

Ingeniería geológica  
y geotécnica en  
medios volcánicos

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Luis Enrique Hernández Gutiérrez  
Jose Antonio Rodriguez Losada

Iª Edición

2011



**INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS**

Edita; Juan Carlos Santamarta Cerezal

La Laguna. 38201

SC Tenerife. Islas Canarias

© 2011, Juan Carlos Santamarta Cerezal, Luis Enrique González Gutiérrez, Jose Antonio Rodríguez Losada.

Depósito legal; TF-

ISBN:

Diseño y maquetación; Juan Carlos Santamarta Cerezal

1ª Edición: 2011

Bajo las sanciones establecidas por las leyes, quedan rigurosamente prohibidas sin la autorización por escrito del titular del copyright, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio mecánico o electrónico, actual o futuro – incluyendo las fotocopias y la difusión a través de internet – y la distribución de ejemplares de esta edición mediante alquiler o préstamo públicos.

IMPRESO EN ESPAÑA – PRINTED IN SPAIN

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Luis Enrique Rodríguez Hernández  
Jose Antonio Rodríguez Losada



## Índice de contenidos

- Capítulo 1; Marco geológico.
- Capítulo 2; Unidades Geotécnicas en el archipiélago canario.
- Capítulo 3; Técnicas de prospección geotécnica en medios volcánicos.
- Capítulo 4; El estudio geotécnico.
- Capítulo 5; Erosión y conservación de suelos.
- Capítulo 6; Geotecnia ambiental I. Introducción a la estabilidad de taludes y laderas.
- Capítulo 7; Geotecnia ambiental II. Vertederos.





# INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS

## Tema 1 ; Marco geológico de las islas Canarias

Jose Antonio Rodríguez Losada  
Doctor en CC Geológicas



2

# CONTENIDOS

## CONTENIDOS

- ✓ 1. Introducción geográfica y origen de las islas.
- ✓ 2. Etapas de formación de las islas.
- ✓ 3. Complejos basales.
- ✓ 4. Series volcánicas subaéreas.
- ✓ 5. Materiales rocosos más comunes.

SANTAMARTA JUAN C.

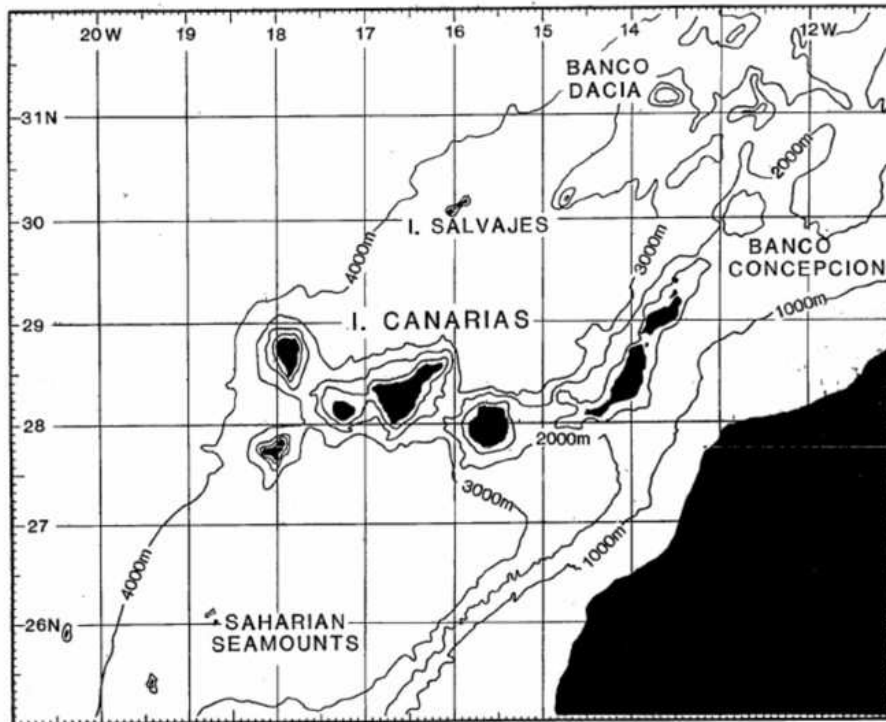
## DESARROLLO DE CONTENIDOS

# 1. INTRODUCCIÓN GEOGRÁFICA Y ORIGEN DE LAS ISLAS

## LAS ISLAS CANARIAS

- ✓ El **archipiélago canario**, está formado por un conjunto de 7 islas y 4 islotes, cubriendo un área total de unos 7500 km<sup>2</sup>.
- ✓ Se encuentra situado por término medio a 1400 Km de las costas más próximas de la península ibérica y a 100 Km al Oeste de la costa occidental africana.

## • LAS ISLAS CANARIAS



Mapa batimétrico de las Islas Canarias

## ☀️ GEOLOGÍA

✓ **Canarias representa un buen ejemplo de control estructural en el desarrollo del volcanismo asociado a islas oceánicas.**

► **El área volcánica de Canarias, está asentada en una zona de transición oceánico-continental, en el interior de la litosfera africana, sobre la corteza oceánica y muy próxima al límite entre la corteza oceánica atlántica y la corteza continental africana.**

## GEOQUÍMICA

✓ Las rocas volcánicas de Canarias, pertenecen a la serie ígnea alcalina, en este caso, asociada a volcanismo de intraplaca.

► Serie ígnea formada por una secuencia de rocas cuya composición evoluciona desde términos indiferenciados, representados por **basaltos**, términos intermedios, representados por **traquibasaltos** y finalmente, términos más diferenciados o evolucionados, representados por **traquitas y fonolitas**.

SANTAMARTA JUAN C.

## • CAPAS DE PIROCLASTOS

Foto ;  
Santamarta JC





## • LAVAS PAHOEHOE (EL HIERRO)

Foto :  
Rodríguez-Losada,  
J.A.



## • LAVAS EN BLOQUES (TENERIFE)

Foto :  
Rodríguez-Losada,  
J.A.





## • MALPAIS DEL CHINYERO(TENERIFE)

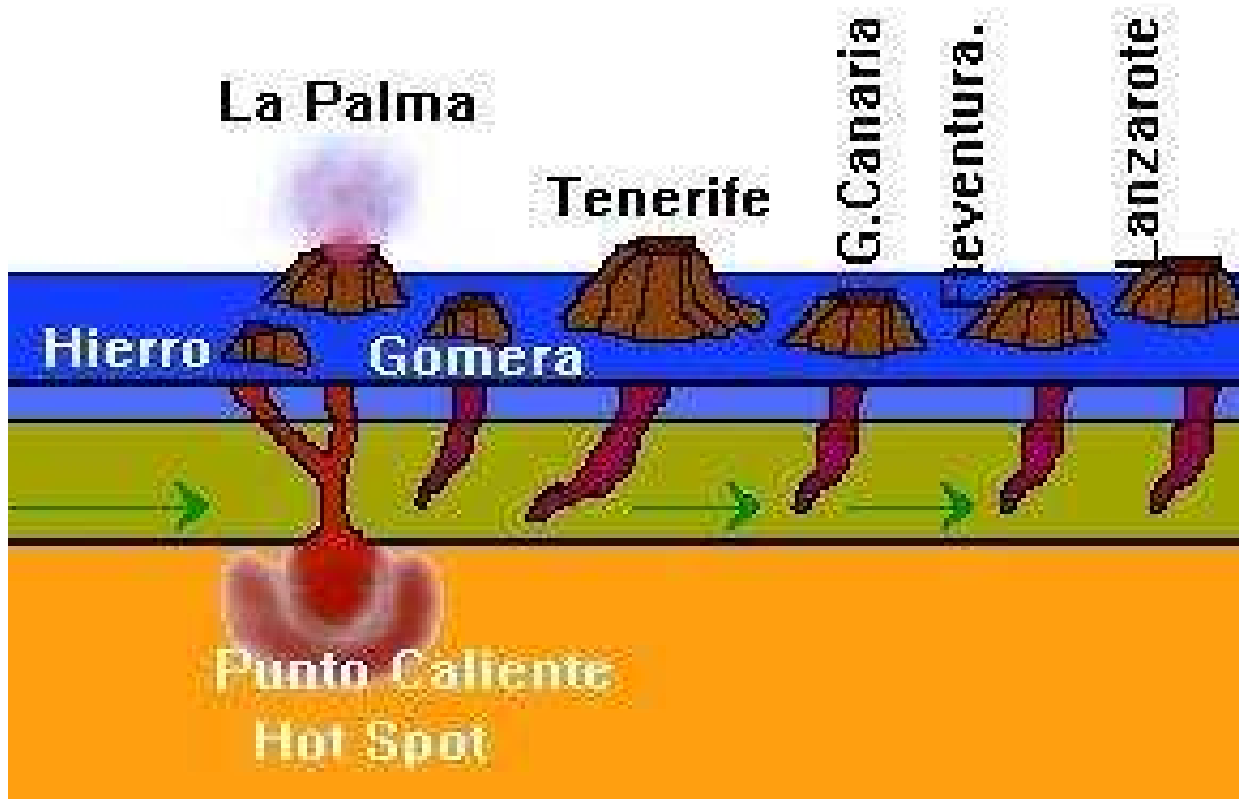
Foto :  
Rodríguez-Losada,  
J.A.



## ☀️ ORIGEN

- ✓ La primera de las hipótesis fue la del punto caliente, desarrollada por Morgan en 1971 y Wilson en 1973, aplicada primeramente y de forma satisfactoria, en el archipiélago de Hawaii.

