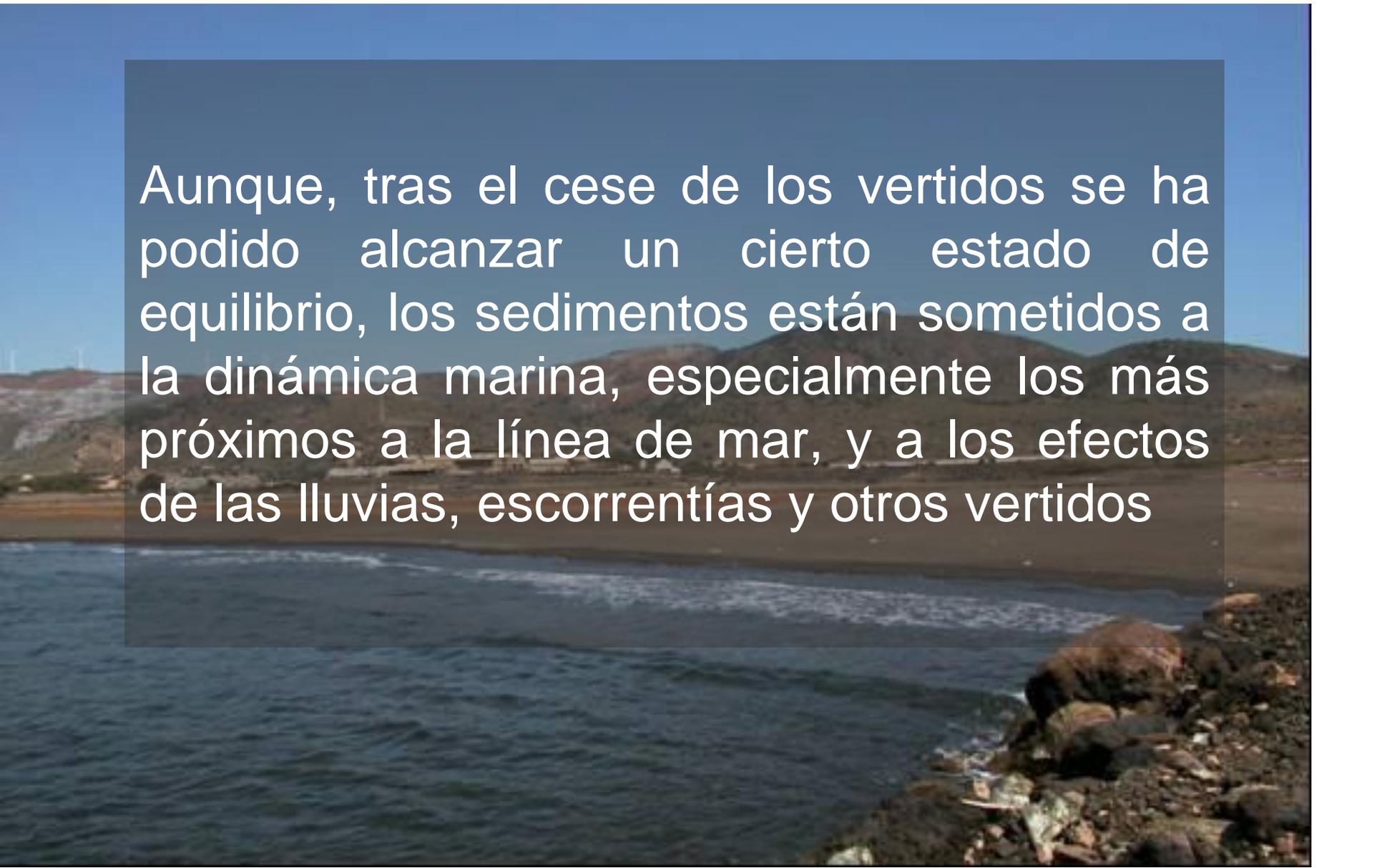
Los residuos mineros eran transportados, con la respectiva la autorización de la Administración, por una tubería que vertía directamente al Mar Mediterráneo.

Aunque los puntos de vertido se trasladaron varias veces, debido a las corrientes predominantes en la zona, la bahía fue progresivamente colmatándose, ya que los vertidos no cesaron hasta 1990.

Vertidos en la Bahía

- Cuando se produce el anegamiento de la bahía y, ocasionalmente, por averías, se deposita el estéril directamente sobre la superficie ya libre de mar.
- Además, a la altura del Roberto, también se dragaba con objeto de obtener agua del mar que se bombeaba al Roberto.
- En los últimos tiempos, se alternaba el vertido directo frente al Roberto con una conducción sobre la “playa”, con el vertido en el acantilado.





Aunque, tras el cese de los vertidos se ha podido alcanzar un cierto estado de equilibrio, los sedimentos están sometidos a la dinámica marina, especialmente los más próximos a la línea de mar, y a los efectos de las lluvias, escorrentías y otros vertidos

La granulometría define el origen del sedimento; la textura fina corresponde a estériles sin lavar y la textura gruesa a estéril lavado.

