



ACTUACIONES DE DRENAJE EN SUELOS CONTAMINADOS

Oihane Ansa
Departamento ingeniería INTERMAS
www.interdrain.net

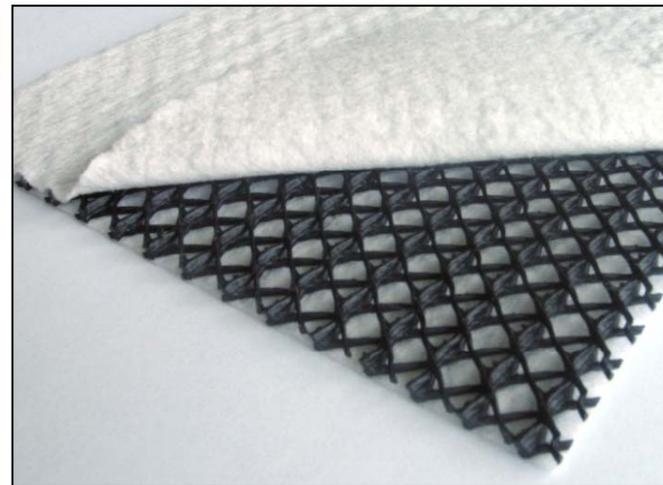
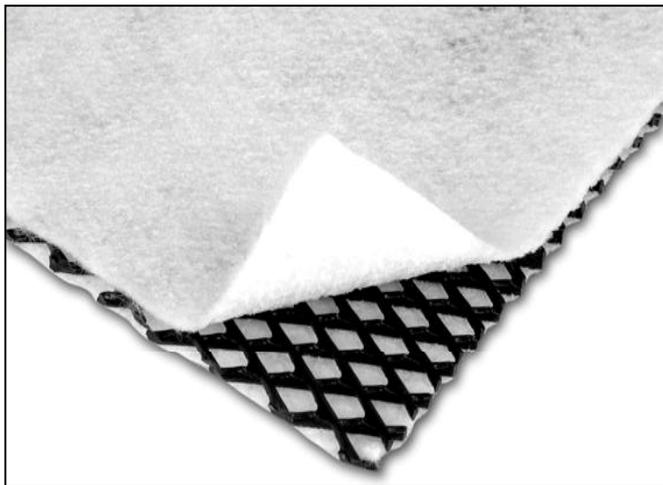
ACTUACIONES DE DRENAJE EN SUELOS CONTAMINADOS

caso 1:

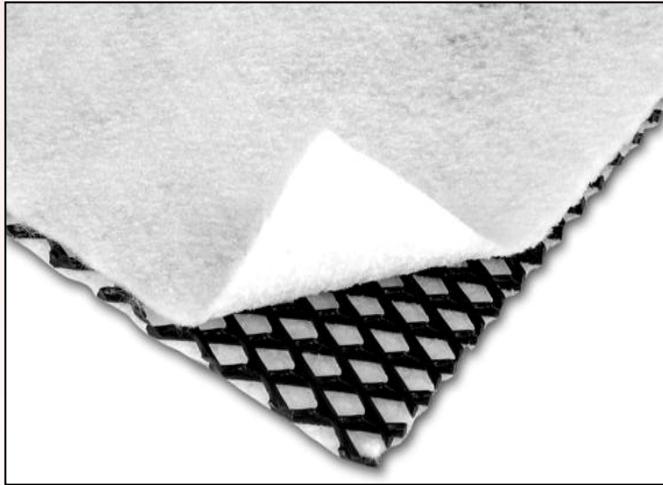
PROYECTO PARA UN VERTEDERO DE RESIDUOS TOXICOS EN ESPAÑA

caso 2:

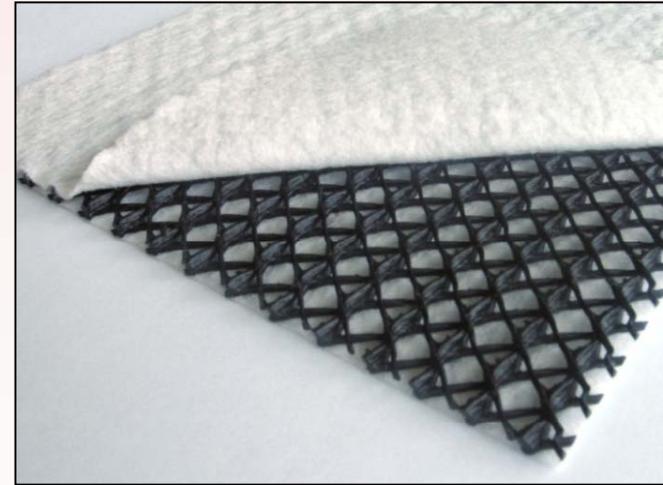
SELLADO DE UN VERTEDERO DE RESIDUOS CONTAMINANTES DE UNA MINA DE ORO EN RUMANIA



GEOCOMPUESTOS DE DRENAJE DE 2 Y 3 HILOS



Geocompuesto
drenante de 2 hilos



Geocompuesto
drenante de 3 hilos

Georred de PEAD + 2 geotextiles no tejidos de PP termofijados

Resistencia a compresión:
>700 kPa

Resistencia a compresión:
> 1.500 kPa

caso 1: PROYECTO PARA UN VERTEDERO DE RESIDUOS TÓXICOS EN ESPAÑA

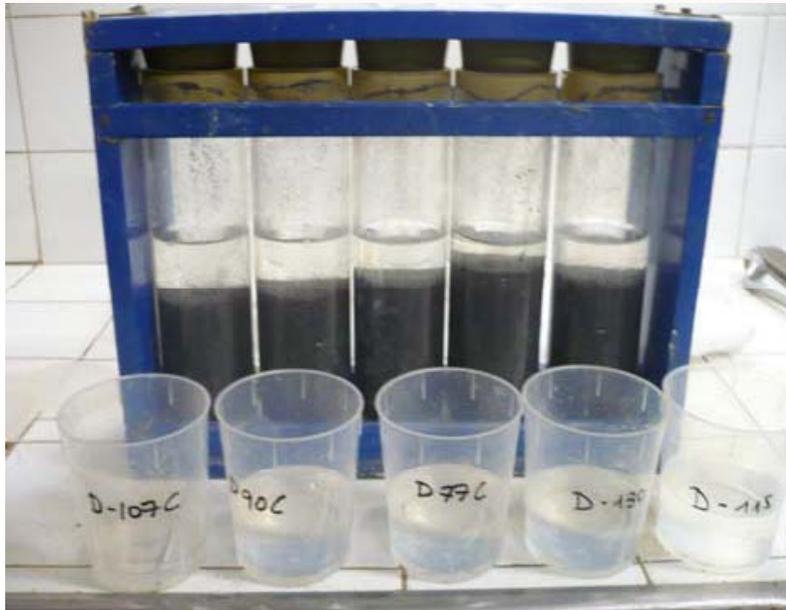


DESCRIPCIÓN

- En este caso, la problemática es la existencia de un depósito incontrolado de residuos tóxicos.
- Dichos residuos, unas 100 toneladas, provienen de la actividad minera.
- Para solucionar el actual problema, se está proyectando un vertedero en el que se depositarán estos suelos contaminados por metales pesados.

