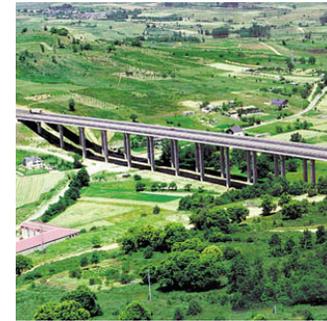


## Master en Restauración de Ecosistemas

### **Restauración de vertederos**

#### 3 – Sellado y restauración paisajística

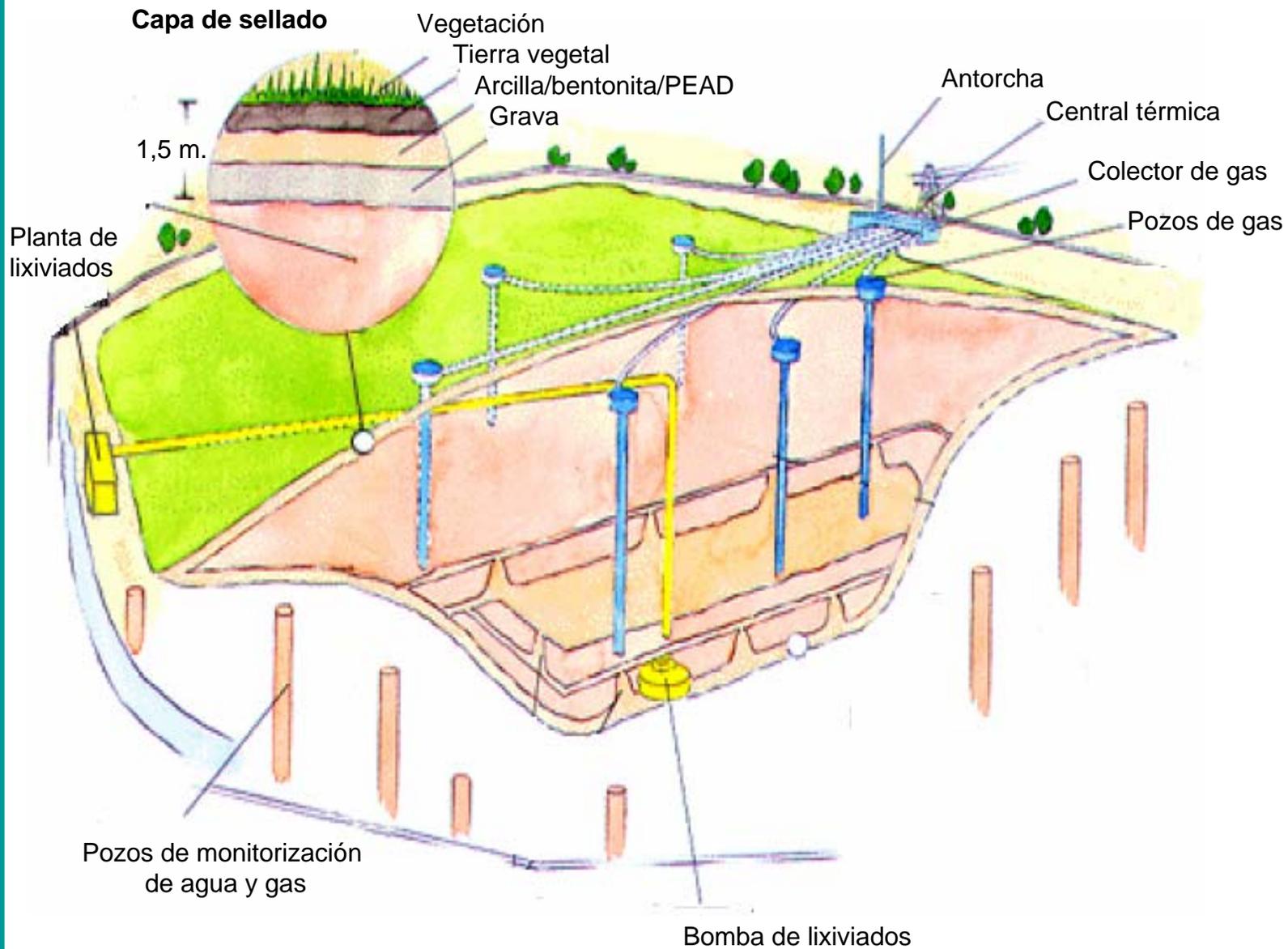


**Louw Wildschut**

**5 de marzo de 2008**

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

ecnoma



## **Sellado y restauración paisajística de vertederos**

### **Pasos a seguir:**

- 1. Acondicionamiento del vertedero**
- 2. Sellado**
- 3. Instalación de la desgasificación**
- 4. Plantaciones y siembras**

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Acondicionamiento del vertedero: **Situación de partida**

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

ecnoma

## Acondicionamiento del vertedero: Situación de partida



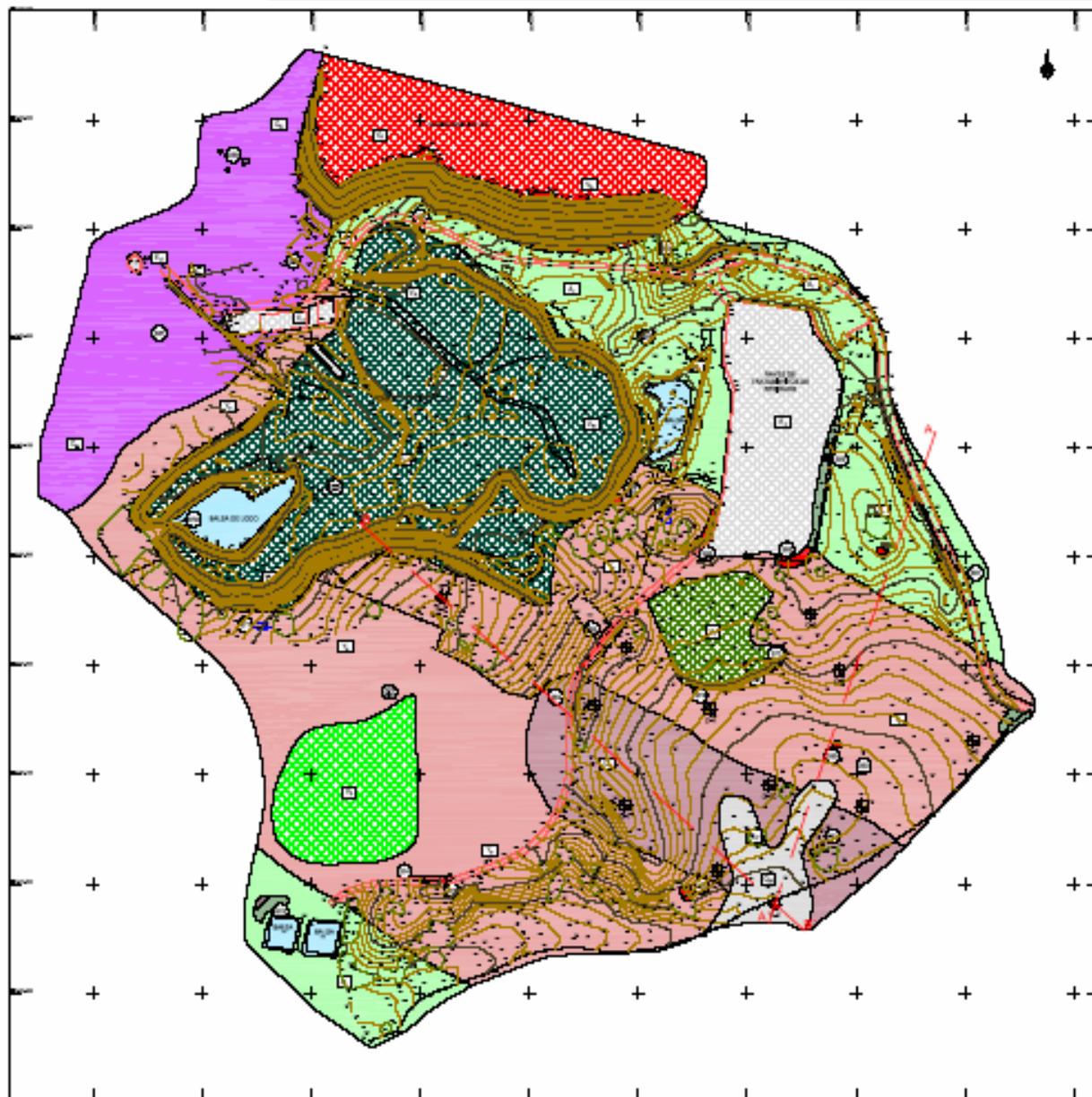
# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Acondicionamiento del vertedero: Situación de partida