- El estéril sin lavar, de textura fina y con un contenido más elevado en sulfuros, sufre el proceso de alteración supergénica, con la oxidación de pirita, liberación de H_2SO_4 y formación de óxido de hierro y jarositas.
- Los óxidos de hierro dan coloraciones amarillentas y pardas, y provocan encostramientos, algunas de gran dureza, alcanzando espesores de hasta 10-15 cm. Estas costras coinciden con los niveles freáticos, marcando la zona de oxidación o aeróbica. De este punto hacia abajo se encuentra el nivel de agua, y las condiciones dejan de ser óxicas para convertirse en reductoras, pasando el color a negro o gris (según la textura sea fina o gruesa respectivamente).





Arenas negras lavadas por el mar
Textura gruesa



Patinas de Jarosita después de un periodo de
inundación en una zona deprimida de la bahía
Vertido directo, textura fina



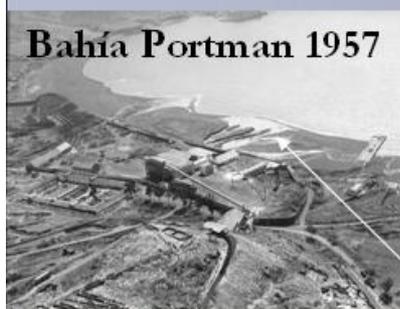
A veces, la alternancia de capas, arenosas y arcillosas, condiciona diferentes condiciones de permeabilidad y pueden aparecer diferentes zonas de aireación y, consecuentemente encostramientos más superficiales como consecuencia de la formación de charcos de diferentes extensiones.



La actual playa está constituida en la orilla por arena fina-media de color negro y en zonas más internas se identifican zonas de humedal con vegetación de agua dulce (carrizos), zonas de color amarillento muy plásticas y con eflorescencias en periodo seco y zonas más estables empardecidas y muy oxidadas.



Depósito de los materiales en la bahía



Zonas de descarga

RESIDUOS MINEROS

- Silicatos
- Magnetita
- Pirita, galena, blenda,
- Sulfatos

Mineralización primaria

Materiales de la cantera

Molienda

Procesos de flotación:

Concentrado

Mineralización secundaria

Materiales de la bahía

Esteriles

Sedimentación

Capa Oxidada superficial

Zona sumergida

Capa reducida



1957-1990 vertido al mar de unas 57 MTm (35 Mm³), que ocupan unas 225Ha. (hasta 8.000 tm diarias)

Los sedimentos contaminados presentan alto contenido en metales pesados Zn>Pb>As>Cu>Cd, más sustancias usadas para el proceso de separación Cianuro, etc

Proyecto piloto para la recuperación de los suelos de la Bahía de Portman

- Para determinar la factibilidad técnica de alcanzar el objetivo de la restauración ambiental, o sea eliminar, reducir o controlar la presencia de los tóxicos en la bahía, y que no presenten riesgos mayores para la salud pública que los socialmente aceptables, se ha tenido en cuenta las siguientes partes:
- Objetivos medioambientales de restauración del proyecto
- Desarrollo de alternativas de restauración y selección preliminar de las alternativas tecnológicas.
- Investigaciones previas en relación con el Proyecto de restauración de la Bahía de Portman.

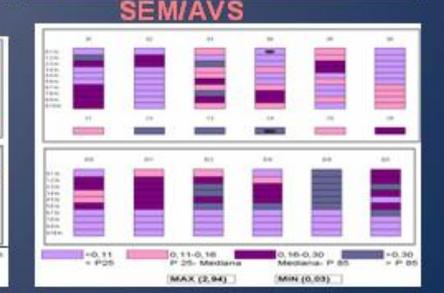
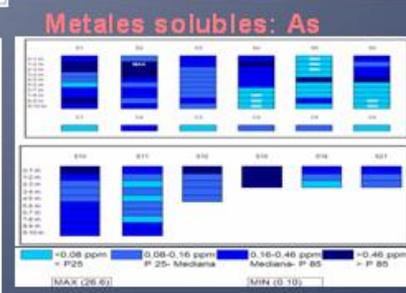
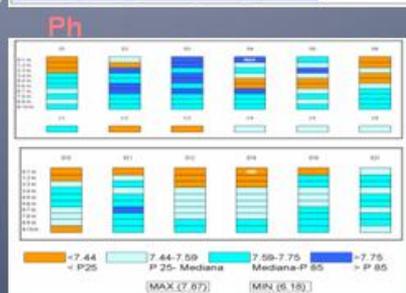
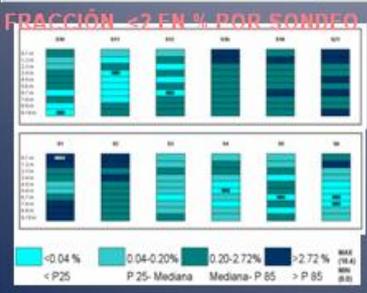
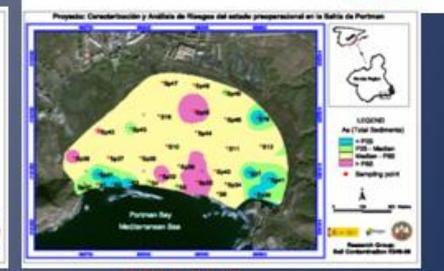
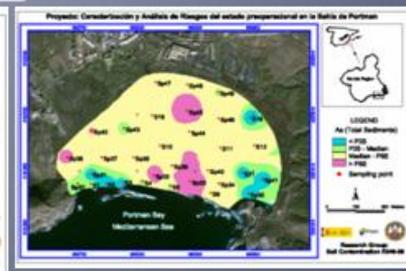
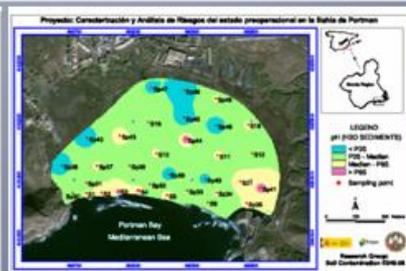
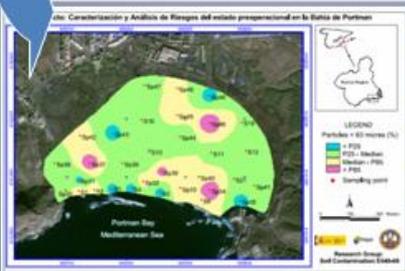
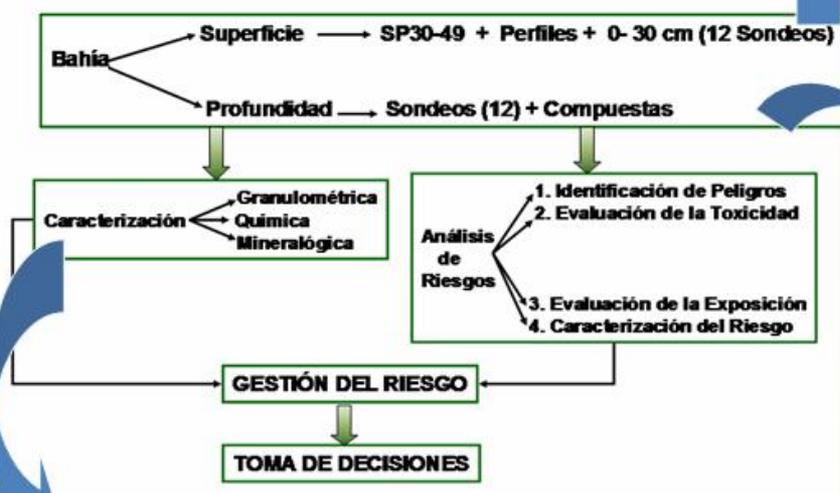
Objetivos medioambientales del proyecto