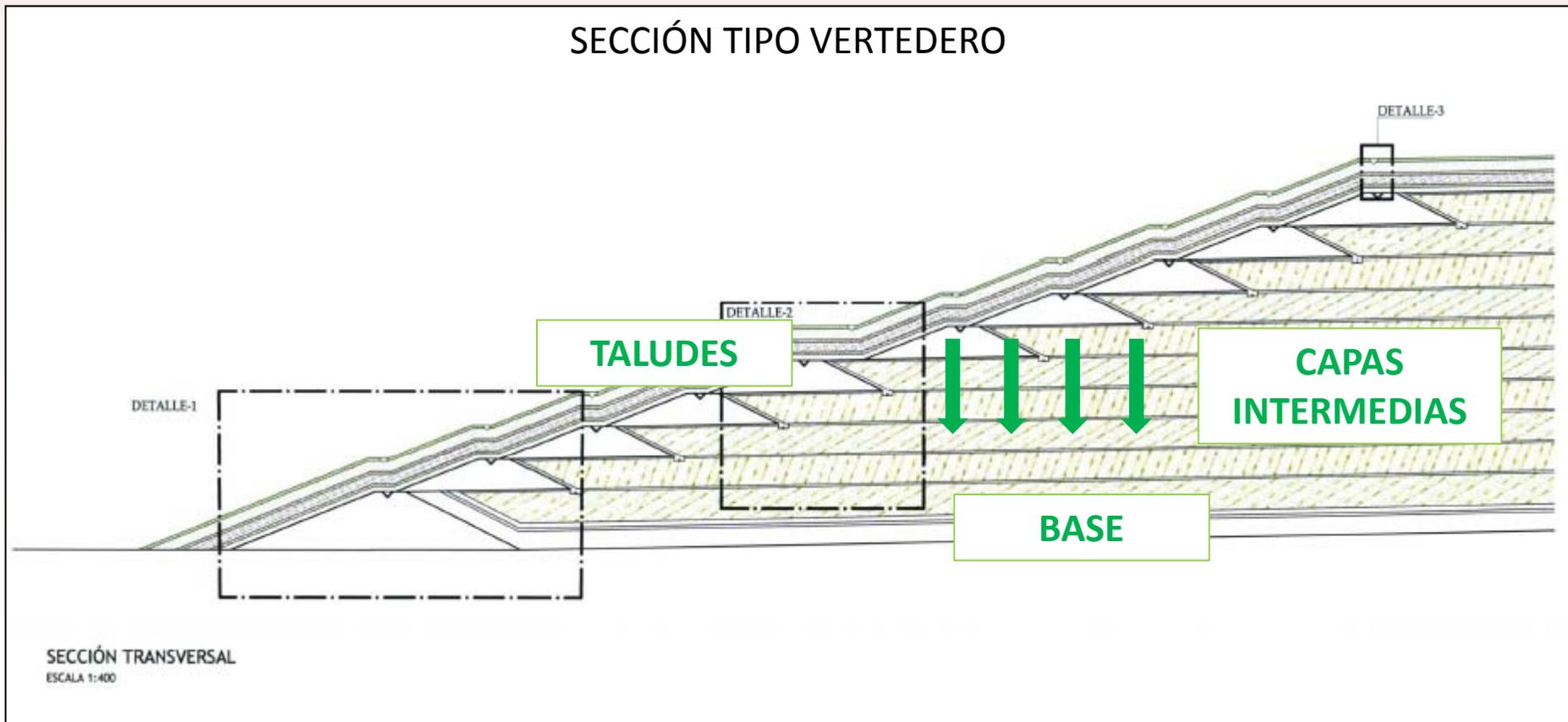


LODOS



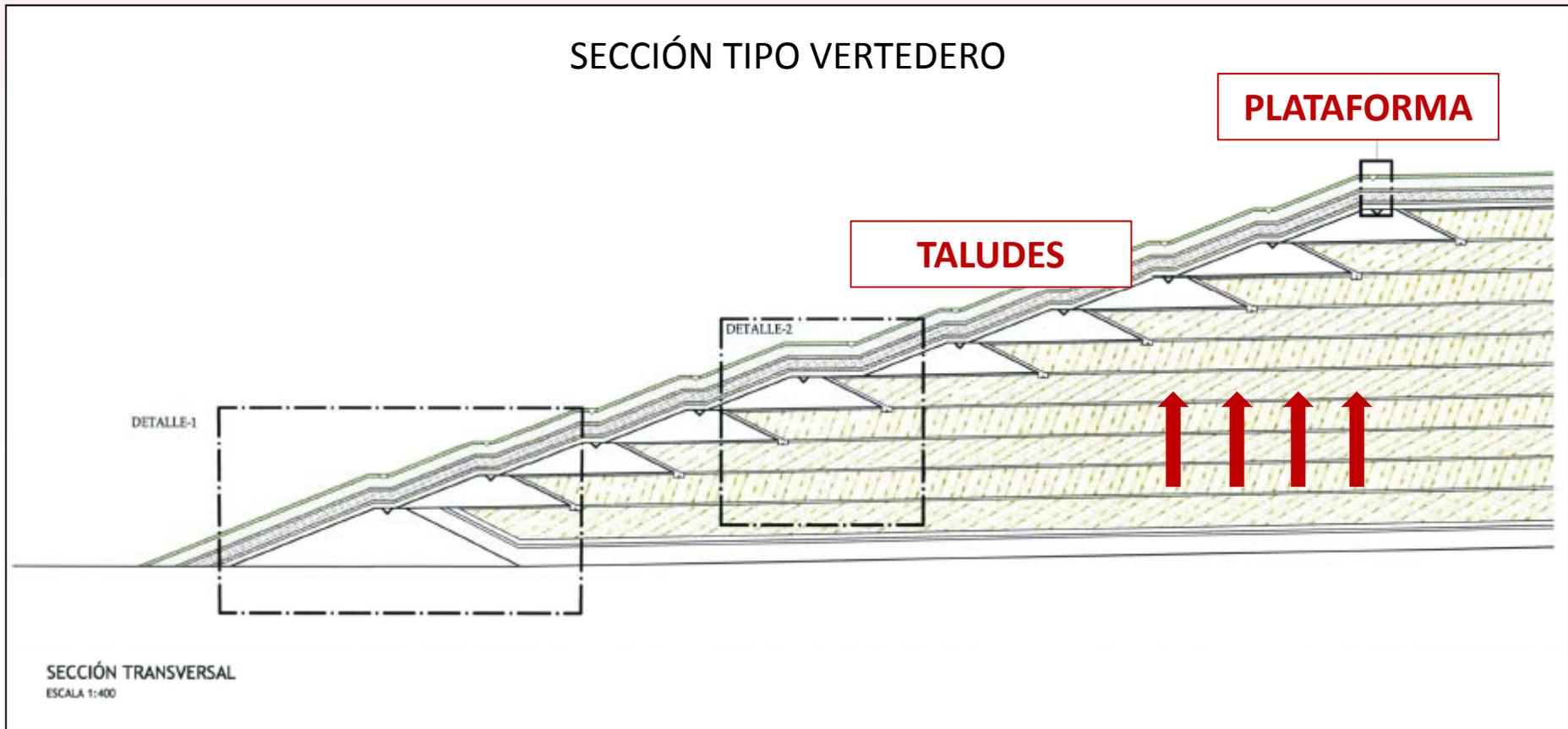
LIXIVIADOS

SECCIÓN TIPO VERTEDERO

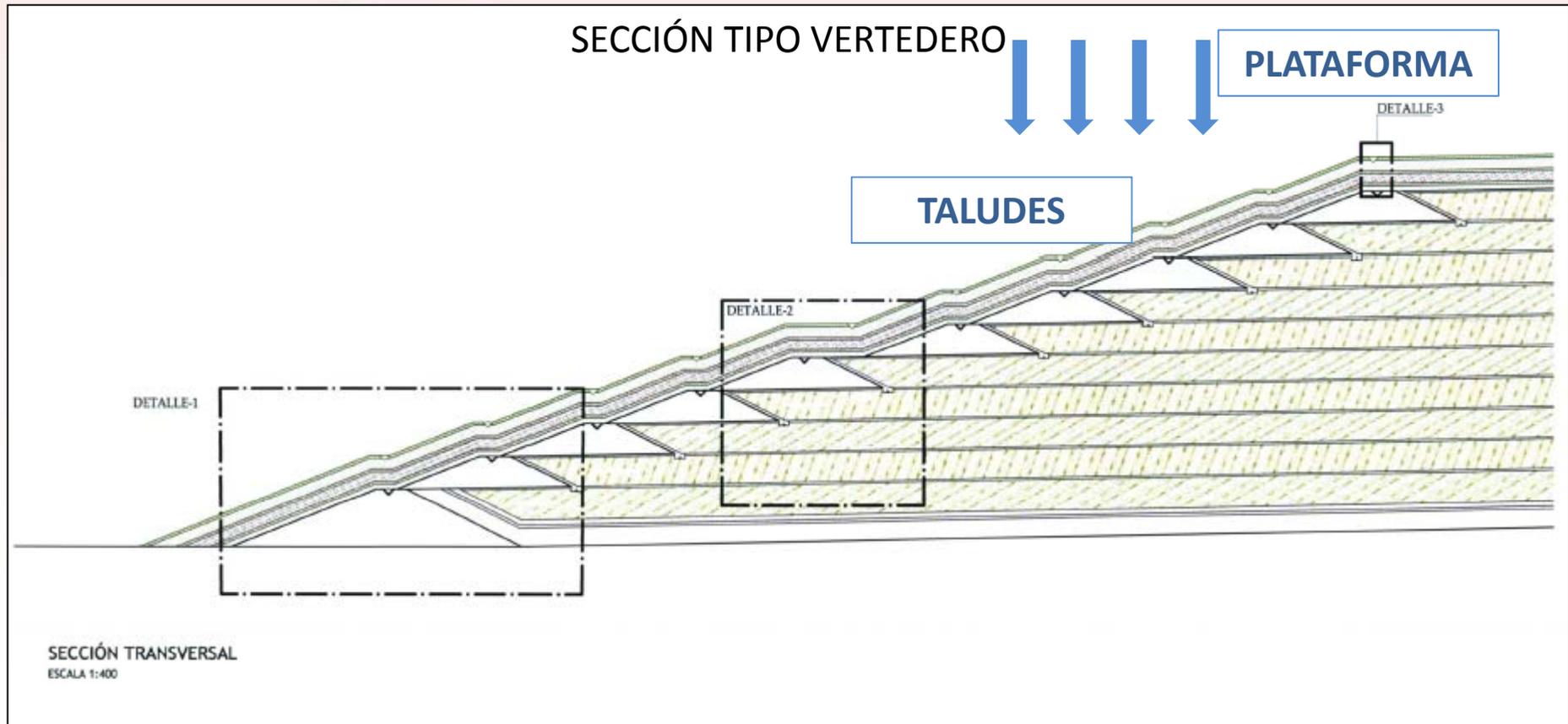


GASES

SECCIÓN TIPO VERTEDERO



PLUVIALES

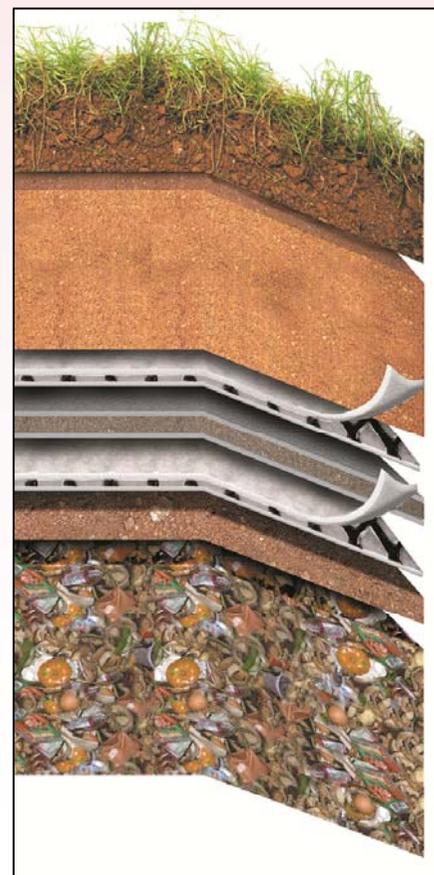


SECCIONES DE DRENAJE



BASE
SEGURIDAD

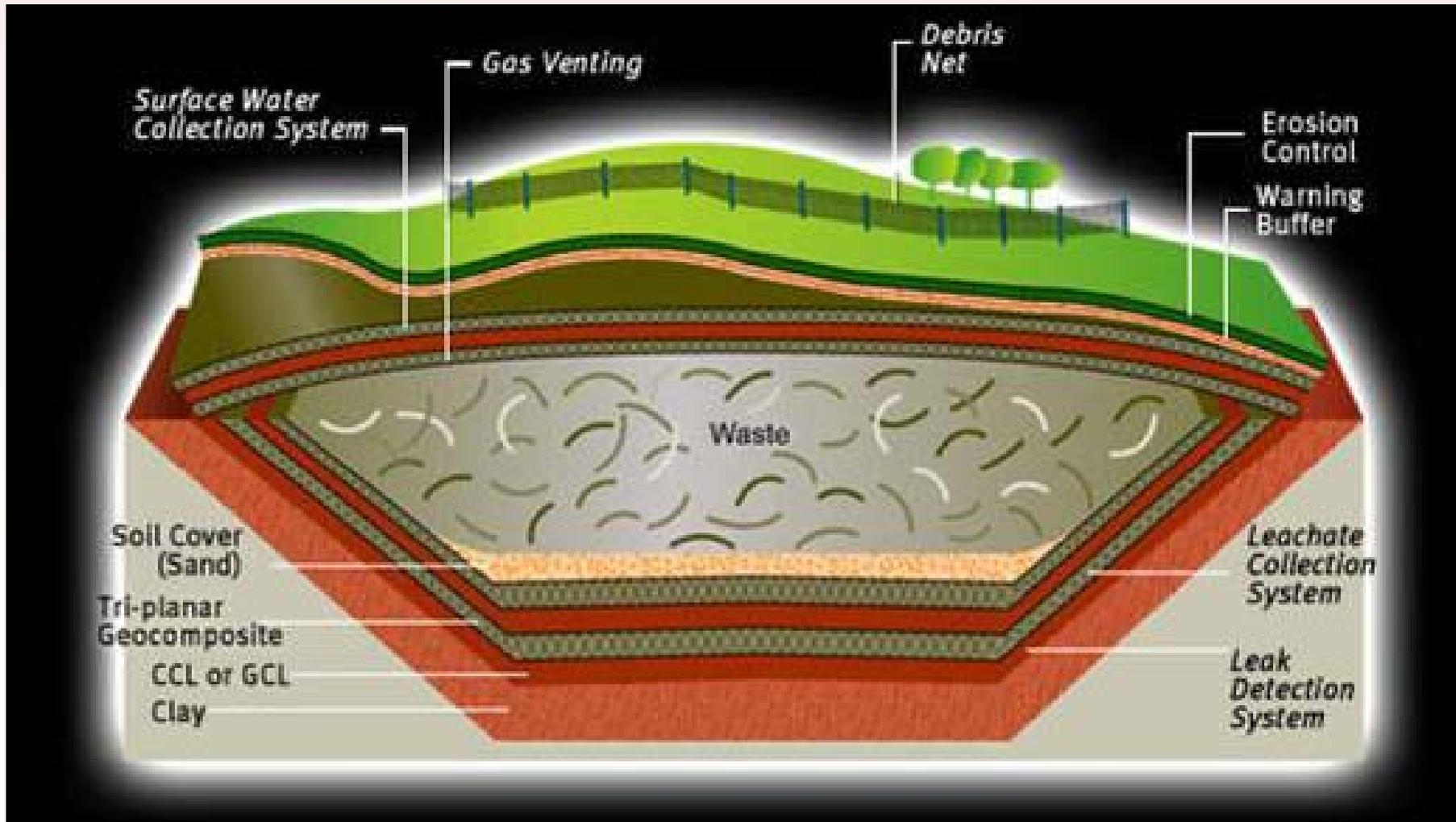
DETALLE DE DRENAJE.
LIXIVIADOS



PLUVIALES
GASES

DETALLE SELLADO.
PLUVIALES Y GASES

VERTEDERO



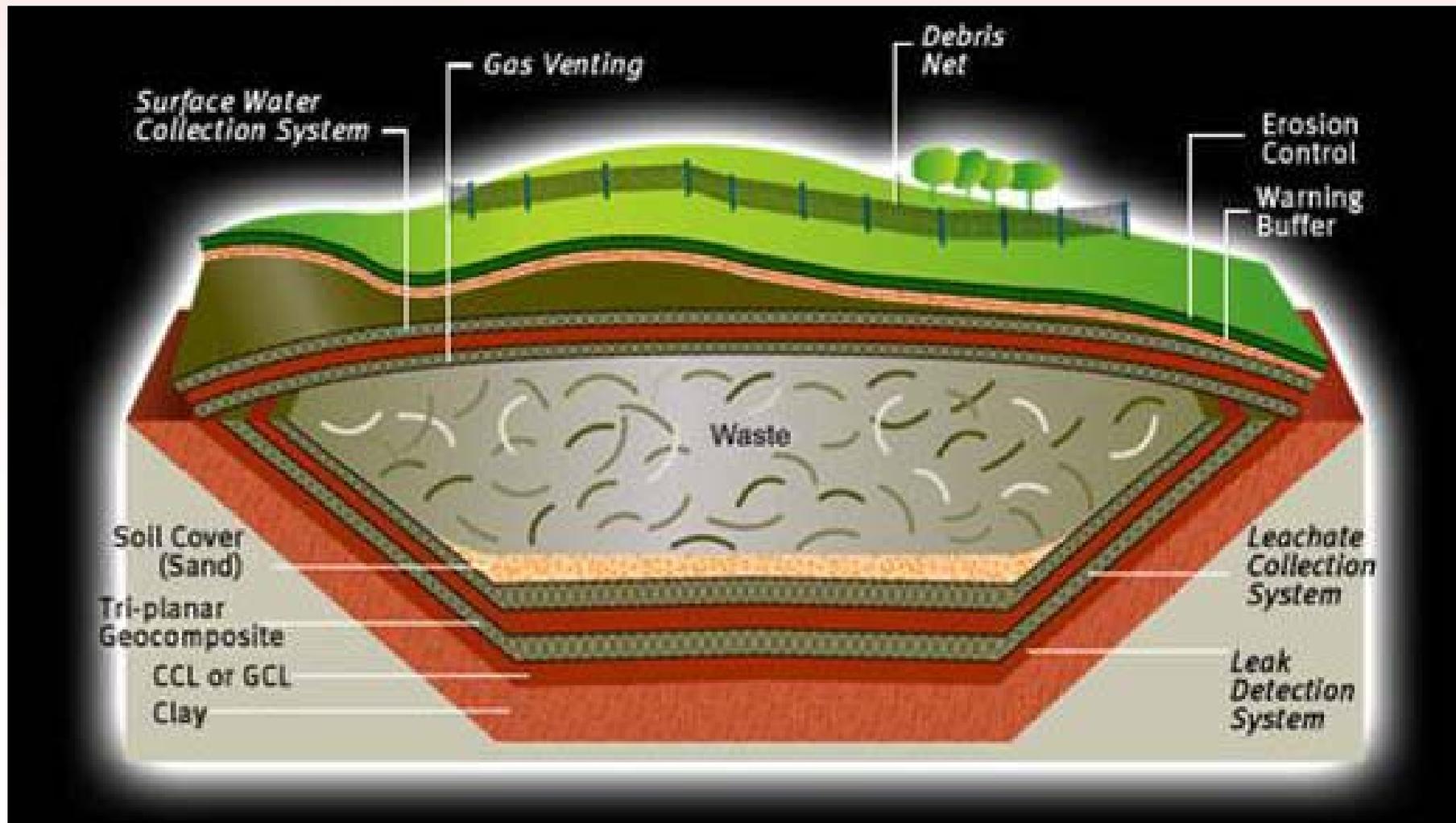
CÁLCULO

1. PRESIÓN (CARGA)
2. INCLINACIÓN DEL TALUD (GRADIENTE HIDRÁULICO)
3. CONDICIONES DEL ENTORNO (H/H, H/S, S/S)

*. FACTORES REDUCTORES (colmatación, fluencia,...)

SOLUCIÓN SUPERIOR A LAS NECESIDADES REQUERIDAS

VERTEDERO



CÁLCULO

ANEXO I: CÁLCULOS HIDRÁULICOS y COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO Y FLUENCIA