## • HIPÓTESIS DEL PUNTO CALIENTE

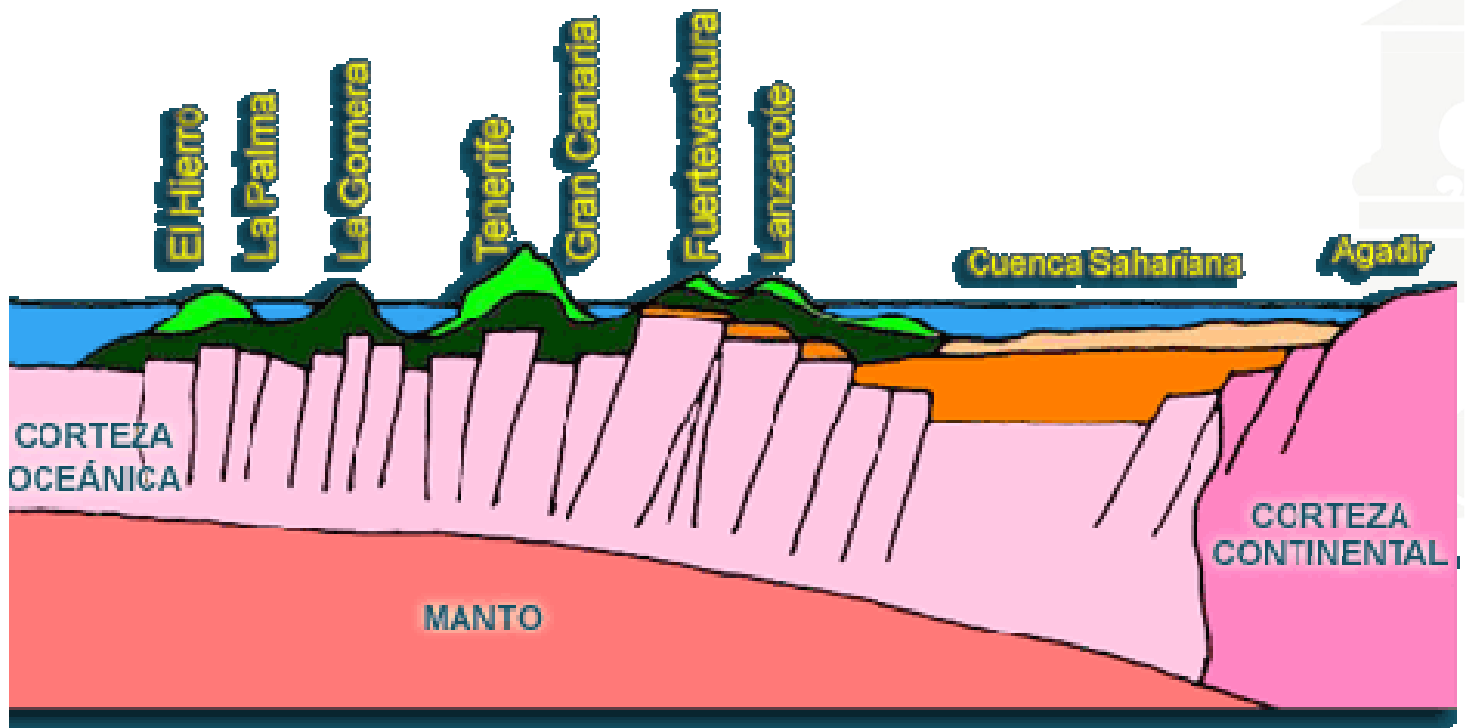


## ☀️ NUEVAS IDEAS

- ✓ **Fractura propagante por Anguita y Hernán en 1973 .**
- ✓ **Hipótesis de los bloques levantados por Araña y otros autores en 1976.**



## • HIPÓTESIS DE LOS BLOQUES LEVANTADOS



## ☀️ NUEVAS IDEAS

- ✓ El modelo de pompas, de Hoernle y Schmincke en 1993.
- ✓ Anomalía térmica laminar, de Hoernle y otros autores, en 1995.

## NUEVAS IDEAS

- ✓ En el año 2000 surge la hipótesis más reciente sobre el origen del archipiélago y constituye una propuesta de consenso basada en las anteriores ideas de los bloques levantados, la fractura propagante y la lámina térmica, (Anguita y Hernán).

SANTAMARTA JUAN C.

## 2. ETAPAS DE FORMACIÓN DE LAS ISLAS

## ETAPAS DE FORMACIÓN

- ✓ Todas las islas del archipiélago, pasan, durante su formación, por unas etapas similares a lo largo de su historia y que se reflejan en una serie de grandes unidades volcanoestratigráficas, comunes en todas las islas.

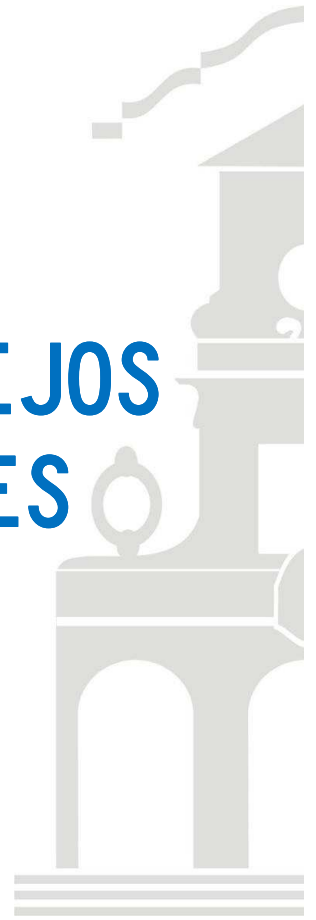
SANTAMARTA JUAN C.

## UNIDADES

- ✓ Complejo Basal y series volcánicas subaéreas.
- ✓ De ellas, los complejos basales solo son visibles en las islas de Fuerteventura (macizo de Betancuria), La Gomera (caldera de Vallehermoso) y La Palma (caldera de Taburiente).

SANTAMARTA JUAN C.

## 3.COMPLEJOS BASALES



### COMPLEJO BASAL

- ✓ Los complejos basales, **unidad más antigua de las islas** en las que es visible, comienzan a formarse hace 60 Ma en el fondo oceánico de la futura isla de Fuerteventura, proceso que se extenderá a lo largo de 45 Ma hasta sus últimas manifestaciones de hace 25 Ma

## ☀️ COMPLEJO BASAL

- ✓ En La Gomera, la misma unidad se desarrollará entre los 25 a 19 Ma y en La Palma, en torno a los 4 Ma.

SANTAMARTA JUAN C.

## ☀️ COMPLEJO BASAL

- ✓ La característica común de los complejos basales es que están constituidos por rocas plutónicas, lavas submarinas, sedimentos y unos densos enjambres de diques.
- ✓ Las series volcánicas subaéreas se desarrollan posteriormente sobre los edificios volcánicos submarinos constituyendo desde sus inicios, las áreas emergidas de las islas.

SANTAMARTA JUAN C.

## • LAVAS SUBMARINAS (COMPLEJO BASAL, LA PALMA)

Foto :  
Rodríguez-Losada,  
J.A.



## 4. SERIES VOLCÁNICAS SUBAÉREAS



## SERIES VOLCÁNICAS SUBAÉREAS

- ✓ Se desarrollan posteriormente sobre los edificios volcánicos submarinos constituyendo desde sus inicios, las áreas emergidas de las islas.
- ✓ Esta segunda gran unidad volcanoestratigráfica se desarrolla en varias etapas, comenzando todas ellas por la construcción de volcanes en escudo hace entre 20 y 15 millones años en las islas orientales y 2 Ma en La Palma y El Hierro.

SANTAMARTA JUAN C.

## SERIES VOLCÁNICAS SUBAÉREAS

- ✓ Restos de estos volcanes en escudo son las denominadas series basálticas antiguas o basaltos tabulares de la Serie 1.
- ✓ Posteriormente, se suceden dos ciclos volcánicos conocidos en la literatura como Serie Intermedia y Serie Reciente, esta última coronada por las erupciones históricas de los últimos 500 años.

SANTAMARTA JUAN C.



## • SERIES ANTIGUA (TABURIENTE, LA PALMA)

Foto :  
Rodríguez-Losada.  
JA



## LANZAROTE

- ✓ En la isla de Lanzarote se distinguen tres ciclos volcánicos diferentes: 1) El de los basaltos tabulares (entre 15 y 6 Ma) visibles en los macizos de Famara al Norte y los Ajaches al Sur; 2) ciclo volcánico intermedio (entre 2-1 Ma) y-35) ciclo reciente, que incluye las erupciones históricas.



## FUERTEVENTURA

✓ **En la isla de Fuerteventura, se distinguen tres ciclos importantes:**

- ▶ Complejo basal (70-20 Ma)
  - ▶ Ciclo antiguo o basaltos tabulares antiguos (entre 19 y 11 Ma)
  - ▶ Edificios volcánicos recientes (conos de cínider y coladas basálticas, desde hace 4 Ma).
- En el complejo basal se encuentran sedimentos y lavas submarinas con edades de hasta 65 Ma.

SANTAMARTA JUAN C.

## GRAN CANARIA

✓ **En Gran Canaria, se distinguen cuatro ciclos fundamentales:**

- ▶ Basaltos tabulares (15-14 Ma).
- ▶ Complejo traquítico-sienítico (14-8.5 Ma).
- ▶ Ciclo Roque-Nublo (3.5 Ma) .
- ▶ Conos volcánicos y lavas recientes (desde hace 3 Ma).

SANTAMARTA JUAN C.

## TENERIFE

### ✓ En Tenerife, se distinguen cuatro grandes estructuras o unidades volcanoestratigráficas:

- ▶ Arco de Taganana, formado por materiales submarinos, rocas plutónicas félsicas, un complejo filoniano muy denso con diques básicos y félsicos y brechas tectónicas (anterior a 6 Ma).
- ▶ Basaltos tabulares ( entre 11 y 3.5 Ma), visibles en los macizos de Anaga, Teno y Roque del Conde.
- ▶ Conos de cínider y lavas recientes basálticas (desde los últimos 0.15 Ma hasta las erupciones históricas de los 500 años más recientes).

SANTAMARTA JUAN C.

## • ARCO DE TAGANANA (TENERIFE)

Foto ;  
Rodríguez-Losada.  
JA



## TENERIFE

- ▶ Edificio Cañadas, estratovolcán formado inicialmente por basaltos y traquibasaltos y coronado finalmente por potentes emisiones fonolíticas (entre 2.5 y 0.15 Ma).
- ▶ Dorsal de La Esperanza, formada por estratovolcanes y conos de cínider alineados a lo largo de una dirección NE-SW (entre 1-0.7 Ma).

SANTAMARTA JUAN C.