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Acondicionamiento del vertedero: Estudio geotécnico



### RELLENOS / VERTIDOS

	$E_d$	EDIFICACIONES
	$V_p$	ZONA TRATAMIENTO PLÁSTICOS / PAPELES
	$V_c$	VERTIDOS / RELLENOS COMPACTADOS / SEMICOMPACTADOS
	$V_R$	VERTIDOS ACTUALES
	$V_A$	VERTIDOS ANTIGUOS

### LITOLOGÍAS

	$Y_e$	FACIES DE YESOS FORMACIÓN VILLALBA DE LA SIERRA CRETÁCICO TERMINAL - PALEÓGENO
	$A_e$	FACIES ARCILLAS (GREDOS) FORMACIÓN VILLALBA DE LA SIERRA CRETÁCICO TERMINAL - PALEÓGENO
	$D_o$	FACIES DOLOMIAS BRECHOSAS FORMACIÓN VILLALBA DE LA SIERRA CRETÁCICO TERMINAL - PALEÓGENO
	$C_o$	CALIZAS DOLOMÍTICAS (CRETÁCICO) FORMACIÓN PANTANO DE TRANQUERA
	$Q_{AT}$	SUELOS DE ALTERACIÓN

## 1. ACONDICIONAMIENTO DEL VERTEDERO

- Desratización
  - trampas mecánicas
  - gas
  - Rodenticidas
- Modelado topográfico de residuos de la superficie de vertedero
- Retirada de residuos peligrosos o no aptos, como neumáticos, etc.
- Capa de nivelación de tierra, de espesor variable, con 20 cm de espesor medio
- Capa de asentamiento de zahora natural, de 30 cm de espesor.

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA Acondicionamiento del vertedero: Modelado



## 2. SELLADO

**El sistema de sellado de un vertedero consiste en una serie de cubiertas que aíslan los residuos vertidos para:**

- Impedir el contacto con los residuos: control de plagas
- Reducir al mínimo la acumulación de lixiviados en la base del vertedero, facilitando la recogida de lixiviados.
- Evitar la evacuación incontrolada de gases

### Requisitos para diferentes clases de residuos

requisitos	inertes	no peligrosos	peligrosos
Impermeabilización artificial de base Y capa de drenaje de lixiviados	No Si	Si	Si
Capa de drenaje de gases	No	Si	No
Impermeabilización artificial en superficie	No	Si	No
Capa mineral impermeable	No	Si	Si
Cobertera superior de tierra > 1m	Si	Si	Si

### Capas de sellado

#### Captación de gas

- Capa de drenaje de gases,
  - En coronación: 30 cm de espesor de grava
  - geocompuesto drenante formado por una georred PEAD y dos geotextiles en los taludes.

#### Aislamiento

- Geotextil antipunzonamiento de polipropileno de 120 gr/m<sup>2</sup> para proteger inferiormente la lámina.
- Lámina de HDPE de 2 mm de espesor termosoldada doble costura.
- Geotextil antipunzonamiento de polipropileno de 180 gr/m<sup>2</sup> para protección superior de la lámina y para drenaje de pluviales.

#### Tierra vegetal

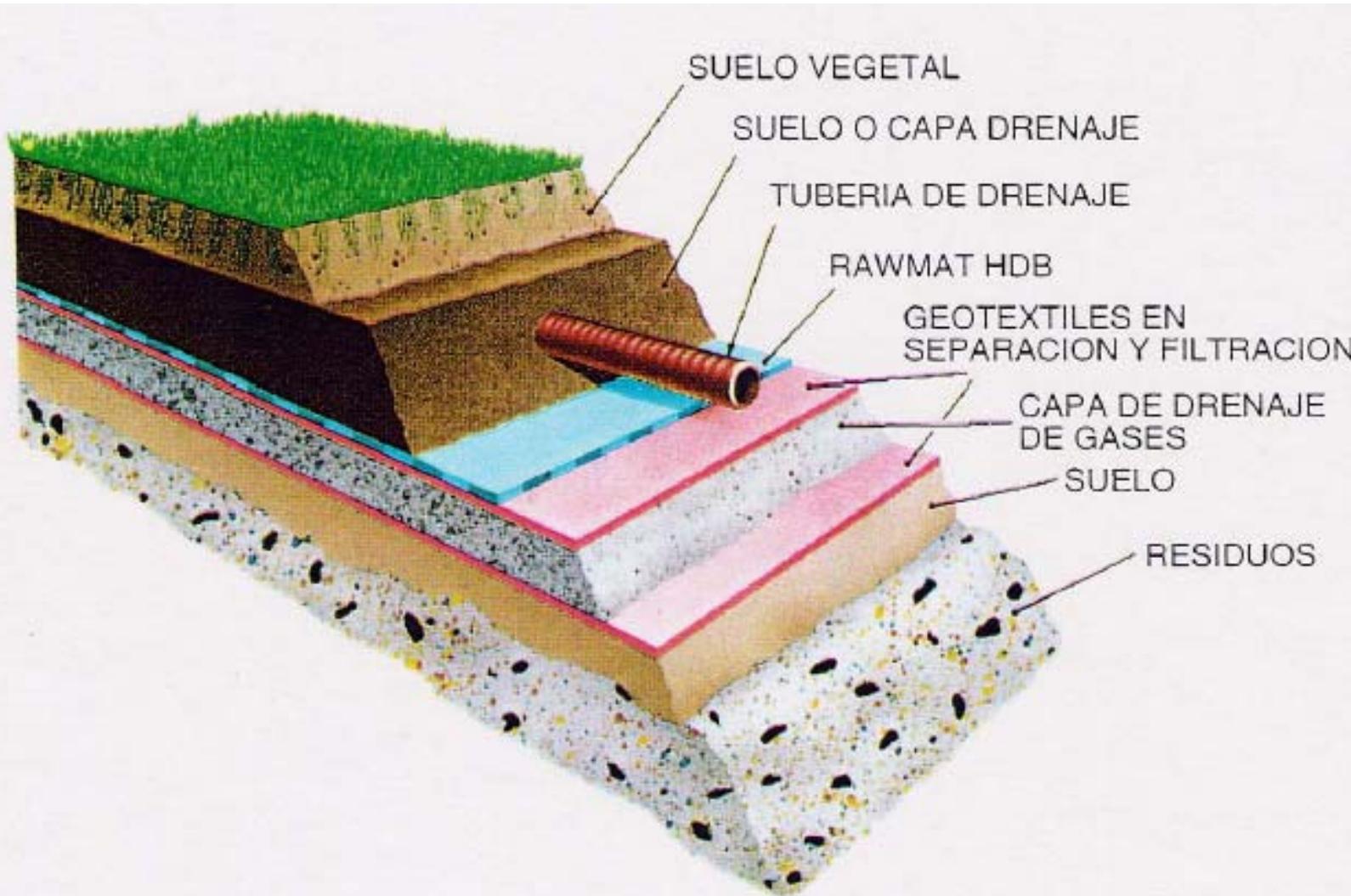
- Cobertura de tierras de 70 cm de espesor
- Suelo mejorado con aportación de compost de 70 cm de espesor como capa orgánica para soporte de la vegetación.