1. COMPARATIVA ENTRE CAPACIDADES DRENANTES

1.1. Capacidad de drenaje de la capa de gravas

1.1.1 Capacidad de drenaje de la capa de gravas

La capacidad de drenaje de una capa de gravas se define como:

$$Q = K \cdot i \cdot A$$

$$q = K \cdot i \cdot e$$

Dónde:

- Q = caudal (m³/s)
- q = caudal por unidad de longitud (m³/s m)
- K = 10⁻³ m/s (permeabilidad típica de las gravas)
- i fondo = 0,02 (gradiente hidráulico representativo)
- i talud 2H:1V = 0,44 (gradiente hidráulico representativo)
- i talud 3H:2V = 0,55 (gradiente hidráulico representativo)
- A = área (m²)
- e fondo = 0,5 m (espesor de la capa de gravas)

Obtenemos,

Q GRAVAS fondo =	10 ⁻³ m/s · 0,02
Q GRAVAS talud 2H:1V =	10 ⁻³ m/s · 0,44
Q GRAVAS talud 3H:2V =	10 ⁻³ m/s · 0,55

1.1.2 Capacidad de drenaje de la capa de gravas

Para obtener la capacidad de drenaje a largo plazo por la Ley de Darcy por unos factores de seguridad:

$$q_{\text{largo plazo}} = q_{\text{corto plazo}} / (RF_{cc} \cdot RF_{bc})$$

Dónde:

- RF_{cc}: Factor de reducción por colmatación que depende del espacio ocupado por la grava de drenaje
- RF_{bc}: Factor de reducción por colmatación que depende de la capacidad de drenaje real de las gravas
- q largo plazo: Capacidad de drenaje real de las gravas
- q corto plazo: Capacidad de drenaje de las gravas obstruidas

Por tanto,

- q largo plazo fondo = 0,01 / (1,2 · 1,2) = 0,007
- q largo plazo talud 2H:1V = 0,22 / (1,2 · 1,2) = 0,15
- q largo plazo talud 3H:2V = 0,27 / (1,2 · 1,2) = 0,19

La capacidad drenante a corto plazo de **TECHDRAIN** se estima mediante la Norma ISO 12958 y depende de:

- el gradiente hidráulico
- la presión normal a su plano
- condiciones de contorno

1.2.1. Cálculo de la presión normal

En el fondo del vertedero la presión normal al plano del geosintético es:

$$\sigma_{\text{fondo}} = \sigma_v = \sum \gamma_i \cdot h_i$$

$$\sigma_{\text{talud}} = K_a \cdot \sigma_v$$

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$$

dónde:

- σ_v : presión vertical
- γ_i : densidad de cada capa sobre el geosintético
- h_i : altura de cada capa sobre el geosintético
- K_a : Coeficiente de empuje activo
- ϕ : Rozamiento interno del material. (20° para residuos)

Las capas que podemos encontrar sobre nuestro geosintético son:

- 14 capas de 3 m de espesor formadas por residuos de TEFSA e hidrataciones medias del 50%
- Sellado del vertedero formado por:
 - o 0,50m de tierras de regularización con una densidad de 20 kN/m³
 - o 0,30m de gravas para formar la capa de sellado
 - o 0,90m de arcilla (capa mineral impermeable)
 - o 0,30m de gravas para formar la capa de sellado
 - o 1m de cobertura de tierra con una densidad de 20 kN/m³
 - o 0,30m de tierra vegetal, con una densidad de 20 kN/m³

Resulta:

$$\sigma_{\text{fondo}} = 14 \cdot 3 \cdot 15 + 0,5 \cdot 17 + 0,3 \cdot 20 + 0,9 \cdot 17 + 0,3 \cdot 20 + 1 \cdot 17 + 0,3 \cdot 20 = 336,83 \text{ KPa}$$

$$\sigma_{\text{talud}} = K_a \cdot \sigma_v = 0,49 \cdot 336,83 \text{ KPa}$$

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2) = \tan^2(45 - 20/2) = 0,49$$

En el caso de los taludes tenemos en cuenta el coeficiente de empuje activo.