## • TEIDE-PICO VIEJO (TENERIFE)

Foto :  
Rodríguez-Losada.  
JA



## GOMERA

✓ La isla de La Gomera, es la única de todo el archipiélago sin actividad volcánica reconocida en el último millón de años. Está formada por cuatro ciclos magmáticos:

- ▶ Complejo basal (entre 20-14 Ma).
- ▶ Ciclo antiguo, integrado por los basaltos antiguos y el complejo Traquítico-fonolítico (entre 11-9 Ma), i)
- ▶ Ciclo de los basaltos subrecientes (entre 9-7 Ma).
- ▶ Ciclo reciente (4.5 Ma), formado por los basaltos horizontales y las intrusiones félsicas en forma de domo (serie de los Roques).

SANTAMARTA JUAN C.

## LA PALMA

✓ La isla de La Palma, está constituida por 3 grandes conjuntos de edificios subvolcánicos y volcánicos:

- ▶ Complejo basal (entre 4-3 Ma).
- ▶ El conjunto de Cumbre Nueva al Norte (edificios de Taburiente I y II, Cumbre Nueva y Bejenado construidos hace entre 1.7-0.; Ma)
- ▶ Cumbre Vieja.

SANTAMARTA JUAN C.



 **HIERRO**

- ✓ La **isla del Hierro**, es la de menor extensión del archipiélago (270 km<sup>2</sup>) y aparentemente presenta una mayor simplicidad geológica, destacando en ella, la emisión casi exclusiva de basaltos.

SANTAMARTA JUAN C.

 **HIERRO**

- ✓ Se pueden separar dos grandes conjuntos volcánicos:

- ▶ Basaltos antiguos del edificio Tiñor (entre 1.1 y 0.9 Ma).
- ▶ El edificio de El Golfo (entre 0.5-0.1 Ma).
- ▶ Volcanes post-Golfo (desde hace 15000 años).

SANTAMARTA JUAN C.

# 5. MATERIALES ROCOSOS MÁS COMUNES

## MATERIALES

✓ De forma general, en Canarias existen tres tipos de materiales con comportamientos mecánicos bien diferenciados:

- ▶ Depósitos de lluvia piroclástica, de cínider, iginimbritas no soldadas, oleadas piroclásticas ("surges"), brechas y cineritas en general.
- ▶ Coladas basálticas, traquíticas, fonolíticas, ignimbritas soldadas y autobrechas .
- ▶ Formaciones sedimentarias.

## • DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS (SUR DE TENERIFE)

Foto :  
Rodríguez-Losada.  
JA



## ☀ PIROCLASTOS

- ✓ **Materiales fragmentarios con tamaños de grano y texturas muy diversas y en general poco compactos y de baja densidad.**
- ✓ **Presentan baja resistencia mecánica y son fácilmente alterables.**

## MATERIALES LÁVICOS

- ✓ Se caracterizan por una resistencia marcadamente más elevada, son más compactos, más densos y masivos. Sus espesores varían en torno a 1-2 m en el caso de las coladas basálticas, hasta varias decenas de metros, en el caso de potentes coladas fonolíticas.
- ✓ Su comportamiento global puede verse empeorado, debido a la presencia de autobrechas y depósitos piroclásticos intercalados, de escasa cohesión.

SANTAMARTA JUAN C.

## MATERIALES LÁVICOS

- ✓ El grado de alteración afecta de manera muy significativa a las propiedades mecánicas de estos materiales.
- ✓ Si bien las coladas basálticas son comunes en todo el archipiélago, solo las islas centrales de Gran Canaria y Tenerife, concentran la mayoría de lavas traquíticas y fonolíticas.

SANTAMARTA JUAN C.



## • COLADA BASÁLTICA (GÜIMAR, TENERIFE)

Foto :  
Rodríguez-Losada.  
JA



## ☀ SEDIMENTARIOS

- ✓ Las formaciones sedimentarias pueden presentar comportamientos muy variados dependiendo del grado de cimentación, textura de los fragmentos y grado de selección granulométrica.

## SEDIMENTARIOS

- ✓ Estas formaciones, en algunos casos, aparecen asociadas con intensos procesos erosivos, como en el caso de los potentes depósitos de pie de monte y avalancha, muy caóticos .

SANTAMARTA JUAN C.

## • SEDIMENTOS DEL BARRANCO DE LAS ANGUSTIAS

Foto ;  
Rodríguez-Losada.  
JA





## • PILOW LAVAS

Foto :  
Santamarta JC



# LICENCIA Y MÁS INFORMACIÓN



## CITAR ESTE CURSO /CITE THIS COURSE

- ✓ **Santamarta Cerezal , Juan Carlos,Hernández Gutierrez Luis Enrique,Rodriguez Losada Jose Antonio.Ingeniería geológica y geotécnica en medios volcánicos. Otoño 2011.(Universidad de La Laguna). <http://ocw.ull.es/> (fecha de acceso). License: Creative Commons BY-NC-SA.**

SANTAMARTA JUAN C.

## LICENCIA/LICENCE

- ✓ **Para más información sobre el uso de estos materiales y la licencia Creative Commons, consulta nuestros Terminos de uso**
- ✓ **For more information about using these materials and the Creative Commons license, see our Terminos de uso.**

SANTAMARTA JUAN C.

 PARA MÁS INFORMACIÓN

[jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

<http://webpages.ull.es/users/jcsanta/>

<http://hidrogeotecnicas.blogspot.com/>

# INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS

## Tema 2 ; Unidades geotécnicas del Archipiélago Canario

Luis Enrique Hernández Gutiérrez  
Licenciado en CC Geológicas



2

# CONTENIDOS

## CONTENIDOS

- ✓ **1. Introducción , litotipos de Canarias.**
- ✓ **2. Unidades geotécnicas.**



## DESARROLLO DE CONTENIDOS



# 1. INTRODUCCIÓN, LITOTIPOS DE CANARIAS

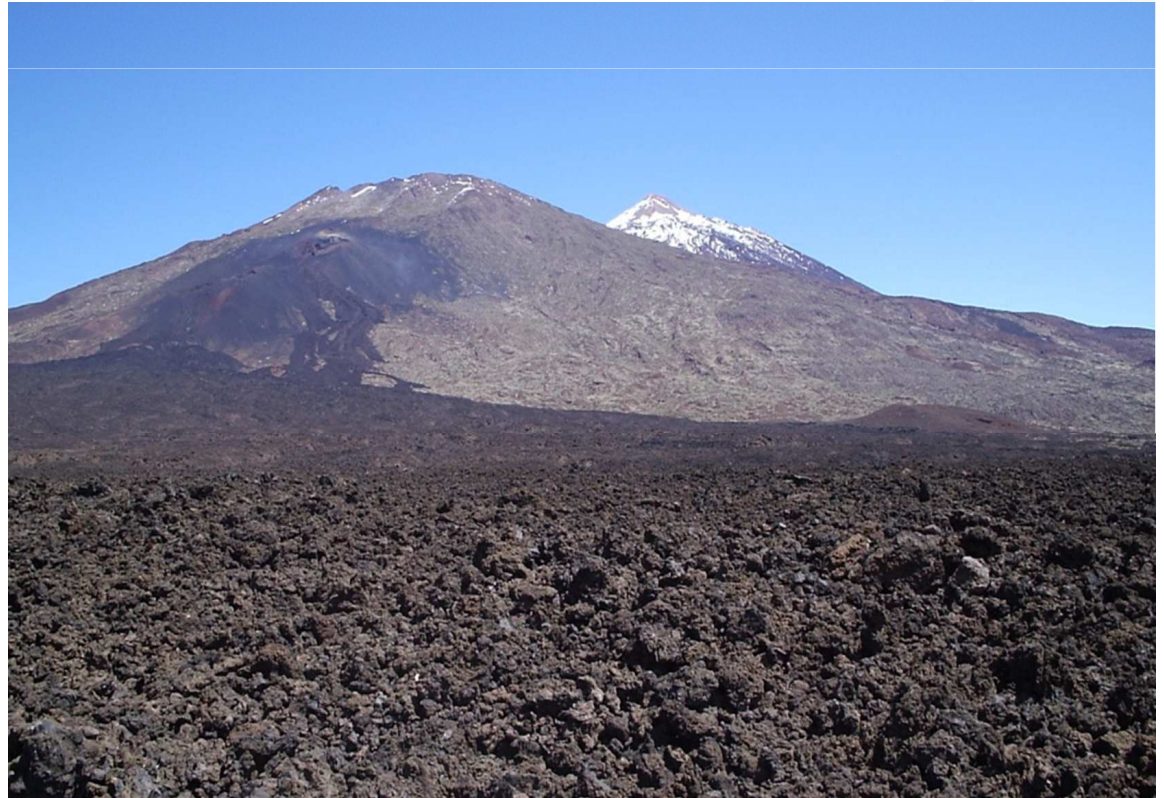
## INTRODUCCIÓN

- ✓ **Canarias representa un buen ejemplo de volcanismo asociado a islas oceánicas. El área volcánica de Canarias, está asentada en una zona de transición oceánico-continental, en el interior de la litosfera africana, sobre la corteza oceánica y muy próxima al límite entre la corteza oceánica atlántica y la corteza continental africana.**
- ✓ **En las Islas Canarias han tenido lugar prácticamente todos los tipos de manifestaciones volcánicas que se dan en el planeta, pudiéndose encontrar la mayoría de los litotipos volcánicos posibles.**



## • VOLCÁN EL TEIDE

Foto:  
Hernández L.E.