Recuperación de los sedimentos contaminados por metales pesados mediante técnicas que cumplan con los siguientes:

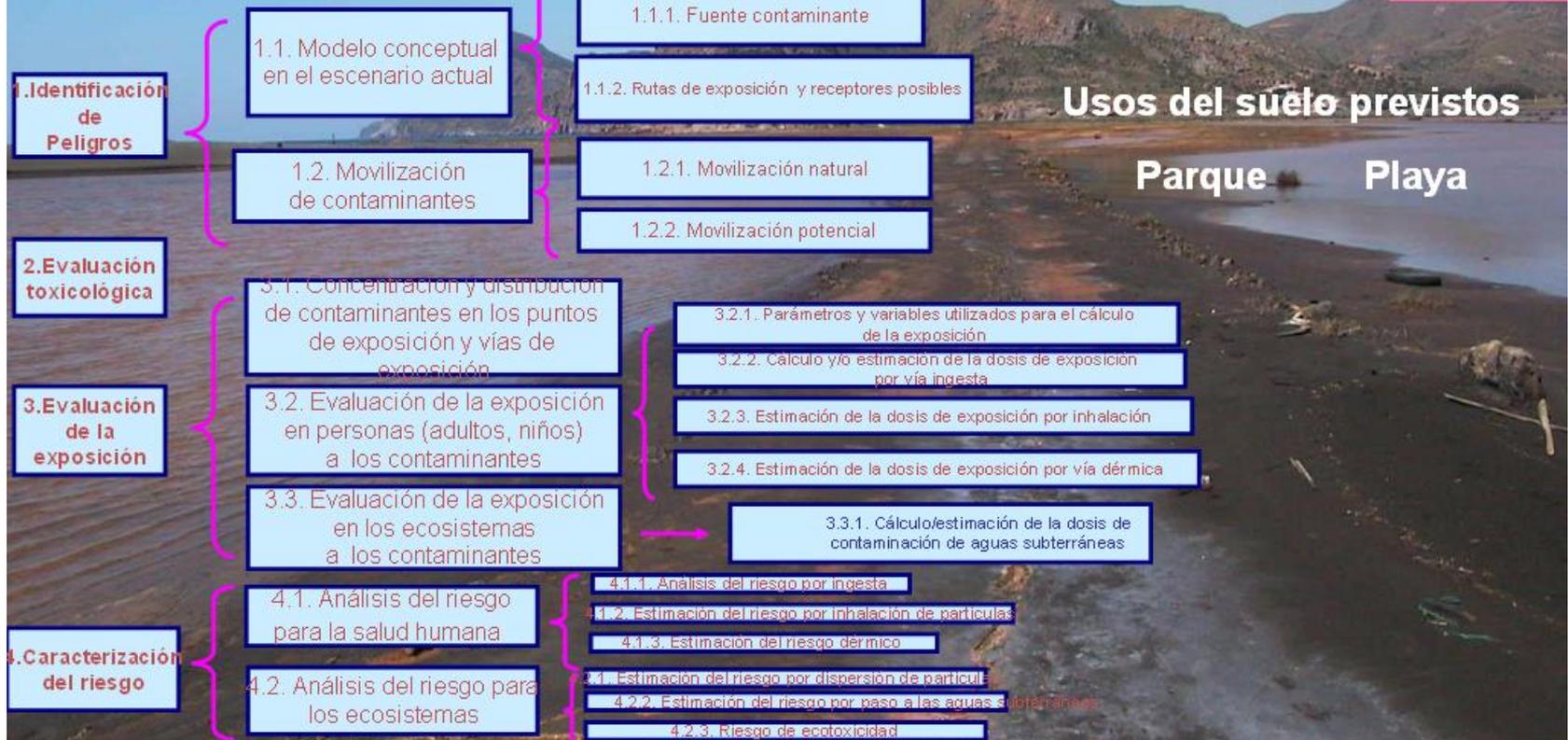
- a) Transformación de los tóxicos ambientales en sustancias menos peligrosas para el hombre y los ecosistemas.
- b) Los riesgos para la salud durante el proceso de limpieza han de ser tolerables.
- c) Los riesgos remanentes, después de terminada la restauración, deben ser iguales o menores que los establecidos en las metas de restauración.
- d) La transformación se va a llevar a cabo en el mismo lugar donde se encuentran los tóxicos, de ser posible sin tener que desplazar, dentro del sitio, el medio contaminado (técnicas in situ) o con el menor desplazamiento posible.