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Sellado

ecnoma

Capa de sellado de un vertedero  
(con sistema de captación de gases)



### **El revestimiento artificial**

lámina impermeable de elevada resistencia mecánica

- **Geomembranas**

Láminas de polietileno de alta densidad:  $> 0,94$  g/cm<sup>3</sup>.(PEAD).

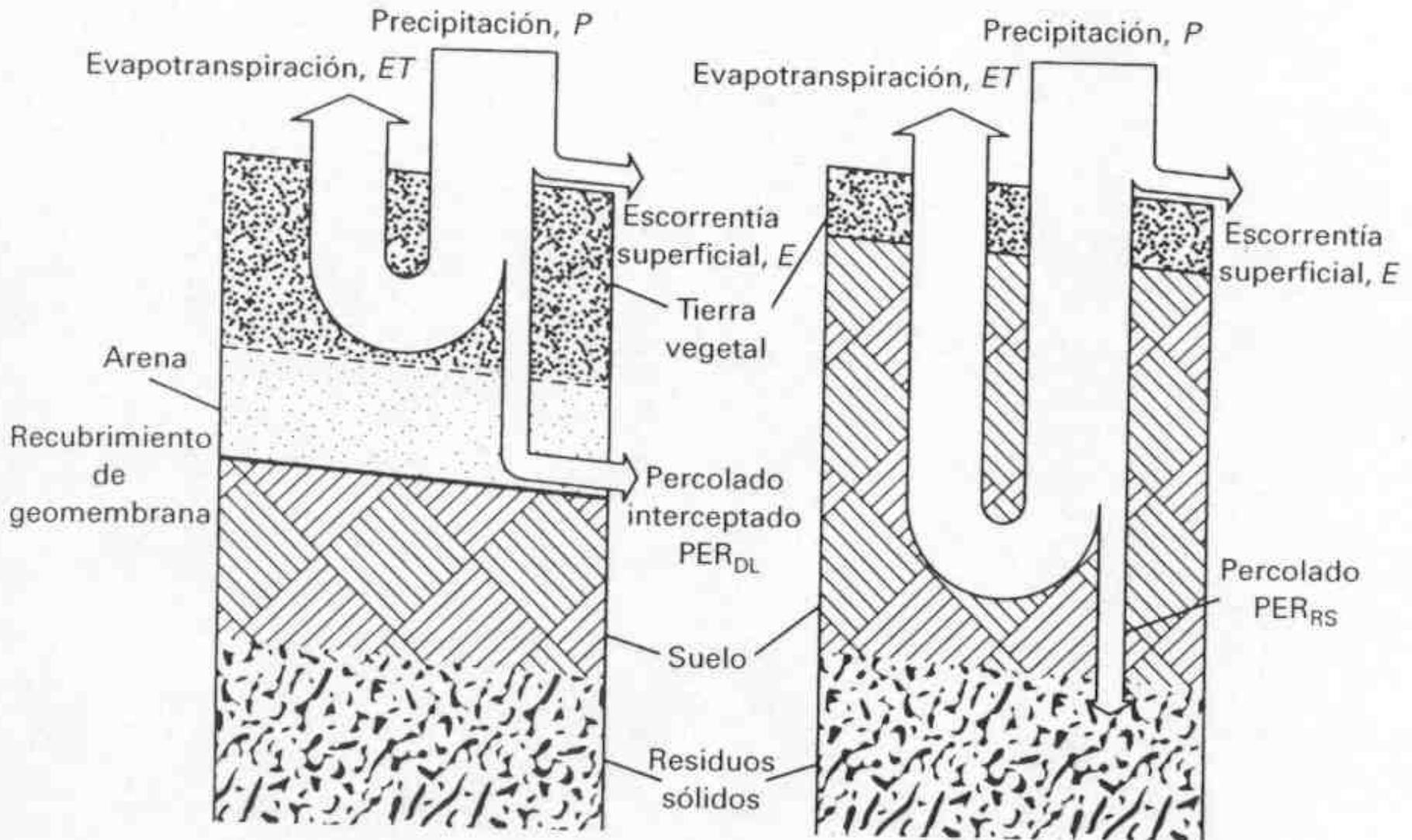
- **Geosintéticos/Geoclayliner(GCL)**

Materiales mixtos fabricados en forma de “sandwich”, colocando una capa fina de bentonita entre dos láminas de plástico o de fibra textil.