## LITOTIPOS DE CANARIAS

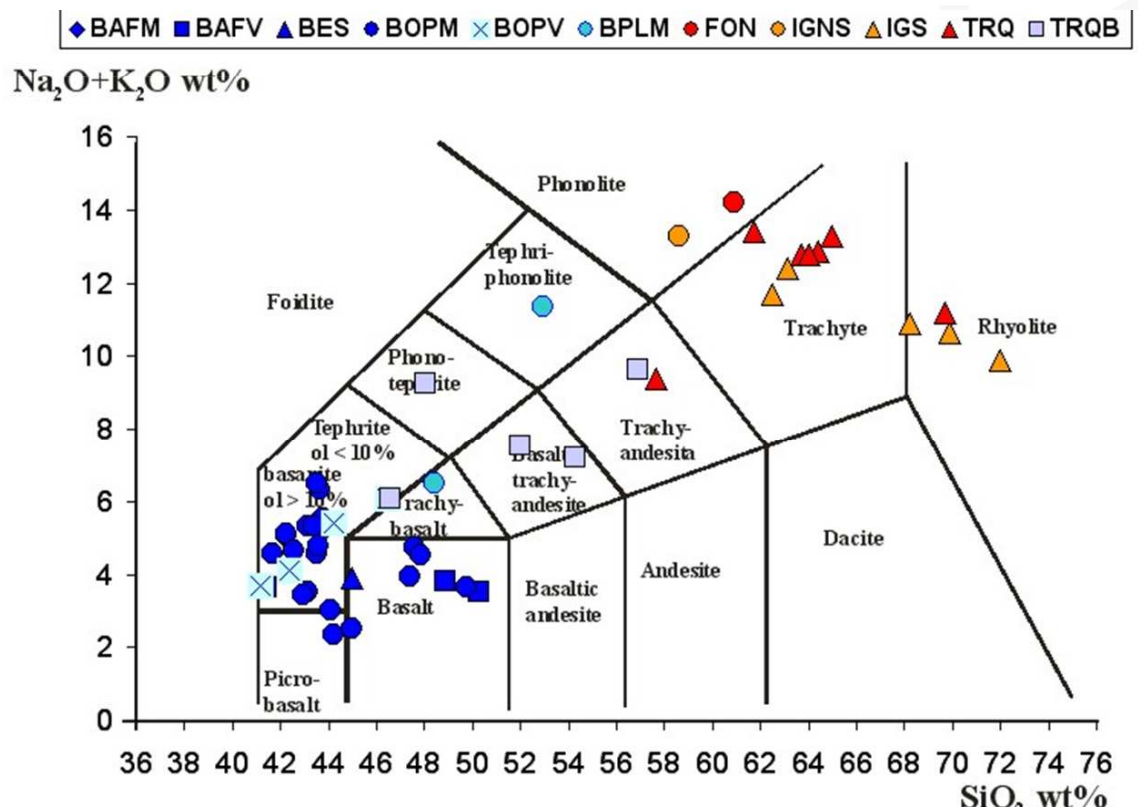
|                              |                                   |                       |               |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>BASALTOS (B)</b>          | <b>OLIVÍNICO-PIROXÉNICOS (OP)</b> | <b>VACUOLARES (V)</b> | <b>B-OP-V</b> |
|                              |                                   | <b>MASIVOS (M)</b>    | <b>B-OP-M</b> |
|                              | <b>PLAGIOCLÁSICOS (PL)</b>        | <b>VACUOLARES (V)</b> | <b>B-PL-V</b> |
|                              |                                   | <b>MASIVOS (M)</b>    | <b>B-PL-M</b> |
|                              | <b>AFANÍTICOS (AF)</b>            | <b>VACUOLARES (V)</b> | <b>B-AF-V</b> |
|                              |                                   | <b>MASIVOS (M)</b>    | <b>B-AF-M</b> |
| <b>ESCORIÁCEOS (ES)</b>      |                                   | <b>B-ES</b>           |               |
| <b>TRAQUIBASALTOS (TRQB)</b> |                                   |                       | <b>TRQB</b>   |
| <b>TRAQUITAS (TRQ)</b>       |                                   |                       | <b>TRQ</b>    |
| <b>FONOLITAS (FON)</b>       |                                   |                       | <b>FON</b>    |
| <b>IGNIMBRITAS (IG)</b>      | <b>SOLDADAS (S)</b>               |                       | <b>IG-S</b>   |
|                              | <b>NO SOLDADAS (NS)</b>           |                       | <b>IG-NS</b>  |

## GEOQUÍMICA

- ✓ Desde el punto de vista geoquímico, las rocas volcánicas de Canarias, pertenecen a la serie ígnea alcalina, en este caso, asociada a volcanismo de intraplaca.
- ✓ Esta serie ígnea está formada por una secuencia de rocas cuya composición evoluciona desde términos indiferenciados, representados por basaltos, términos intermedios, representados por traquibasaltos y finalmente, términos más diferenciados o evolucionados, representados por traquitas y fonolitas.

## GEOQUÍMICA

Clasificación geoquímica de litotipos canarios extraída del "Estudio de caracterización geotécnica de las rocas volcánicas de Canarias", de Hernández, L.E., Rodríguez Losada, J.A. y Olalla, C. (2005)



## 2.UNIDADES GEOTÉCNICAS

### UNIDADES GEOTÉCNICAS

- ✓ **En las Islas Canarias, tanto la litología como la edad de las formaciones rocosas condicionan de manera directa o indirecta el comportamiento geotécnico de los materiales.**
- ✓ **Se han clasificado los terrenos del Archipiélago Canario, en base a la combinación de criterios litológicos y geocronológicos, en diez unidades geotécnicas (algunas de ellas divididas a su vez en subunidades).**



## • UNIDADES GEOTÉCNICAS

Foto:  
Hernández L.E.



## • UNIDADES GEOTÉCNICAS

| Unidad  | Subunidad  |
|---|--|
| <b>Unidad I:</b> Complejos Basales                  |  |
| <b>Unidad II:</b> Coladas y macizos sálicos         |  |
| <b>Unidad III:</b> Macizos basálticos alterados     |  |
| <b>Unidad IV:</b> Coladas basálticas sanas          | <b>IVa:</b> Coladas "aa" poco escoriáceas                          |
|   | <b>IVb:</b> Coladas "Pahoe-hoe" y "aa" muy escoriáceas             |
| <b>Unidad V:</b> Materiales piroclásticos           | <b>Va:</b> Ignimbritas y tobas                                     |
|   | <b>Vb:</b> Depósitos piroclásticos sueltos o débilmente cementados |
| <b>Unidad VI:</b> Materiales brechoides             |  |
| <b>Unidad VII:</b> Depósitos aluviales y coluviales |  |
| <b>Unidad VIII:</b> Suelos granulares               |  |
| <b>Unidad IX:</b> Suelos arcillosos y/o limosos     |  |
| <b>Unidad X:</b> Pelletes entrónicas                |  |

## ☀ UNIDAD I. COMPLEJOS BASALES

- ✓ Los complejos basales de las Islas Canarias están representados por sedimentos Cretácicos, lavas submarinas y rocas plutónicas (gabros y sienitas).
- ✓ Este conjunto está atravesado por multitud de diques con una densidad de intrusión tan elevada que frecuentemente no dejan rastro de la roca encajante.
- ✓ Es habitual que presenten un alto grado de alteración por lo que los materiales rocosos son muy deleznable y de difícil reconocimiento. En general presentan valores de RMRb menores a 40.

## • UNIDAD I. COMPLEJOS BASALES

Foto:  
Hernández L.E.





## ☀ UNIDAD II. COLADAS Y MACIZOS SÁLICOS

- ✓ Constituida por materiales rocosos altamente resistentes, aparecen dos formas de afloramiento: **coladas y domos**.
- ✓ Ambos son coladas o macizos de composición traquítica o fonolítica. Presentan valores de  $RMR_b$  entre 75 y 90.

## • UNIDAD II. COLADAS Y MACIZOS SÁLICOS

Foto:  
Hernández L.E.



## • UNIDAD II. COLADAS Y MACIZOS SÁLICOS

Foto;  
Hernández L.E.



## • UNIDAD II. COLADAS Y MACIZOS SÁLICOS

Foto;  
Mangas J..



## UNIDAD III. MACIZOS BASÁLTICOS ALTERADOS

- ✓ Formada por coladas basálticas de pequeño espesor (en torno a 1 m o inferior) y alteración moderada a alta. Estos depósitos se caracterizan por la alternancia de niveles de roca basáltica intercalados con niveles escoriáceos de autobrecha.

## UNIDAD III. MACIZOS BASÁLTICOS ALTERADOS

- ✓ Además, en estos macizos alterados aparecen también intercalados mantos piroclásticos y frecuentes zonas rubefactadas, denominadas “almagres”, que en ocasiones corresponden a niveles de paleosuelos que han sido calcinados por el calor de la colada suprayacente. Generalmente presentan buzamientos que pueden variar entre  $10^\circ$  a  $30^\circ$ .



## ☀️ UNIDAD III. MACIZOS BASÁLTICOS ALTERADOS

- ✓ Son rocas blandas y se extienden mayoritariamente en las áreas de afloramiento de las Series o Ciclos I, Series Antiguas o Ciclos Antiguos (fases de formación de grandes escudos volcánicos en los comienzos del volcanismo subaéreo de las Islas Canarias).

## • UNIDAD III. MACIZOS BASÁLTICOS ALTERADOS

Foto;  
Hernández L.E.



## ☀ UNIDAD IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS

- ✓ Coladas basálticas que conservan su estructura original debido a su escaso estado de alteración, por lo que se pueden distinguir los tipos “pahoehoe” y “aa”.

## • UNIDAD IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS (PAHOEHOE)

Foto;  
Hernández L.E.





## • UNIDAD IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS (AA)

Foto;  
Hernández L.E.



## ☀ UNIDAD IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS

- ✓ Las coladas basálticas de tipo “aa” poco escoriáceas, que presentan espesores de compacto basáltico iguales o superiores a 2 m, conservando su continuidad lateral, con niveles escoriáceos inferiores a 0.5 m, ausencia de cavidades y una pendiente del terreno inferior a 15°.

## • UNIDAD IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS

Foto:  
Hernández L.E.



## ☀ IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS

- ✓ Las coladas basálticas “pahoehoe” y coladas “aa” muy escoriáceas, con espesores de compacto basáltico inferiores a 2 m, niveles escoriáceos intercalados y/o presencia de cavidades.



## • IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS PA HOE HOE

Foto;  
Hernández L.E.



## • COLADAS BASÁLTICAS AA

Foto;  
Hernández L.E.





## ☀️ IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS

- ✓ Los niveles masivos de roca basáltica, en general presentan capacidad portante alta con valores de RMRb comprendidos entre 60 y 85.
- ✓ Sin embargo, los niveles escoriáceos pueden presentar baja capacidad portante y gran deformabilidad, si las escorias están sueltas y sin matriz y capacidad portante moderada y poca deformabilidad si se encuentran soldadas o con matriz con cierto grado de cementación.

## • IV. COLADAS BASÁLTICAS SANAS

Foto:  
Hernández L.E.



## V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

- ✓ Los **piroclastos** se forman en los episodios de actividad explosiva, por fragmentación del magma y de rocas circundantes al foco eruptivo. Por tanto, están formados por la acumulación de fragmentos de magma solidificado y fragmentos de rocas (conocidos en la literatura científica como material juvenil y líticos respectivamente).