Estudios e informes

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS DE LOS MATERIALES DE LA BAHÍA DE PORTMAN EN EL ESTADO PREOPERACIONAL



Análisis de riesgos **Estudios e informes**



1.- Identificación y valoración de los elementos críticos

Movilización natural de metales pesados

- Materiales de profundidad: muy baja.
- Materiales de superficie: Media - Alta, coincidiendo con puntos con valores pH ácidos.

Dispersión eólica

- Materiales de superficie: Media - Alta, debido al pequeño tamaño de partículas.

Movilización potencial por oxidación- reducción de sulfuros

- Materiales en superficie: Alta- media, en función del contenido de pirita (que engloba la pirita propiamente dicha y los sulfuros de zinc, cadmio, cobre y arsénico en cantidades no determinadas), y sulfuros volátiles. En superficie se oxidan
- Materiales en profundidad: Baja, los procesos estudiados ponen de manifiesto que está teniendo lugar reducción de sulfatos a sulfuros en estos medios anóxicos

Movilización potencial via bioaccesibilidad (ingesta)

- Materiales de superficie: Alta- media
 - Materiales en profundidad: Baja- media.
- La mayor movilización de metales se produce vía bioaccesible (estomacal e intestinal).

Estudios e informes

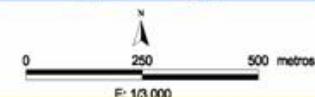
El **arsénico** es el metal **menos** móvil en todos medios estudiados, seguidos del **plomo** y el **cobre**. Los **más** móviles son el **zinc** y el **cadmio**.

La bioaccesibilidad de los metales es más alta en superficie que en profundidad.



LEYENDA

● Portman todos



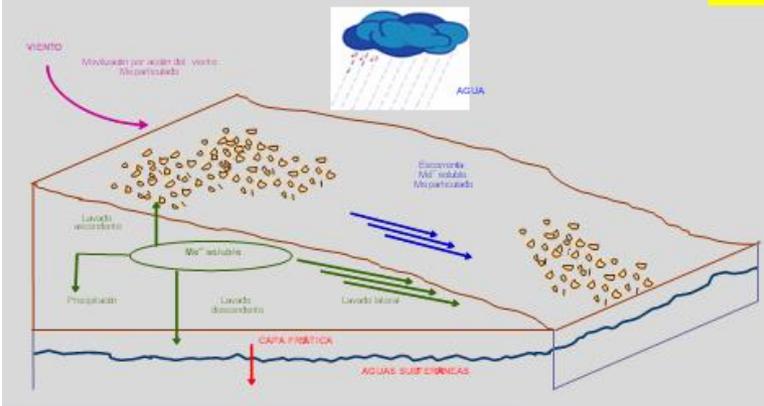
Zona mas reactiva —
Zona menos reactiva —

> Disponibilidad metal
< Tamaño partícula

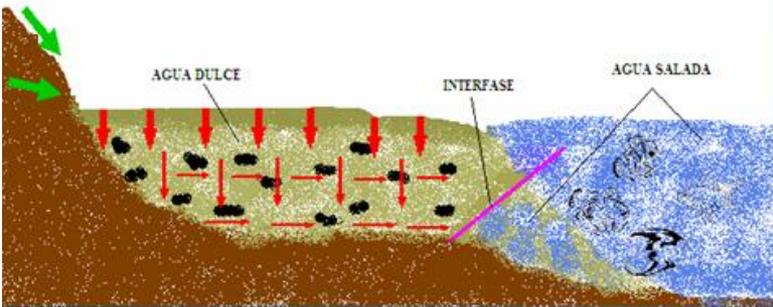
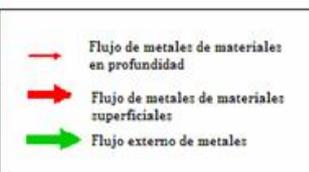
RUTAS Y AGENTES DE TRANSPORTE DE CONTAMINANTES

Riesgo estimado/
 calculado

Estudios e informes



Según los resultados isotópicos, es la capa superficial, fundamentalmente, la que suministra metales solubles a las aguas subterráneas y al mar