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Sellado

ecnoma



### **Estructuras y filtros artificiales**

- **Geotextiles**  
Láminas filtrantes de protección con fibras de polipropileno o poliéster.
- **Geogrid o Geomallas**  
Anclaje de recubrimientos en terrenos inestables

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Sellado

ecnoma



Geotextil

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

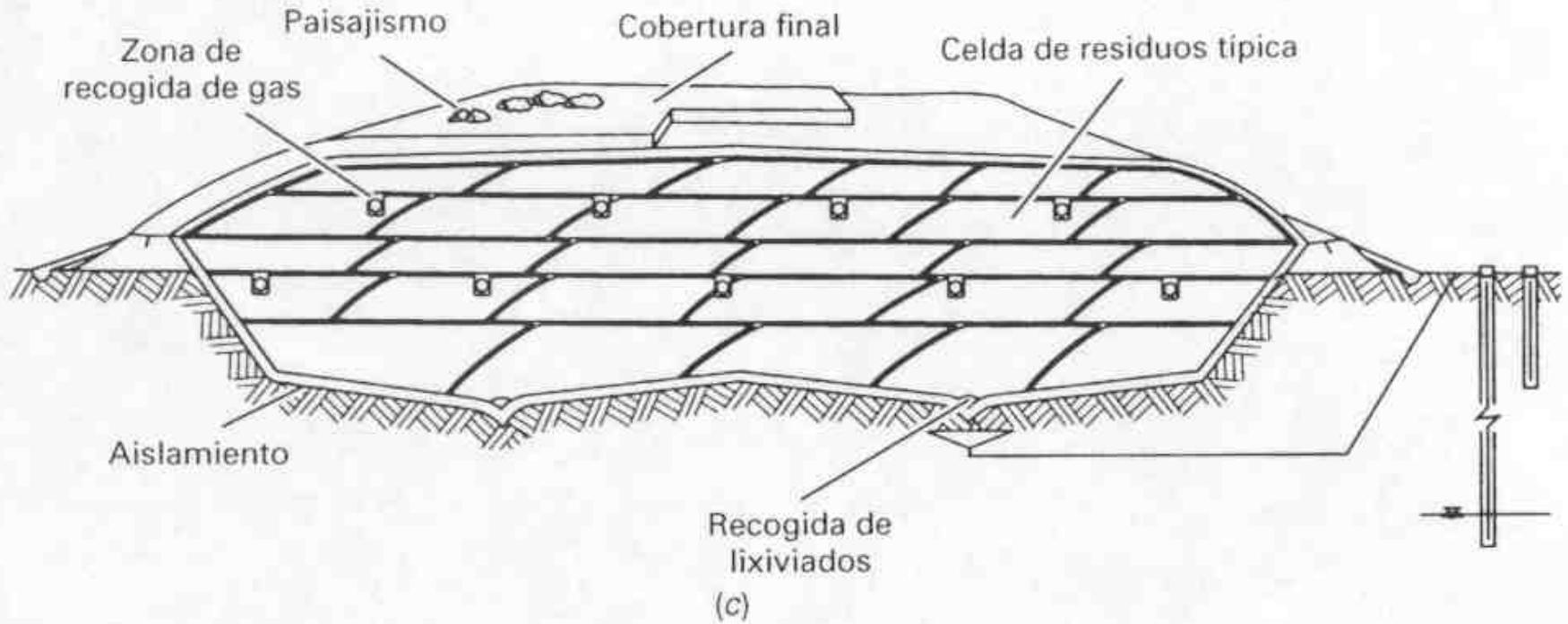
ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Sellado

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Sellado

ecnoma



### 3. INSTALACIÓN DE DESGASIFICACIÓN

Funciones:

Complemento necesario tras el sellado

- Evitar rotura del sellado por la presión
- Evitar escapes incontrolados de gas  
(seguridad, afección de la vegetación)

Gestión ambiental

- El metano es un gas invernadero  
22 x mas potente que el CO<sub>2</sub>
- Aprovechamiento energético