## V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

- ✓ Esta unidad puede subdividirse a su vez en dos:
  - ▶ Va. Ignimbritas y tobas.
  - ▶ Vb. Materiales piroclásticos sueltos o débilmente cementados.



## V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

- ✓ **Va. Ignimbritas y tobas:** Macizos de rocas duras o semiduras. Se originan cuando una masa de productos piroclásticos es transportada en forma de dispersión de gas y de alta o moderada densidad de partículas.
- ✓ Durante su formación han cubierto las depresiones topográficas existentes en el momento de la erupción.

## V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

- ✓ Es el caso de las ignimbritas soldadas, que se asemejan más a un flujo lávico que a un depósito piroclástico.
- ✓ Las ignimbritas no soldadas, de tonalidades blancoamarillentas y con contenidos apreciables de pómez, se les conoce localmente con el nombre de "toba", al igual que los piroclastos de proyección aérea cementados. También se les conoce como "tosca". Presentan en superficie valores de RMRb comprendidos entre 60 a 75.

## • V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

Foto;  
Hernández L.E.



## • V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

Foto;  
Hernández L.E.





## ☀ V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

- ✓ Vb. **Materiales piroclásticos sueltos o débilmente cementados:** No compactos y fácilmente colapsables. Se forman cuando los fragmentos de magma caen y se depositan en las inmediaciones del centro eruptivo. Los de mayor tamaño reciben el nombre genérico de **escorias**, que en algunos casos adquieren formas redondeadas al girar en el aire (bombas); los **traquíticos** y/o **fonolíticos**, más ligeros, claros y porosos, constituyen los depósitos de **pómez**, también conocidos como depósitos **plinianos** o de **lluvia piroclástica**.

## • V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

Foto;  
Garrido, J.



## • V. MATERIALES PIROCLÁSTICOS

Foto;  
Garrido, J.



## ☀ VI. MATERIALES BRECHOIDES

- ✓ Esta unidad está asociada a episodios eruptivos violentos de alta explosividad, en ocasiones relacionados con procesos de colapso de caldera o bien con fenómenos de deslizamientos gravitacionales en masa.
- ✓ Su resultado final es una masa caótica y brechoide formada por bloques de naturaleza diversa, en general muy angulosos, con gran variación el tamaño de los mismos englobados en una matriz fina más o menos cementada y ocasionalmente muy dura. Forman paquetes de grandes espesores (hasta cientos de metros) y presentan pendientes poco pronunciadas de brechas compactas y caóticas de naturaleza mono o polimíctica.



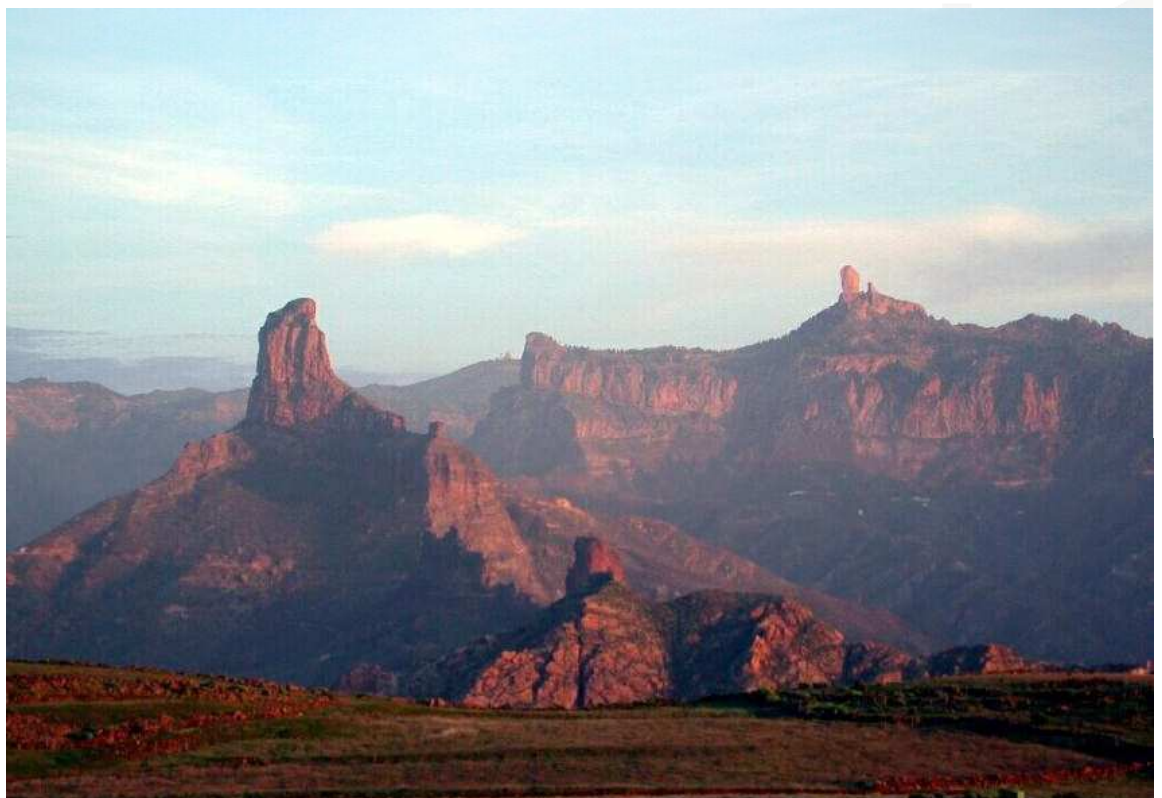
## • VI. MATERIALES BRECHOIDES

Foto ;  
Mangas J..



## • VI. MATERIALES BRECHOIDES

Foto ;  
Mangas J..





## ☀ VII. DEPÓSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES

- ✓ **Los depósitos aluvio-coluviales se extienden a lo largo de los tramos inferiores y zonas de desembocadura de los fondos de barranco. Ocasionalmente pueden aparecer a cotas superiores como consecuencia del encajamiento de dichos barrancos.**
- ✓ **También forman mantos en forma de abanicos con signos notables de inestabilidad debido a que en ocasiones la pendiente supera la de equilibrio.**

## • VII. DEPÓSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES

Foto;  
Hernández L.E.



## ☀ VII. DEPÓSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES

- ✓ Los **depósitos aluviales** son sedimentos fluviales poco o nada consolidados. Están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas.
- ✓ Estos depósitos tienden a extenderse a lo largo del curso bajo de los barrancos, formando llanuras aluviales y deltas, en terrenos con muy bajas pendientes.

## • VII. DEPÓSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES

Foto;  
Hernández L.E.





## ☀ VII. DEPÓSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES

- ✓ Los **depósitos coluviales** son formaciones sedimentarias con un grado de consolidación muy variable, situadas a base de laderas montañosas, en los que las partículas son transportadas por gravedad bien como material suelto o por sedimentación a partir de aguas no canalizadas.
- ✓ Se caracterizan por presentar escasa o nula granoselección, con clastos angulares y matriz arcillosa. Son materiales porosos y compresibles. Habitualmente presentan movimiento muy lento con signos notables de inestabilidad debido a que en ocasiones la pendiente supera la de equilibrio.

## • VII. DEPÓSITOS ALUVIALES Y COLUVIALES

Foto;  
Hernández L.E.





## ☀ VIII. SUELOS GRANULARES

- ✓ Esta unidad está constituida por depósitos de playa de arena suelta oscura de naturaleza basáltica o arena clara de naturaleza silíceo o calcárea, en extensiones o acumulaciones por transporte y sedimentación marina o eólica (formaciones de dunas). Aparecen a lo largo de la línea de costa o en sus proximidades, así como en las desembocaduras de los principales barrancos. Tienen baja a muy baja capacidad portante.
- ✓ La presencia del nivel freático provoca, debido a la naturaleza detrítica y suelta de los terrenos, unas condiciones de estabilidad de zanjas o excavaciones muy deficientes (taludes inestables) y una necesidad de drenaje de las mismas.

## • VIII. SUELOS GRANULARES

Foto;  
Mangas J..



## ☀ IX. SUELOS ARCILLOSOS Y/O LIMOSOS

- ✓ **Esta constituido por suelos residuales y sedimentos lacustres de naturaleza fundamentalmente arcillosa y/o limosa.**
- ✓ **Se forman bien en el fondo de cuencas lacustres cerradas o semicerradas por sedimentación de detritos finos o muy finos de tamaño arcilla, o bien asociados a la intensa alteración superficial del material rocoso hasta la formación de capas de suelos que en ocasiones pueden alcanzar espesores de varios metros. En ambos casos, el material resultante suele tener naturaleza limosa o arcillosa.**

## • IX. SUELOS ARCILLOSOS Y/O LIMOSOS

Foto;  
Hernández L.E.



## X. RELLENOS ANTRÓPICOS

- ✓ **Depósitos colocados por la acción del hombre, en general sin control alguno, de origen muy variado, debidos a movimientos de tierras asociados a la construcción de vías de comunicación, de edificaciones, de canteras, etc. La naturaleza de estos depósitos es muy diversa.**
- ✓ **Se definen como terrenos blandos no aptos para cimentar edificios salvo que se realice las mejoras o refuerzos que incrementen sus propiedades.**

LICENCIA Y MÁS  
INFORMACIÓN



## CITAR ESTE CURSO /CITE THIS COURSE

- ✓ Santamarta Cerezal , Juan Carlos,Hernández Gutierrez Luis Enrique,Rodriguez Losada Jose Antonio.*Ingeniería geológica y geotécnica en medios volcánicos. Otoño 2011.*(Universidad de La Laguna). <http://ocw.ull.es/> (fecha de acceso). License: Creative Commons BY-NC-SA.

SANTAMARTA JUAN C.

## LICENCIA/LICENCE

- ✓ Para más información sobre el uso de estos materiales y la licencia Creative Commons, consulta nuestros Terminos de uso

- ✓ For more information about using these materials and the Creative Commons license, see our Terminos de uso.

SANTAMARTA JUAN C.