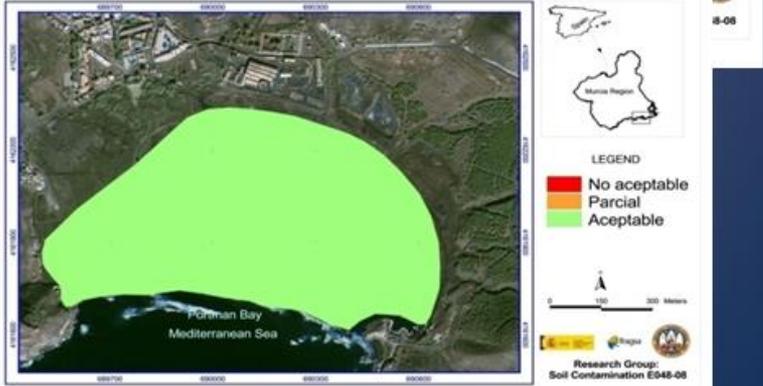
Proyecto: Riesgo en escenario preoperacional en la Bahía de Portman



Proyecto: Riesgo en escenario con proyecto piloto ejecutado en la Bahía de Portman



Proyecto: Riesgo en escenario futuro recuperado en la Bahía de Portman



Gestión del riesgo

Estudios e informes

Modelización de una propuesta de tratamiento para la recuperación in situ de la Bahía de Portman

Recuperación de sedimentos contaminados por metales pesados mediante técnicas que cumplan con las siguientes premisas de partida:

Evitar que los sedimentos contaminados sufran alteración supergénica,

Evitar el lavado ascendente de sales solubles que puedan aportar metales pesados en superficie.

Evitar el lavado lateral y descendente de las capas superficiales.

Evitar la erosión de las capas de tratamiento superiores, mediante la regulación de pendientes y el aporte de vegetación adecuado.

Optimizar los espesores las capas de tratamiento y las proporciones de los agentes de inmovilización empleados.

Control y monitorización de contaminantes.

Valorización de residuos que contienen filler calizo:

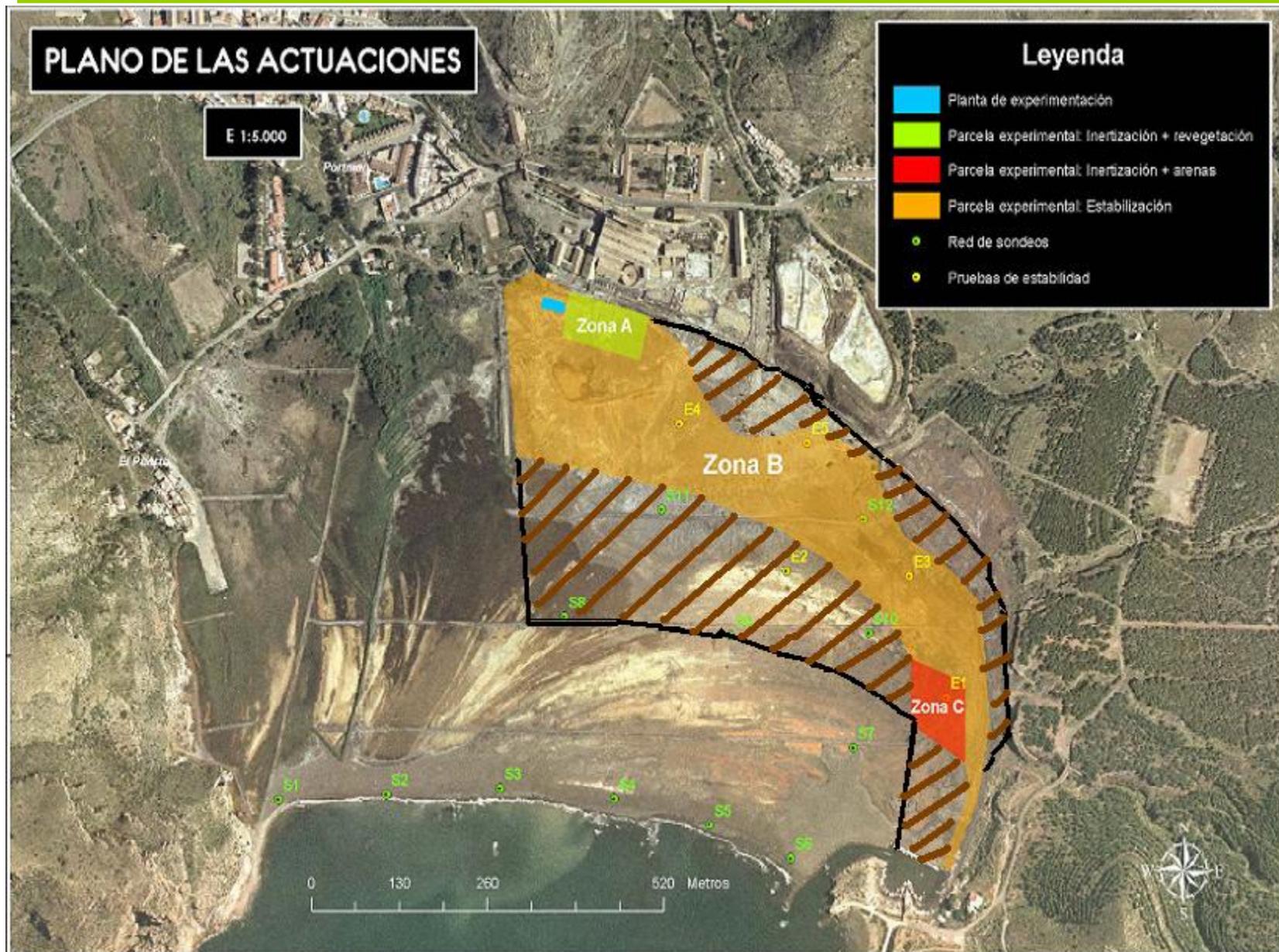
- Generación de residuos en la industria del mármol, plantas de aglomerado asfáltico, canteras de áridos, residuos de la construcción y demolición....
- Ley de Residuos /98: antes de ir a vertedero, si es posible, han de ser valorizados