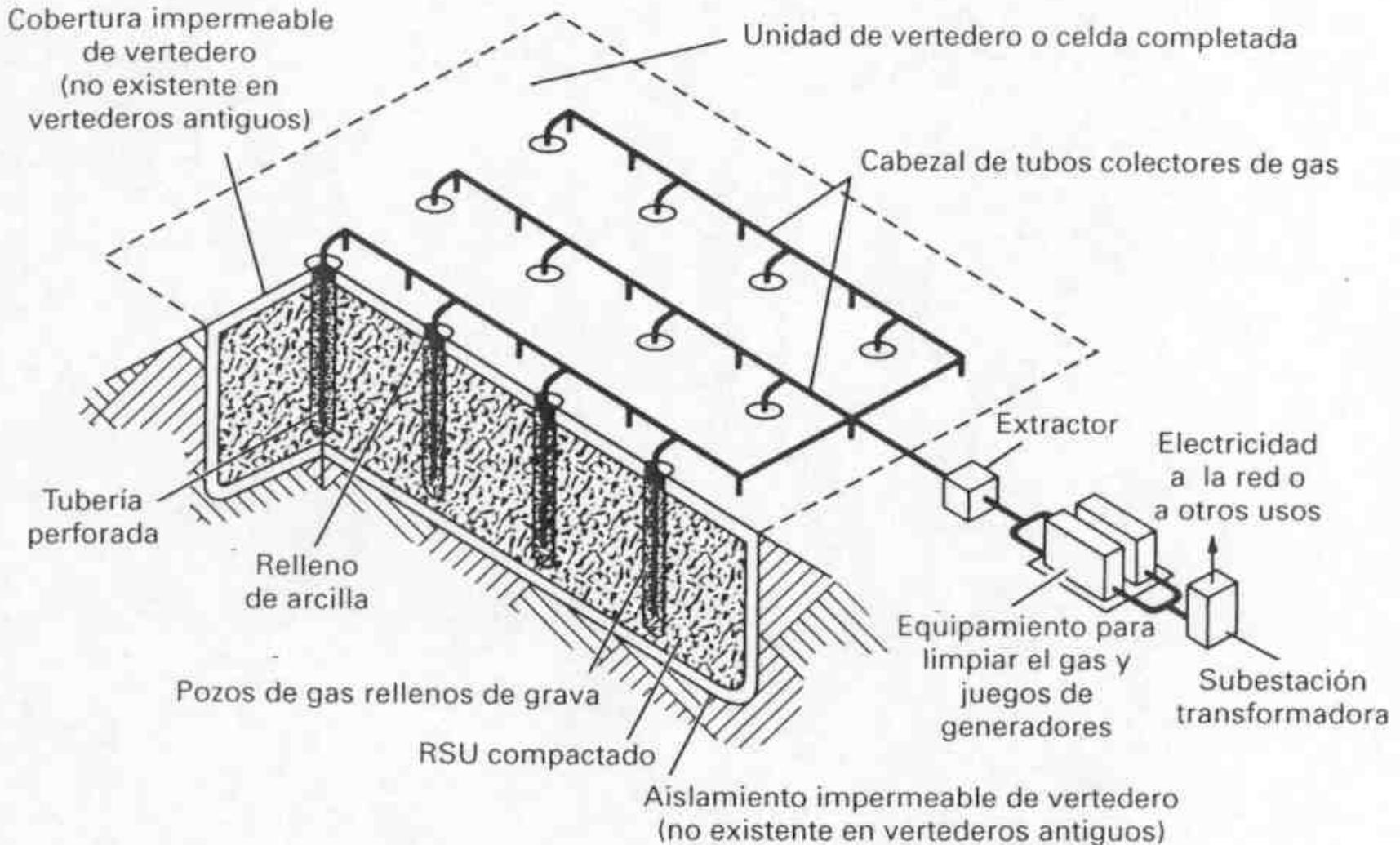
Legal

- El RD 1481/2001 obliga a la desgasificación

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Desgasificación

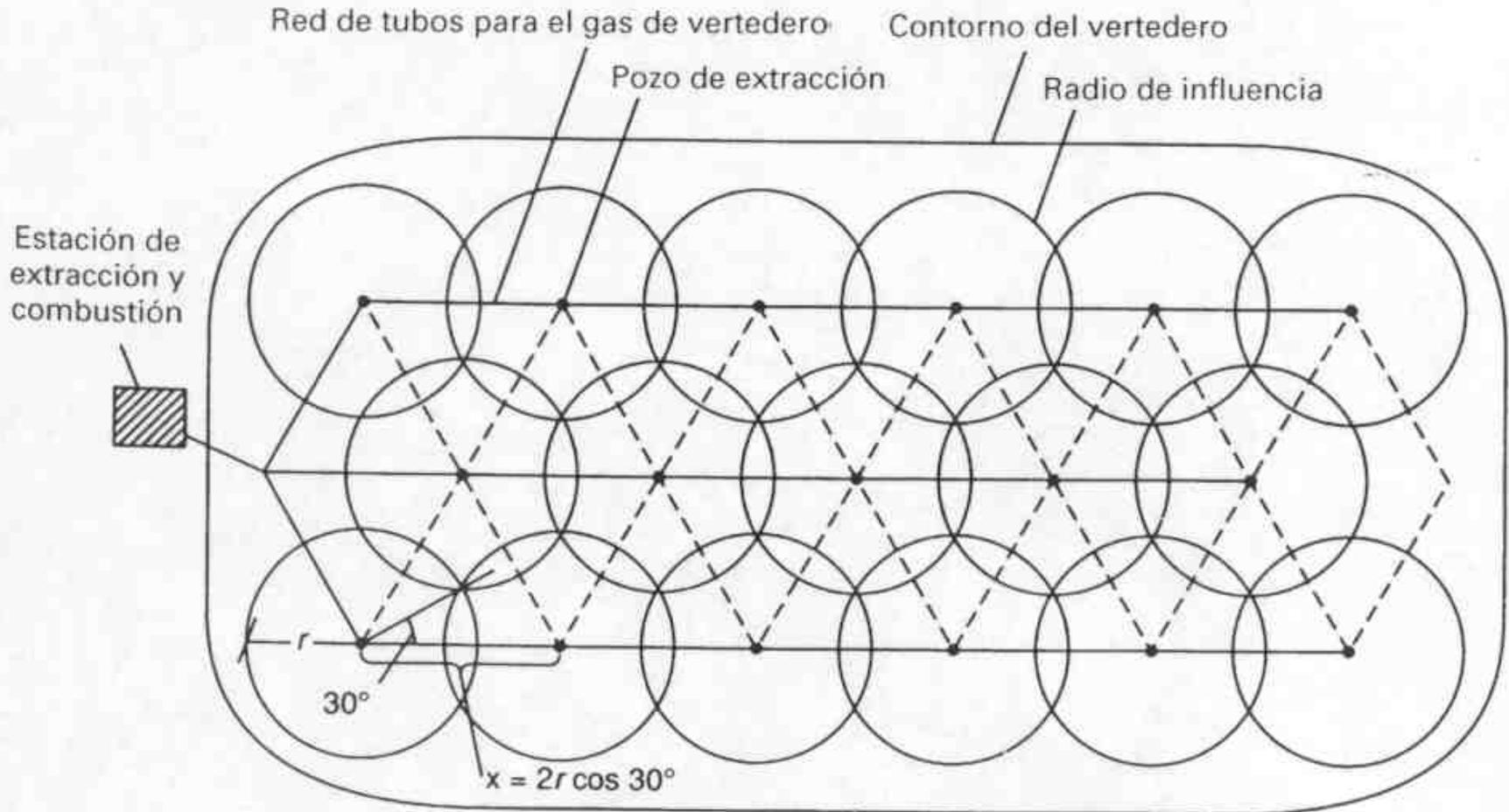
ecnomia



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Desgasificación

ecnomia



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Desgasificación

ecnoma

Vertedero pequeño:

Antorcha para quemar el gas



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Desgasificación



2002. 7. 17

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA Desgasificación



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA Desgasificación

ecnoma



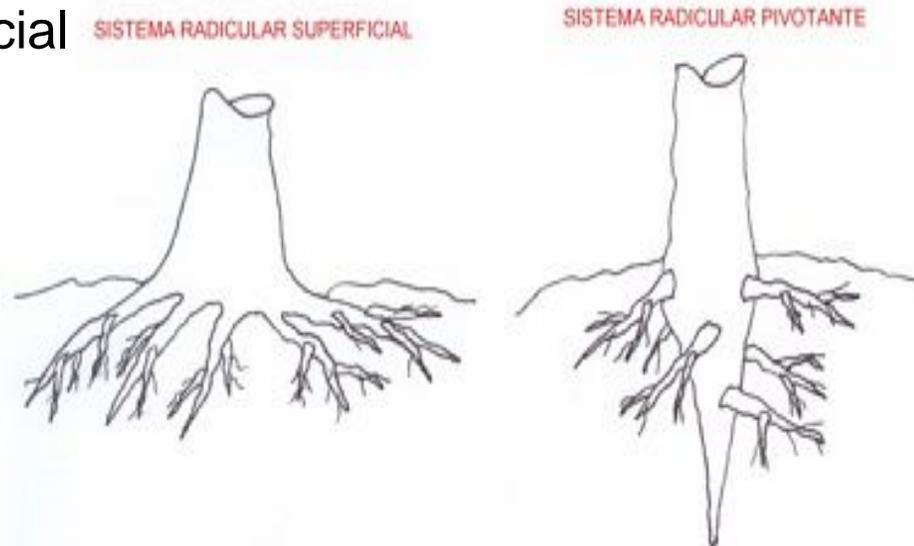
# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA Desgasificación



### 4. PLANTACIONES Y SIEMBRAS

Problemática del paisajismo en vertederos:

- Asentamiento de la masa de residuos
- Asentamiento heterogéneo
- Puede generar gases: Asfixia de árboles, acumulación en espacios cerrados
- Escasa capa vegetal. Restricción a árboles de raíz superficial