 PARA MÁS INFORMACIÓN

[jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

<http://webpages.ull.es/users/jcsanta/>

<http://hidrogeotecnicas.blogspot.com/>

# INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS

## Tema 3 ; Técnicas de prospección geotécnica en medios volcánicos

Luis Enrique Hernández Gutiérrez  
Licenciado en CC Geológicas

**ULL** | Universidad  
de La Laguna



2

# CONTENIDOS



## CONTENIDOS

- ✓ **1.introducción.**
- ✓ **2.Técnicas geofísicas.**
- ✓ **3.Sondeos mecánicos.**
- ✓ **4.Penetrómetros dinámicos.**



## DESARROLLO DE CONTENIDOS



# 1. INTRODUCCIÓN

## INTRODUCCIÓN

✓ Las técnicas de prospección más empleadas para el reconocimiento geotécnico en medios volcánicos son:

- ▶ Técnicas geofísicas.
- ▶ Sondeos mecánicos.
- ▶ Penetrómetros dinámicos.

## 2.TÉCNICAS GEOFÍSICAS

### TÉCNICAS GEOFÍSICAS

- ✓ **Los métodos geofísicos determinan las características geotécnicas del terreno basándose en la medida de magnitudes físicas generalmente en la superficie de dicho terreno.**
- ✓ **Son rápidos y económicos y están especialmente indicados para investigar áreas extensas o alineaciones de gran longitud entre sondeos (interpolación).**
- ✓ **Deben ser considerados como métodos complementarios.**



## TÉCNICAS GEOFÍSICAS

✓ En general se pueden agrupar en:

- ▶ Métodos eléctricos.
- ▶ Métodos electromagnéticos.
- ▶ Métodos sísmicos.

✓ El más utilizado en ingeniería civil es el método sísmico de refracción, aunque los eléctricos también tienen cierta utilidad.

## TÉCNICAS GEOFÍSICAS (MÉTODOS ELÉCTRICOS)

- ✓ Los **métodos geoelectrónicos** se basan en la conductividad o la resistividad de las rocas y suelos. Las mediciones se realizan mediante la configuración de unos electrodos dispuestos en la superficie del terreno a estudiar.
- ✓ Se genera una corriente eléctrica (baterías) y se detecta la respuesta del terreno a esta corriente por medio de electrodos.



## • MÉTODOS GEOELÉCTRICOS

Foto:  
Hernández L.E.



## • MÉTODOS GEOELÉCTRICOS

Foto:  
Hernández L.E.





## ☀ TÉCNICAS GEOFÍSICAS (ELECTROMAGNÉTICOS)

- ✓ En ingeniería civil el más empleado es el “Georadar” o GPR (Ground Penetration Radar), que consiste en generar unos pulsos electromagnéticos mediante el empleo de un par de antenas (emisora y receptora).
- ✓ Las ondas viajan y atraviesan el medio a caracterizar. Dependiendo de las propiedades geoeléctricas de dicho medio, las ondas se comportan de manera diferente, algunas rebotando de nuevo a la superficie (reflejadas) y otras siendo absorbidas por dicho medio (atenuadas). Las ondas rebotadas o reflejadas permiten generar un mapa de “ecos” del medio a analizar, permitiendo obtener una imagen.

## ☀ TÉCNICAS GEOFÍSICAS (SÍSMICOS)

- ✓ Los métodos sísmicos consisten en producir artificialmente un pequeño terremoto y detectar los tiempos de llegada de las ondas producidas, una vez reflejadas o refractadas en las distintas formaciones geológicas.

## TÉCNICAS GEOFÍSICAS (SÍSMICOS)

- ✓ **Se puede obtener una imagen muy aproximada de las discontinuidades sísmicas. Estas discontinuidades coinciden generalmente con las discontinuidades estratigráficas.**
- ▶ **Sísmica de reflexión: Prospección petrolífera. Capas muy profundas.**
- ▶ **Sísmica de refracción: Ingeniería civil.**

## 3. SONDEOS MECÁNICOS



## ☀ SONDEOS MECÁNICOS

- ✓ El reconocimiento geotécnico mediante sondeos es, en términos generales, el método más directo para reconocer el terreno en profundidad, ya que permite:
  - ▶ La recuperación de testigos.
  - ▶ La toma de muestras para ensayos de laboratorio, la realización de ensayos in situ y la instalación de equipos de observación tales como piezómetros, inclinómetros, tubos de asiento, etc

Foto;  
Hernández L.E.



## SONDEOS MECÁNICOS (INFORMACIÓN MÍNIMA)

- ✓ **Fechas de realización y datos de identificación del sondeo y del sondista que lo realizó.**
- ✓ **Coordenadas y cota de boca.**

## SONDEOS MECÁNICOS (INFORMACIÓN MÍNIMA)

- ✓ **Parte del sondeo, donde figuren el equipo empleado, el procedimiento y los ritmos de avance, las profundidades donde se han tomado muestras o realizado ensayos, los tramos entubados (o cementados) y tipo y tamaño de entubación, así como cualquier incidencia de interés, tales como la pérdida del caudal de agua de perforación, niveles de agua, color del agua, caídas o desprendimientos de la pared del sondeo, etc.**
- ✓ **A estos efectos se indica que existen equipos de sondeo con registro automático de algunos de estos parámetros.**

## SONDEOS MECÁNICOS (INFORMACIÓN MÍNIMA)

- ✓ **Caja portatestigos**, suficientemente robusta y debidamente ilustrada, donde además de identificarse el sondeo correspondiente, se marquen con números claramente visibles, las profundidades inicial y final del testigo de cada maniobra.
- ✓ **Fotografías a color de las cajas de testigos** hechas de frente de manera que se aprecie bien los detalles del terreno de caja en caja. En ocasiones puede ser conveniente la realización de fotografías de detalle de ciertos testigos aislados.

## SONDEOS MECÁNICOS

- ✓ **Columna litológica**, realizada por un titulado universitario experto en geotecnia, en la que, con ayuda gráfica, se recoja la descripción del terreno en cada nivel, los parámetros de avance del sondeo, la ubicación de muestras y ensayos, la situación del nivel freático en el sondeo y el porcentaje de testigo recuperado, el R.Q.D., grado de meteorización e índice de fracturación o diaclasado.



## SONDEOS MECÁNICOS

✓ Aunque se suele considerar como sondeo geotécnico todo aquel que se realiza en una campaña geotécnica, como pueden ser;

- ▶ Sonda helicoidal.
- ▶ Hinca de tubos.
- ▶ Rotación con corona ciega.
- ▶ Rotación con batería portatestigos.

## SONDEOS MECÁNICOS

✓ En realidad, sólo el último está considerado como tal, y es de este tipo de sondeos del que hablaremos. También se conocen como sondeos rotacionales con extracción continua de testigos.

Foto:  
Hernández L.E.



## ⚙️ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPO)

- ✓ El aparato utilizado para perforar llamado sonda, consiste en esencia en unos dispositivos capaces de transmitir la energía de rotación suministrada por un motor al elemento de corte que gira en contacto con el terreno.

## ☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPO)

- ✓ Existen en el mercado multitud de sondas preparadas para trabajar en diferentes condiciones y situaciones. Así, tenemos sondas montadas sobre patines, montadas sobre orugas, adaptadas a un vehículo todoterreno o a un camión, desmontables etc.

## • EQUIPO DE SONDEO

Foto;  
Hernández L.E.



## SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS)

- ✓ Estos equipos están constituidos por:
- ✓ Un **motor** de 20 a 100 c.v. (normalmente diesel).
- ✓ Una **cabeza de rotación o perforación**, equipada de un sistema para hacer avanzar el tren de perforación. Posee un plato de mordazas cuya misión es sujetar las varillas para imprimirles el movimiento de rotación y el avance.

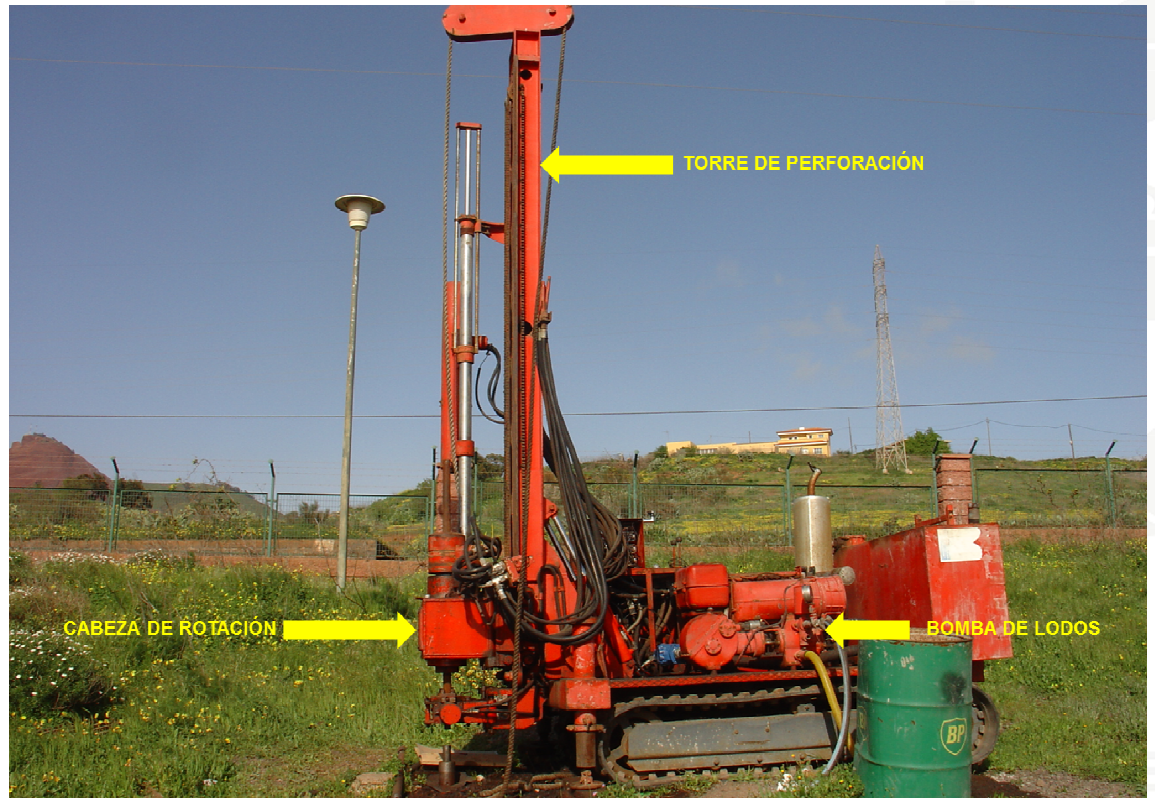
## SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS)

- ✓ Una **caja de engranajes** para transmitir el movimiento del motor a la cabeza de rotación. Equipada con una palanca de embrague para seleccionar las distintas marchas del motor.
- ✓ Una **torre de perforación**, donde se encuentra instalada la cabeza de rotación. Tiene un recorrido que va a condicionar la longitud de avance en una maniobra.
- ✓ Todos estos componentes suelen ir montados sobre el mismo bastidor.



## • SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS)

Foto:  
Hernández L.E.

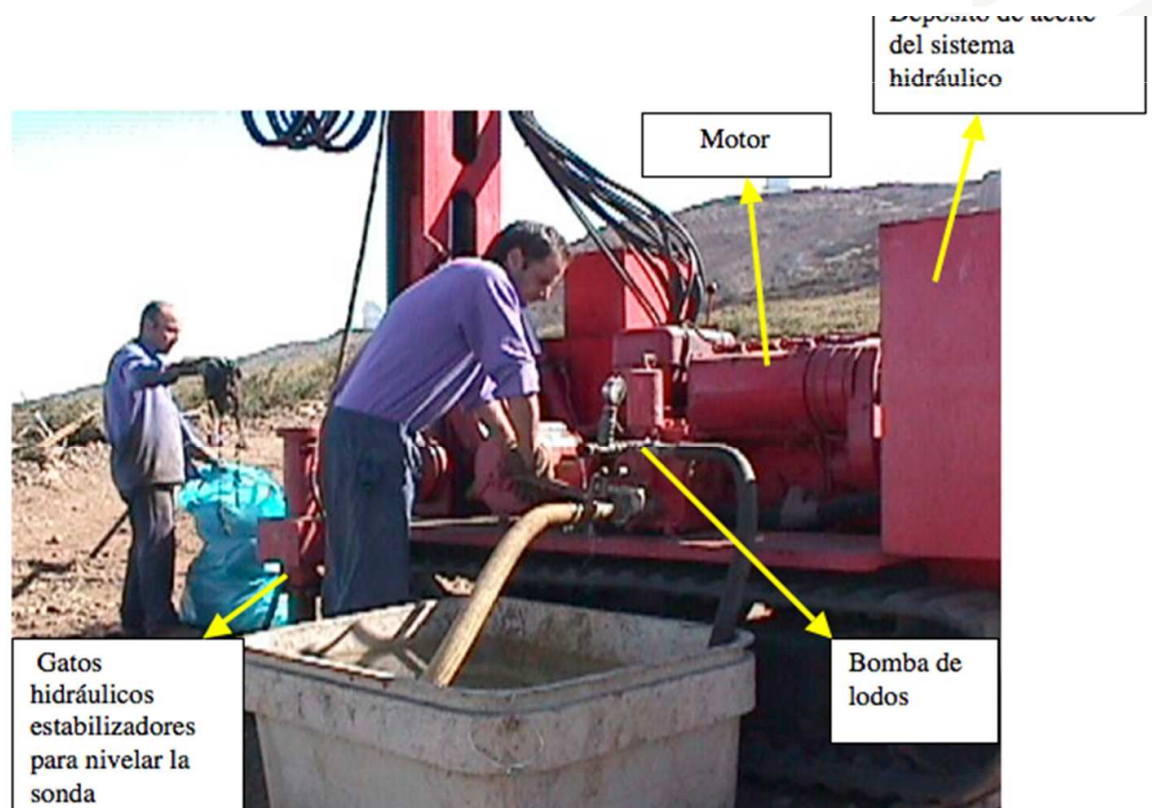


## ☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS-BOMBA DE LODOS)

- ✓ Durante la perforación se genera un detritus, por el corte de la corona, que hay que evacuar para que el sondeo no se obstruya, por lo que debe existir la circulación de un líquido (lodo o agua) que arrastre ese detritus al exterior.
- ✓ Además, las coronas debido a la fricción con el terreno se calientan y necesitan un líquido que las refrigere.
- ✓ La bomba puede o no estar montada sobre el mismo bastidor que la sonda. Las bombas que más se emplean son las de pistones.

## • EQUIPOS

Foto:  
Hernández L.E.



## ☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS-GIRATORIA DE INYECCIÓN)

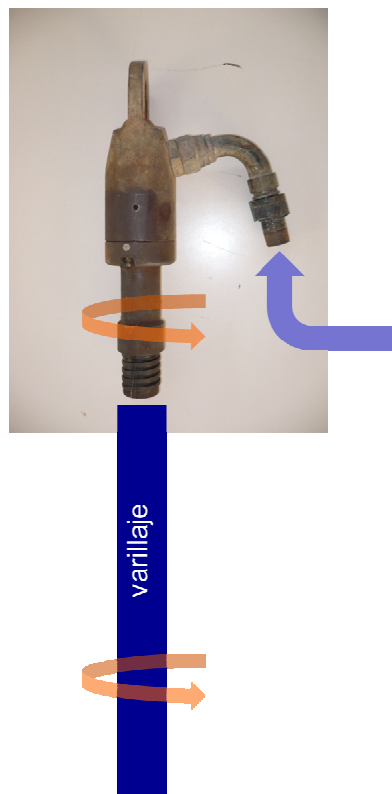
- ✓ Es el aparato que introduce el agua en las varillas, por la manguera de impulsión que está conectada a la bomba.
- ✓ Posee una serie de engranajes que permiten la rotación de la parte de la giratoria conectada a las varillas y que permanezca inmóvil la parte conectada a la manguera, evitando así que ésta última se pueda enredar en el varillaje.

## ☀ SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS-VARILLAJE)

- ✓ Es la parte del equipo de sondeos que más sufre en la perforación.
- ✓ Se trata de tubos rígidos de poco diámetro (los más usuales son 42 y 50 mm) y pared gruesa, huecos para dejar circular lodo o agua.

## • SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS)

Foto:  
Hernández L.E.



## SONDEOS MECÁNICOS (EQUIPOS-BATERÍA)

- ✓ Se llama **batería** al recipiente donde se va introduciendo el terreno que va siendo perforado, permitiendo la extracción del mismo al finalizar la maniobra.

## SONDEOS MECÁNICOS ( MANIOBRA)

- ✓ Se entiende por **maniobra** la operación que consiste en la introducción de la batería en el sondeo, la perforación de un tramo de terreno (igual o menor a la longitud de la batería) y la extracción de la muestra.



Foto:  
Hernández L.E.



## ☀ SONDEOS MECÁNICOS (PARTES DE LA BATERÍA)

- ✓ **Tubo portatestigos:** Donde se aloja la muestra.
- ✓ **Cabeza:** Elemento que permite la unión entre la batería y el varillaje
- ✓ **Corona:** Elemento de corte. Pueden ser de widia (terrenos blandos) y de diamante (terrenos duros).

## SONDEOS MECÁNICOS (PARTES DE LA BATERÍA)

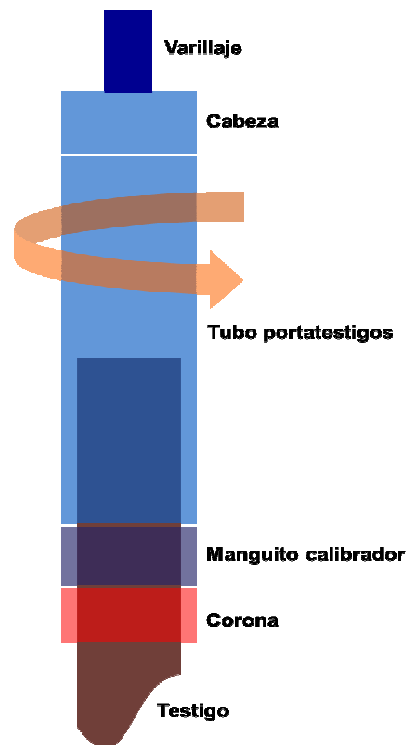
- ✓ **Manguito calibrador o prolongador:** Es un trozo de tubo que va entre la corona y el tubo sacatestigos, que se pone según sea el tipo de batería (sencilla, doble).

## SONDEOS MECÁNICOS (PARTES DE LA BATERÍA)

- ✓ **Muelle extractor:** Manguito cónico que aprisiona la muestra cuando se termina la maniobra para que el testigo no se salga de la batería. Va alojado en la corona o en el manguito calibrador o prolongador.

## • BATERÍA DE SONDEO

Figura ;  
Hernández LE. (2011)



## ☀ SONDEOS MECÁNICOS (BATERÍA)

- ✓ La longitud de las baterías suele oscilar entre los 0,5 y los 3,0 m.
- ✓ Los diámetros (exteriores) estándar de perforación (de baterías) son: 116, 101, 86, 76 y 66.

## • BATERÍA DE SONDEO

Foto:  
Hernández L.E.



## • BATERÍA DE SONDEO

Foto:  
Hernández L.E.





## • BATERÍA DE SONDEO

Foto:  
Hernández L.E.



## • BATERÍA DE SONDEO

Foto:  
Hernández L.E.



## ☀ SONDEOS MECÁNICOS ( TUBERÍA DE REVESTIMIENTO)

- ✓ **La tubería de revestimiento se introduce en el sondeo por dos causas:**
  - ▶ Para contener hundimientos de las paredes del sondeo, porque se esté perforando un terreno poco coherente.
  - ▶ Para cortar fugas de agua, que no permiten ver el detritus y puede provocar la acumulación de éste en determinados tramos del sondeo que impidan la extracción de la batería y originen por tanto una avería de sondeo.

## ☀ SONDEOS MECÁNICOS ( TUBERÍA DE REVESTIMIENTO)

- ✓ **Las tuberías de revestimiento son de tipo telescópico, que quiere decir que una pasa a través de la otra.**
- ✓ **La longitud máxima de cada tramo de tubo es de 3 m.**
- ✓ **Los diámetros (exteriores) estándar de tubería de revestimiento, corresponden con los de la batería de perforación, pero lógicamente han de ser algo más pequeños que ésta para que puedan penetrar en el orificio abierto por ella.**

## • TUBERÍA DE REVESTIMIENTO

Foto:  
Hernández L.E.