Ecoeficiencia del proyecto de recuperación, minimización de costes ambientales y económicos

tratamiento de los sedimentos superficiales de la Bahía

Técnicas de inmovilización in situ
Estabilización/Precipitación/solidificación
Inmovilización de los metales pesados





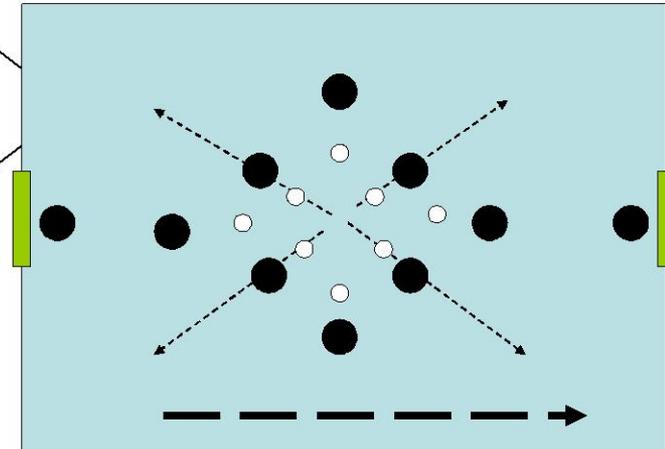
Tecnología de descontaminación en suelo estable



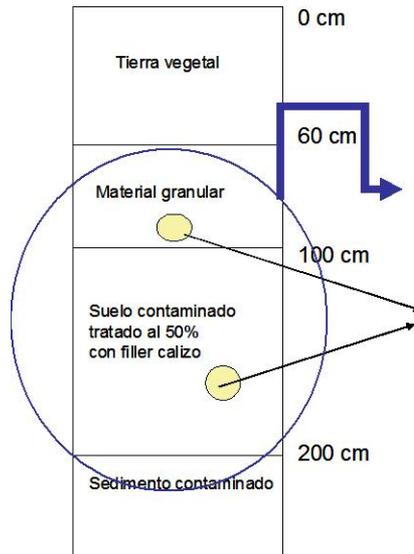
Distribución de los puntos de pozos para la toma de agua de posibles lixiviados :

- en la capa granular
- en la capa de suelo contaminado tratado
- en la zona próxima a las barreras activas

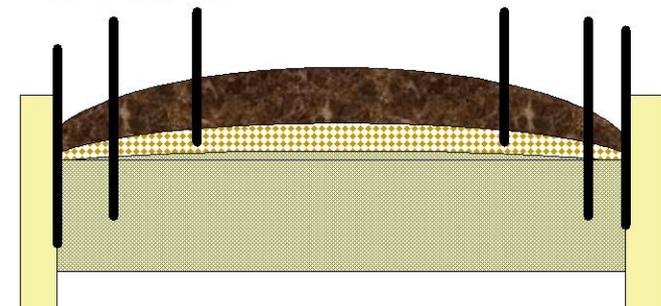
Planta de la parcela con distribución de pozos con toma de agua