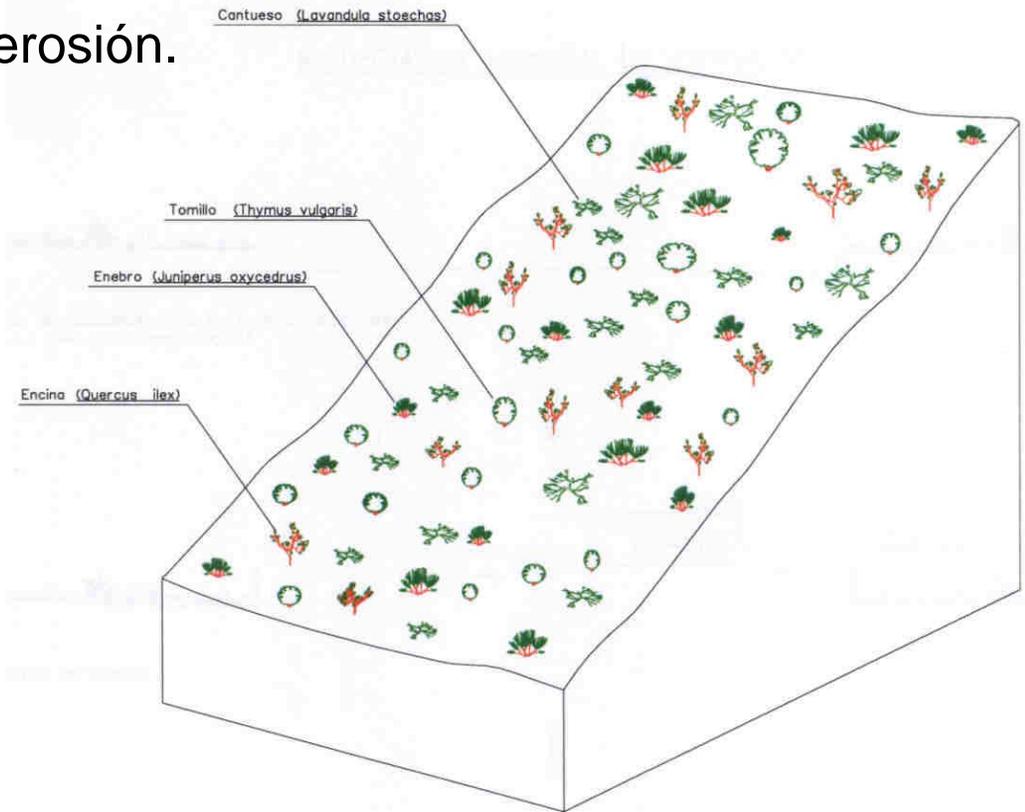
# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: Revegetación de taludes

ecnomia

### PRINCIPIOS

- Plantación de arbustos y matas autóctonos.
- Especies de plantas resistentes a la sequía.
- Reducción de la erosión.



EJEMPLO DE ACTUACION EN TALUDES EN TERRAPLEN

Extender por toda la superficie una capa de compost

Laboreo de 15 cm de profundidad hasta conseguir una estructura del suelo adecuada y una mezcla adecuada de la enmienda orgánica con el terreno.

Hidrosiembra en los terrenos de difícil acceso o de gran pendiente

Siembra a chorrillo en el resto de las zonas.

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: Máquina hidrosembradora

ecnoma



### Composición de hidrosiembra

95% de mezcla de herbáceas: Gramíneas y leguminosas presentes en la zona, p.e.:

- 20% *Festuca rubra*.
- 35% *Lolium rigidum*
- 10% *Festuca arundinacea*
- 8% *Medicago Lupina*.
- 7% *Trifolium repens*.
- 20% *Agropyrum cristatum*.

5% de mezcla de arbustiva:

- 20% *Cytisus scoparius*
- 20% *Rubus ulmifolius*
- 20% *Rosa canina*
- 20% *Crataegus monogyna*.
- 20% *Jara*

**En toda la superficie:** una reposición con arbustivas aromáticas a razón de 0,3 pies por metro cuadrado medido en superficie reducida,

Especies arbustivas

- Tomillo
- Romero
- Lavanda

En las **zonas no cubiertas por lámina**, pero exceptuando zonas de máxima pendiente de los diques, una plantación de arbóreas de una savia

Especies Arboreas:

- Encina

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

ecnoma

PLANTACIÓN CON CONÍFERAS

100-150 cm/h, 10% superficie, 1ud/12m<sup>2</sup>

PLANTACIÓN CON FRONDOSAS NO RIPARIAS

100-120 cm/h, 10% superficie, 1ud/12m<sup>2</sup>

PLANTACIÓN CON MATAS

15-30 cm/h, 10% superficie, 5ud/m<sup>2</sup>

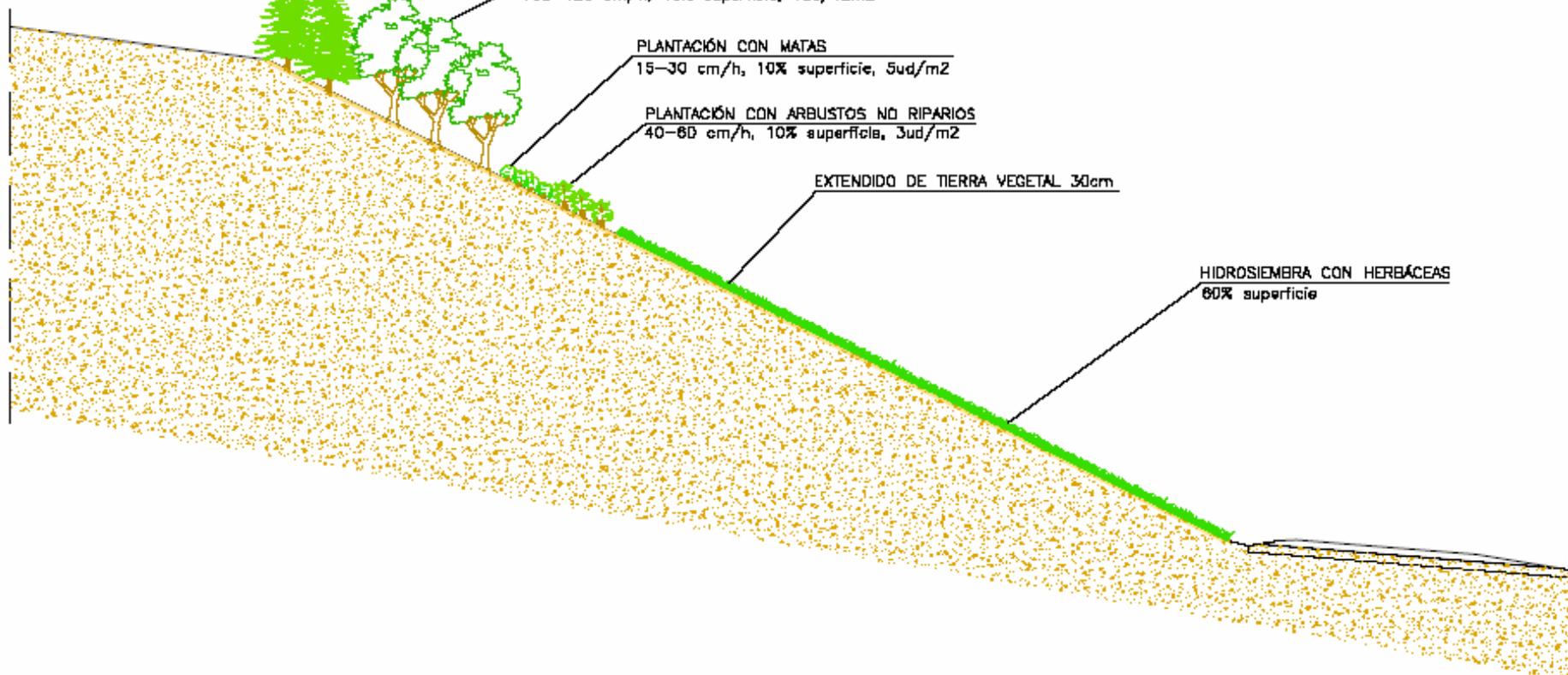
PLANTACIÓN CON ARBUSTOS NO RIPARIOS

40-60 cm/h, 10% superficie, 3ud/m<sup>2</sup>

EXTENDIDO DE TIERRA VEGETAL 30cm

HIDROSIEMBRA CON HERBÁCEAS

60% superficie



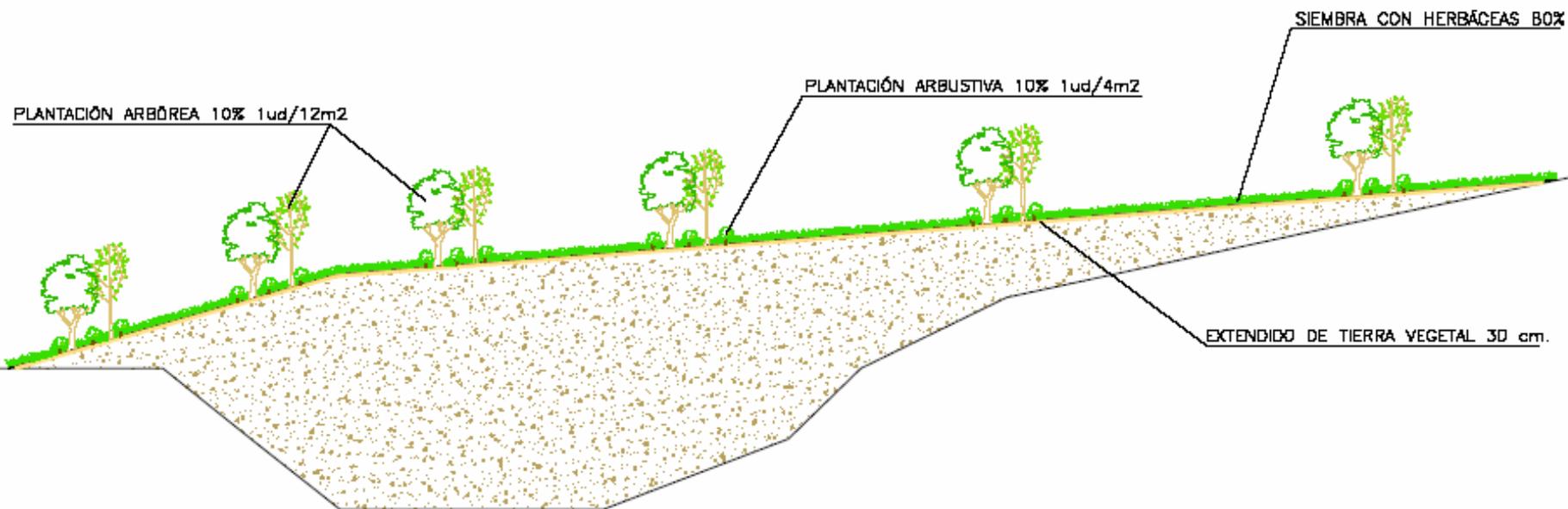
# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: **Plantación**



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: **Plantación**

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: **Plantación, estabilización talud**



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

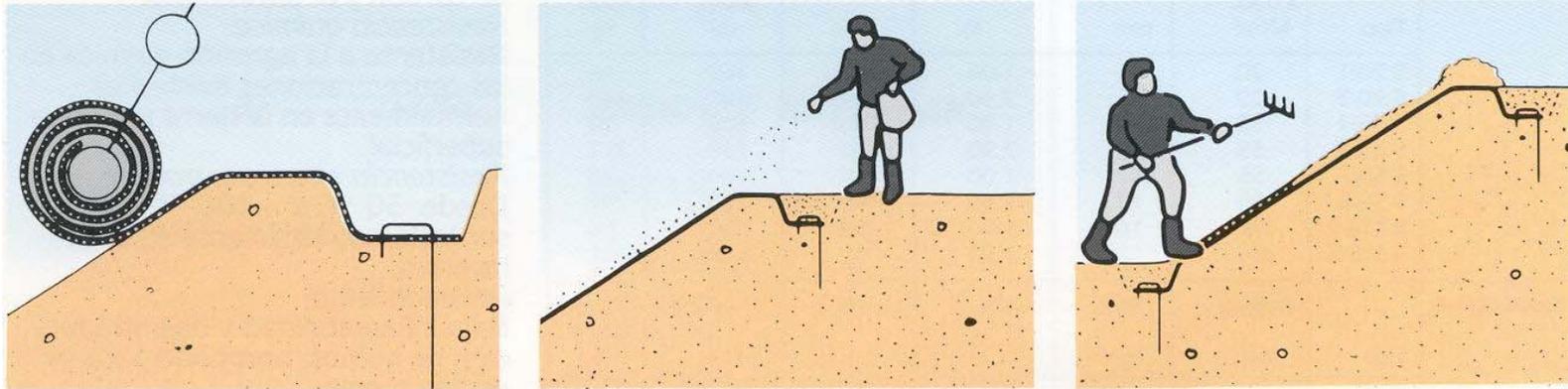
## Plantaciones y siembras: **Plantación**



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

ecnoma

## REVEGETACIÓN DE TALUDES



- Fijación de taludes:
  - malla tridimensional de poliamida u otros
  - red orgánica (yute, coco, etc.)
  - celdas de confinamiento
  - gaviones
  - muros verdes
  - gunitado
- Extensión de tierra vegetal de acopio
- Hidrosiembra/plantación de matas, arbustos o árboles