1.2.2 Cálculo del gradiente

Los gradientes hidráulicos utilizados serán los mismos que en el caso de las gravas:

- i fondo = 0,02 (2%)
- i talud 2H:1V = 0,44
- i talud 3H:2V = 0,55

1.2.3 Condiciones de contorno

En este caso al estar el geomembrado entre una geomembrana y los residuos debemos considerar un ensayo con placas duras (H/S), ya que es lo que más se parece a la situación real.

1.2.4.1. Capacidad drenante a corto plazo de TECHDRAIN en fondo de vaso.

A continuación se indica la capacidad drenante de TECHDRAIN GTG 720 a diferentes presiones para un gradiente i=0,1 (fondo)

- Q TECHDRAIN GTG 720 (500 KPa, i=0,1) = 0,24 l/m.s (ISO 12958)
- Q TECHDRAIN GTG 720 (687 KPa, i=0,1) = 0,22 l/m.s (INTERPOLACIÓN)
- Q TECHDRAIN GTG 720 (700 KPa, i=0,1) = 0,22 l/m.s (ISO 12958)

Siendo conservadores, podemos utilizar el valor para 700 KPA.



EJEMPLO



EJEMPLO



caso 2: SELLADO DE UN VERTEDERO DE RESIDUOS CONTAMINANTES DE UNA MINA DE ORO RUMANIA



DESCRIPCIÓN

- Este otro caso que les vamos a contar, ocupa el puesto número 7 en el Top 10 de desastres ambientales antropogénicos y naturales.
- El día 30 de enero de 2000, se rompió el dique de contención de una balsa de desechos tóxicos en Baia Mare (Rumanía).
- Dichos desechos tóxicos provenían de la extracción minera del oro.
- 100.000 m³ de aguas residuales contaminadas con cianuro, se vertieron en los ríos Lapus y Somes, avanzando hacia el Tisza y desembocando en el Danubio.



DESCRIPCIÓN

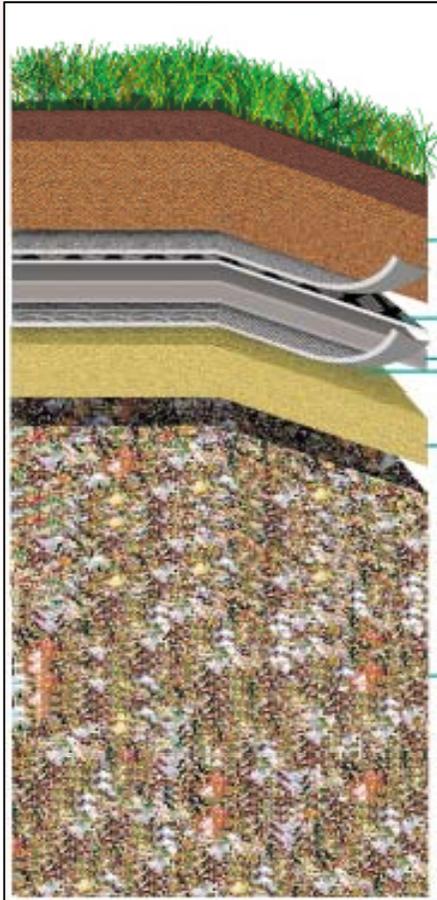
- En la cabecera del Tisza, la concentración de cianuro llegó a ser 100 veces mayor al límite permitido para el agua potable.
- No hubo víctimas humanas, pero sí resultó letal para otras especies animales.
- Tras el accidente y después de 10 años, el 5 de mayo de 2010, el Parlamento Europeo ha resuelto prohibir el uso de cianuro en las actividades mineras.



ROSIA MONTANA, RUMANIA



SECCIONES DE DRENAJE



PLUVIALES



DETALLE SELLADO.
PLUVIALES

ROSIA MONTANA, RUMANIA



intermas[®]
geosynthetics



MUCHAS GRACIAS

Oihane Ansa

Departamento técnico INTERMAS

www.interdrain.net