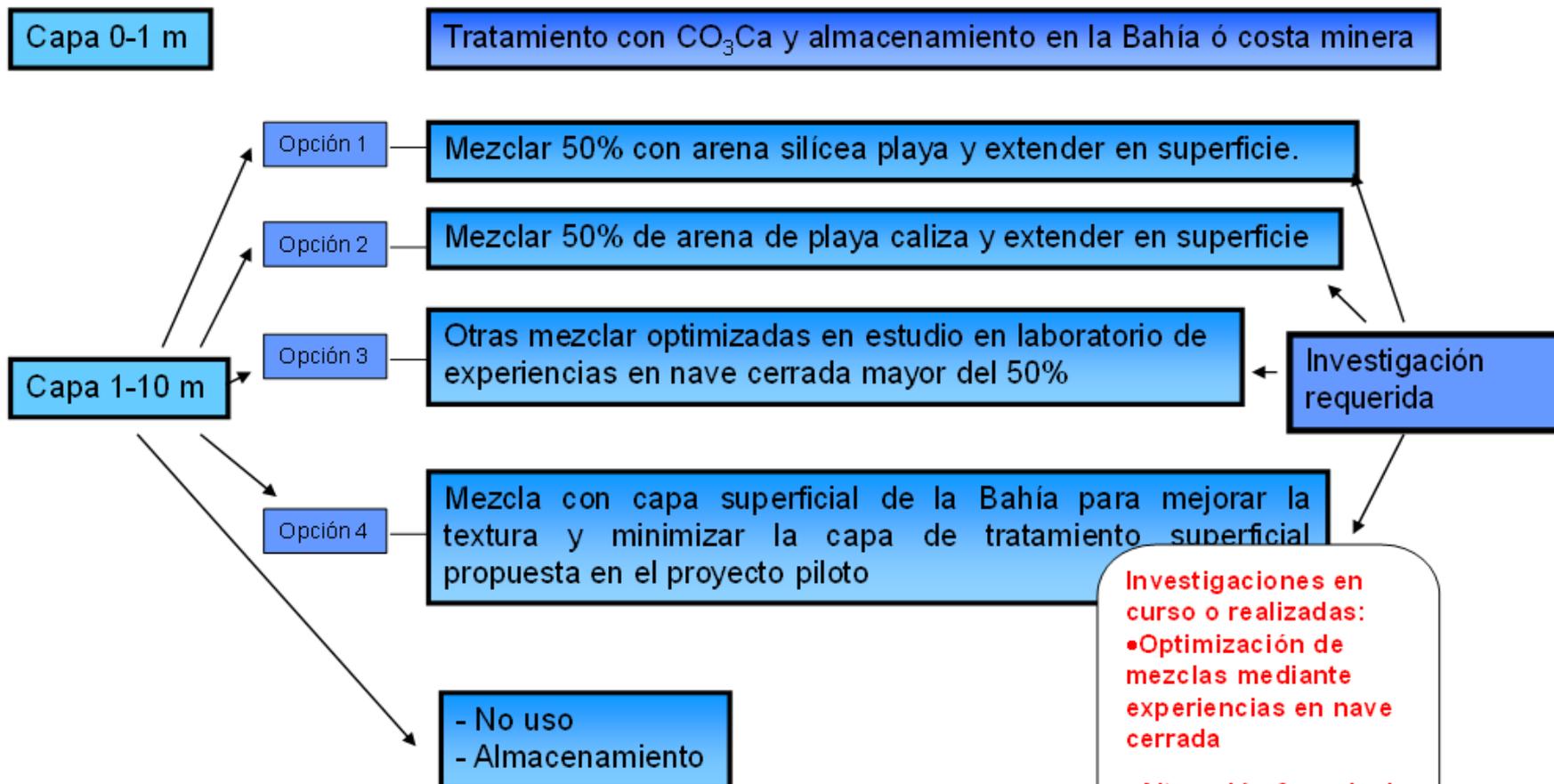
- Dirección de la pendiente de la parcela
- Pozo de registro hasta la capa tratada con filler
- Pozo de registro hasta la capa de material granular
- Dirección del flujo del agua
- Barreras activas



Tubo de PVC poroso



PROPUESTA DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL USO DE ARENAS DE PRIMERA LINEA DE COSTA PARA PLAYA FUTURA



Propuesta 1

- Tecnología propuesta en proyecto piloto
- Uso playa
- Uso jardín
- Arena playa de fuente externa

Actuación 1: Parcelas experimentales (zona verde) y (zona playa)



Dos parcelas experimentales de 7.500 m²: Zona Verde y Zona de Playa. Tratamiento in-situ para la inmovilización de contaminantes.

Parcelas experimentales:

FASE 1

Aporte de filler calizo < de 2 mm (valorización de residuos)

Mezcla del filler calizo con el sedimento contaminado, al 50%..

Espesor: 100 cm



Actuación 1: Parcelas experimentales (zona verde) y (zona playa)



FASE 2

Aporte de gravas diferentes granulometrías.

Espesor: 40cm



FASE 2

FASE 1



Investigaciones pendientes:

- La barrera perimetral en la zona parque urbano y playa.
- Experiencias de permeabilidad /retención de contaminantes con materiales calizos de granulometría variable.