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

ecnoma

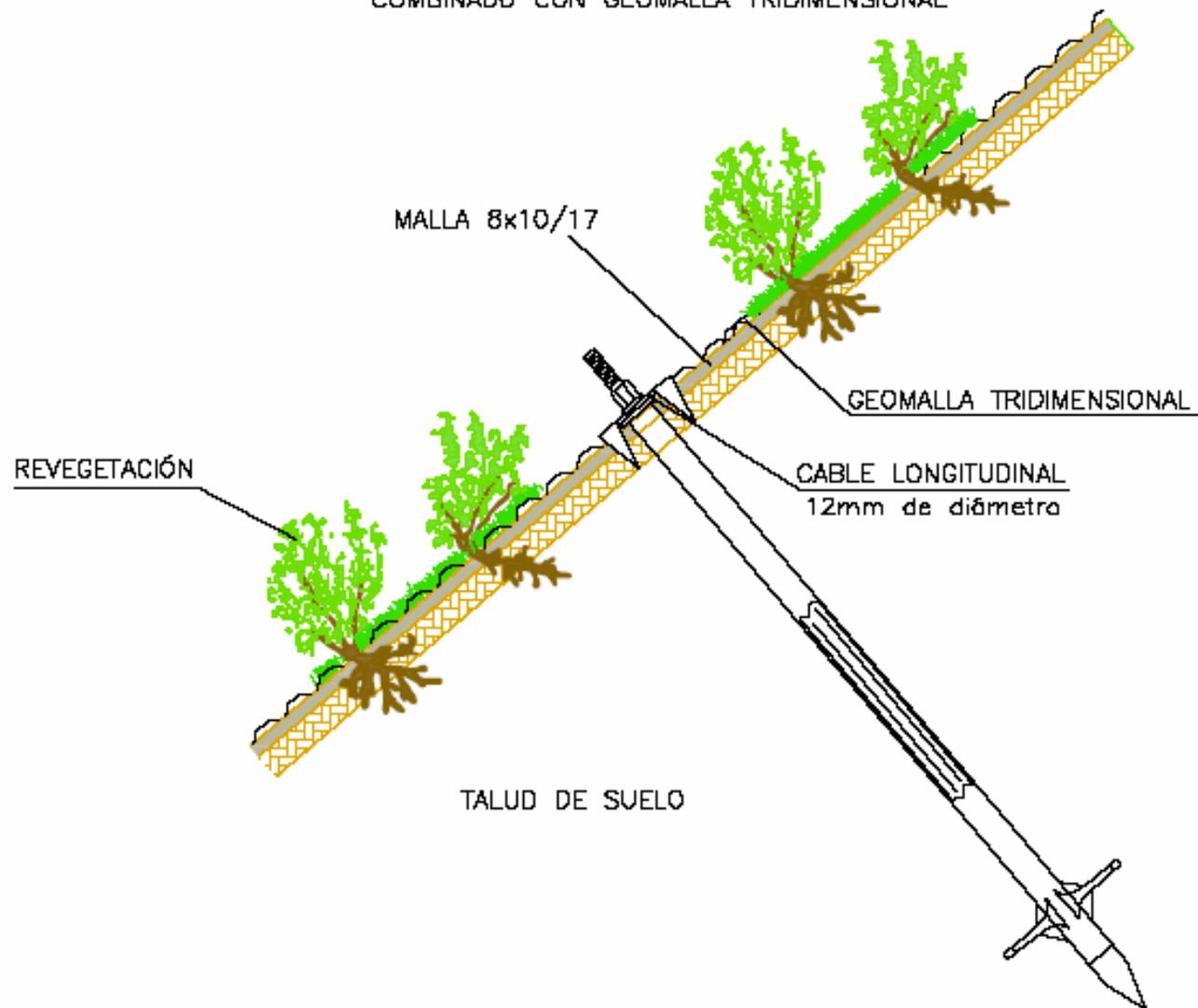
## Plantaciones y siembras: **Plantación, estabilización talud**



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

ecnoma

SISTEMA DE MALLA DE TRIPLE TORSIÓN ANCLADA  
COMBINADO CON GEOMALLA TRIDIMENSIONAL



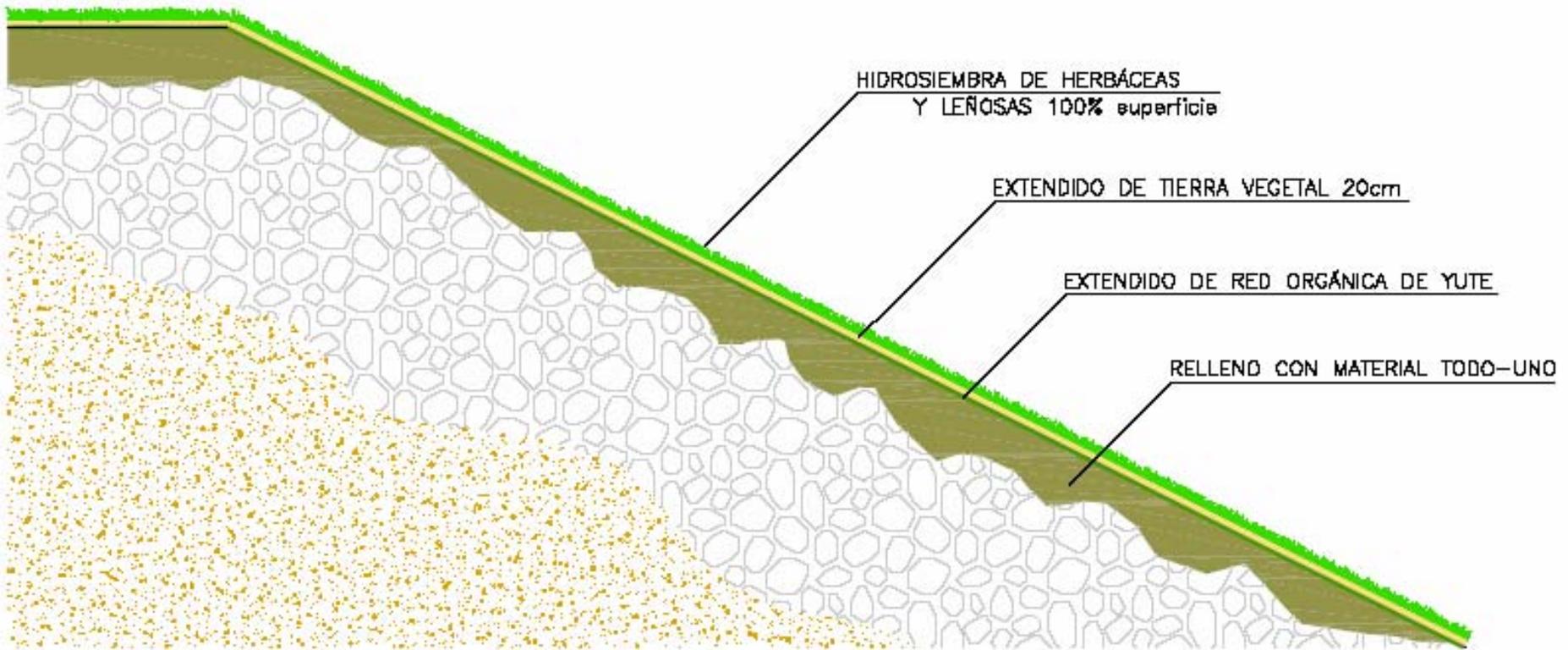
# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: **Plantación, estabilización talud**



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: VERTEDERO DE INERTES



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: **Vacasiembra**

ecnoma

Máquina vacasembradora, terrenos llanos



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: **Vacasiembra**

Máquina vacasembradora, todoterreno



Investigación en Pakistan para control de erosión:

- Alimento con heno
- Semillas contenidos en el heno se dispersan a través del estiércol, con los necesario fertilizantes y mulching
- Las presión de las patas consolida el terreno, sin apelmazar la tierra, dañar la vegetación o provocar erosión
- La vaca pasta selectivamente, permitiendo el desarrollo de las plantas leñosas

# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: Vacasiembra

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: Vacasiembra

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: Vacasiembra

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: Vacasiembra

ecnoma



# SELLADO Y RESTAURACIÓN PAISAJISTICA

## Plantaciones y siembras: Vacasiembra

ecnoma