Actuación 2: Parcela de estabilización mecánica



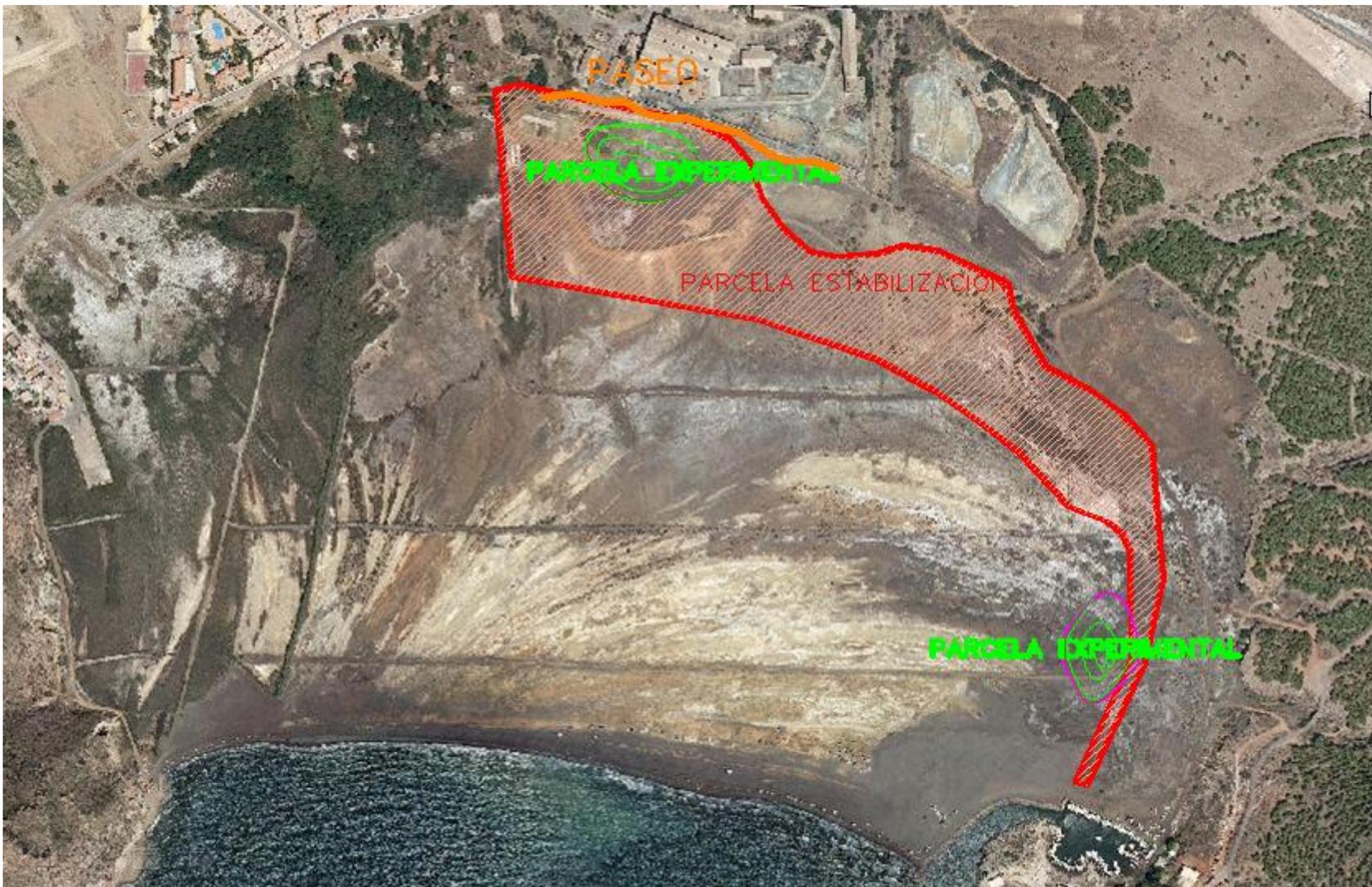
Parcela de 12 Ha, material de relleno, sedimentos, baja capacidad portante del terreno.

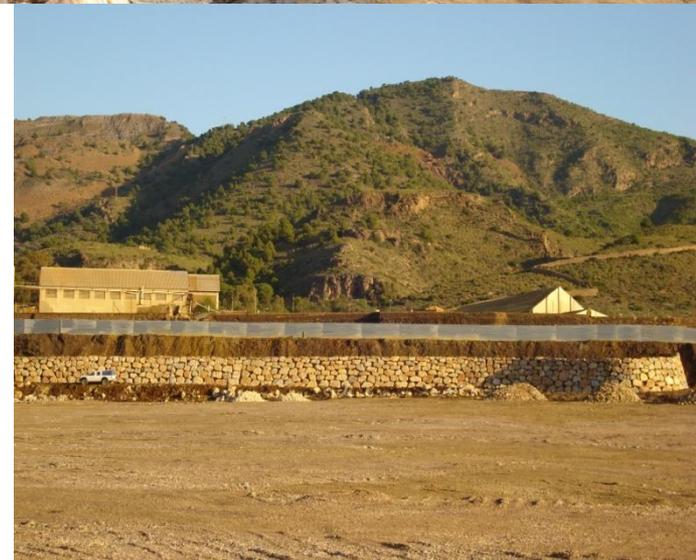
Aportación de 65.000 Tm de material macadam y 35.000 Tm Zahorra

De tensión admisible de 0.4Kg/cm² antes del tratamiento a 1.5 Kg/m² después.



Estabilización mecánica del talud mediante escollera y paseo





Propuesta 2
Optimización de la técnica de la propuesta 1 en laboratorio en nave cerrada
Arena playa: 50% arena negra + 50 % arena silícea

Propuesta 3
Optimización de la técnica de la propuesta 1 en laboratorio en nave cerrada
Arena playa: 50% arena negra + 50 % arena caliza

Propuesta 4
Optimización de la técnica propuesta en proyecto piloto
Optimización de uso de arena

Optimización de la tecnología y minimización de costes en las experiencias a realizar en laboratorio



	Punto muestreo	CONTROL	Filler 15%	Filler 30%	RC Ds1 20%	RC Ds1 30%	RC Ds2 20%	RC Ds2 30%	Lodo M 15%	Lodo M 30%
Sin cubierta	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cubierta A	Punto muestreo	CONTROL	Filler 15%	Filler 30%	RC Ds1 20%	RC Ds1 30%	RC Ds2 20%	RC Ds2 30%	Lodo M 15%	Lodo M 30%
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cubierta B	Punto muestreo	CONTROL	Filler 15%	Filler 30%	RC Ds1 20%	RC Ds1 30%	RC Ds2 20%	RC Ds2 30%	Lodo M 15%	Lodo M 30%
	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X



108 Contenedores

Control: lixiviados, lavado ascendente, ecotoxicidad terrestre y marina