## • TUBERÍA DE REVESTIMIENTO

Figura:  
Hernández L.E. (2011)

| $\phi$ batería (mm) | $\phi$ tubería de revestimiento (mm) |
|---------------------|--------------------------------------|
| 116                 | 114                                  |
| 101                 | 98                                   |
| 86                  | 84                                   |
| 76                  | 74                                   |
| 66                  | 64                                   |

## ☀ SONDEOS MECÁNICOS-(CORONA DE WIDIA)

- ✓ Las coronas de widia son utilizadas para suelos o rocas blandas. Cortan por desgarre. Precisan velocidades bajas de rotación (menos de 300 r.p.m.).

### • CORONA DE WIDIA

Foto;  
Hernández L.E.





## ☀ SONDEOS MECÁNICOS-(CORONA DE DIAMANTE)

- ✓ Las coronas de diamante se usan para rocas duras. Cortan por desgaste. Precisan de velocidades de rotación elevadas (más de 300 r.p.m.)

### • CORONA DE DIAMANTE

Foto;  
Hernández L.E.



## 4. PENETRÓMETROS DINÁMICOS.

### PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ Es el método más sencillo y económico para ensayar el terreno en profundidad.
- ✓ Consiste en la hincada, por golpeo, de un varillaje con una puntaza metálica.
- ✓ Todos los penetrómetros dinámicos están basados en la medida del número de golpes necesarios para introducir una barra o un tubo hueco en el interior del terreno, por golpeo repetido de una maza.

## PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ El uso de este tipo de pruebas está restringido a terrenos blandos que permitan la penetración de una herramienta por golpeo.
- ✓ Por tanto no es utilizable en rocas.

## PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ En España los ensayos de penetración dinámica continua se deben ejecutar conforme a la Norma UNE-EN ISO 22476-2/08.
- ✓ Esta norma abarca la determinación in situ de la resistencia de los suelos y rocas blandas a la penetración dinámica de una puntaza cónica ciega.
- ✓ Para hincar la puntaza se utiliza una maza de masa y altura conocidas.

## ☀ PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ Se define la resistencia a la penetración como el número de golpes requeridos para hincar la puntaza una longitud determinada.
- ✓ Se obtiene un registro continuo en función de la profundidad pero no se recuperan muestras.
- ✓ Al equipo empleado para la realización de estos ensayos se le conoce con el nombre de **penetrómetro dinámico**.

## • PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Foto;  
Hernández L.E.





## NORMA UNE-EN ISO 22476-2/08

- ✓ **Ensayo de penetración dinámica ligera (DPL):** Se utiliza una maza de 10 kg que se deja caer libremente desde 500 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 10 cm<sup>2</sup> y el varillaje empleado es de 22 mm de diámetro exterior.
- ✓ **El trabajo específico por golpe es de 50 kJ/m<sup>2</sup>.**

## NORMA UNE-EN ISO 22476-2/08

- ✓ **Ensayo de penetración dinámica mediana (DPM):** Se utiliza una maza de 30 kg que se deja caer libremente desde 500 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 15 cm<sup>2</sup> y el varillaje empleado es de 32 mm de diámetro exterior. El trabajo específico por golpe es de 100 kJ/m<sup>2</sup>

## NORMA UNE-EN ISO 22476-2/08

- ✓ **Ensayo de penetración dinámica pesada (DPH):** Se utiliza una maza de 50 kg que se deja caer libremente desde 500 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 15 cm<sup>2</sup> y el varillaje empleado es de 32 mm de diámetro exterior.
- ✓ **El trabajo específico por golpe es de 167 kJ/m<sup>2</sup>.**

## NORMA UNE-EN ISO 22476-2/08

**Ensayo de penetración dinámica súper pesada (DPSH):** Existen dos modalidades:

- ✓ **DPSH-A:** Con una maza de 63,5 kg que se deja caer libremente desde 500 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 16 cm<sup>2</sup> y el varillaje empleado es de 32 mm de diámetro exterior. El trabajo específico por golpe es de 194 kJ/m<sup>2</sup>.
- ✓ **DPSH-B:** Con una maza de 63,5 kg que se deja caer libremente desde 750 mm de altura. La puntaza tiene un área nominal de la base de 20 cm<sup>2</sup> y el varillaje empleado es de 35 mm de diámetro exterior. El trabajo específico por golpe es de 238 kJ/m<sup>2</sup>.

## PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Los resultados se adjuntarán en gráficos o curvas de penetración-número de golpes. En dicho impreso se incluirán, asimismo, los siguientes datos:

- ✓ Empresa que realiza los trabajos y maquinaria empleada.
- ✓ Lugar, nombre o referencia de estudio geotécnico.
- ✓ Situación y número de identificación del penetrómetro.

## PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ Tipo de cono utilizado. Dimensiones y masa.
- ✓ Longitud de cada varilla. Masa por metro de varillaje, incluido niples de unión.
- ✓ Masa, altura y mecanismo del dispositivo de golpeo.

## PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ **Fecha y hora de la prueba. Tiempo de duración.**
- ✓ **Incidencias del ensayo (interrupciones superiores a cinco minutos, pérdidas de verticalidad mayores al 5%, penetraciones sin golpeo, etc.)**

## PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ **Los resultados obtenidos proporcionan una medida indirecta de la resistencia del terreno, determinándose estas propiedades mediante correlaciones empíricas. Estos ensayos están especialmente indicados en terrenos granulares finos (arenas).**
- ✓ **El análisis y tratamiento de los golpes obtenidos en otros terrenos (limos, arcillas o gravas) deberá efectuarse con las reservas y precauciones debidas.**

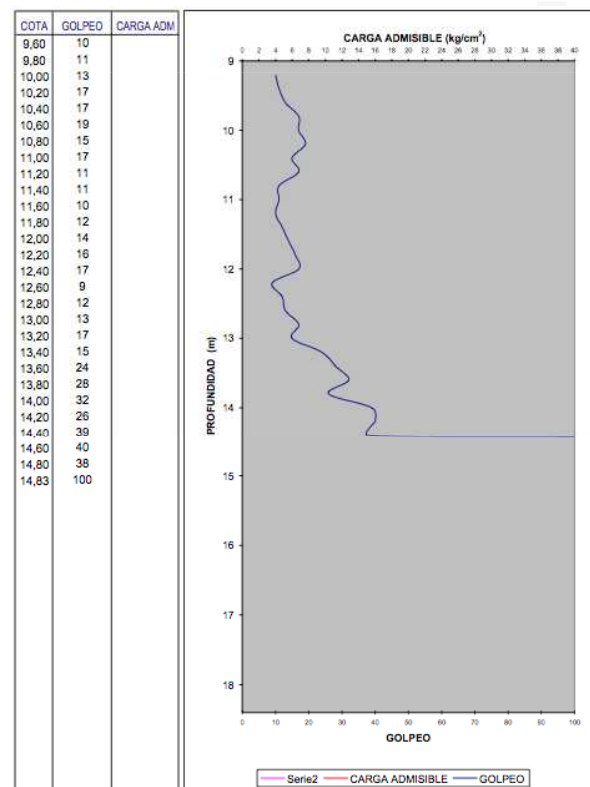


## ☀ PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ El ensayo se dará por finalizado cuando se alcance la profundidad previamente establecida o cuando se produzca rechazo.
- ✓ En el primero de estos casos, la profundidad alcanzada no debe ser inferior a la profundidad total definida en la planificación de la campaña geotécnica.

## • PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Figura:  
Hernández LE. (2011)



## • PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Foto;  
Hernández L.E.



## ☀ PENETRÓMETROS DINÁMICOS

- ✓ El ensayo de penetración estándar o SPT se realiza simultáneamente a la ejecución del sondeo y consiste en introducir en el terreno un tomamuestras tubular de acero, de dimensiones estándar, mediante el golpeo de una maza de 63,5 Kg. de peso que cae libremente desde una altura de 76 cm. La longitud ensayada es de 45 cm, contabilizando el número de golpes que corresponde a cada penetración parcial de 15 cm.
- ✓ El resultado del ensayo (Golpeo SPT o N) es el número que se obtiene como suma de los golpes correspondientes a las penetraciones parciales de los dos últimos tramos.

## • PENETRÓMETROS DINÁMICOS-ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Foto:  
Hernández L.E.



## ☀ PENETRÓMETROS DINÁMICOS-ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

- ✓ El equipo utilizado y el procedimiento operativo del ensayo se ajustará a lo establecido en la Norma UNE-EN ISO 22476-3/06.
- ✓ En caso de que se alcancen los 50 golpes en cualquiera de los intervalos de 15 cm se dará por finalizado el ensayo y se anotará, en el registro del mismo, el símbolo R (Rechazo).



## • PENETRÓMETROS DINÁMICOS-ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

Foto ;  
Hernández L.E.



# LICENCIA Y MÁS INFORMACIÓN





## CITAR ESTE CURSO /CITE THIS COURSE

- ✓ **Santamarta Cerezal , Juan Carlos,Hernández Gutierrez Luis Enrique,Rodriguez Losada Jose Antonio.Ingeniería geológica y geotécnica en medios volcánicos. Otoño 2011.(Universidad de La Laguna). <http://ocw.ull.es/> (fecha de acceso). License: Creative Commons BY-NC-SA.**

## LICENCIA/LICENCE

- ✓ **Para más información sobre el uso de estos materiales y la licencia Creative Commons, consulta nuestros Terminos de uso**
- ✓ **For more information about using these materials and the Creative Commons license, see our Terminos de uso.**

 PARA MÁS INFORMACIÓN

[jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

<http://webpages.ull.es/users/jcsanta/>

<http://hidrogeotecnicas.blogspot.com/>



# INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS

## Tema 3 ; El Estudio Geotécnico

Luis Enrique Hernández Gutiérrez  
Licenciado en CC Geológicas



2

# CONTENIDO

## CONTENIDO

- ✓ **1. Introducción al estudio geotécnico.**
- ✓ **2. Marco normativo.**
- ✓ **3. Planificación ,redacción y contenido.**

## DESARROLLO DE CONTENIDOS



# 1. ESTUDIO GEOTÉCNICO

## INTRODUCCIÓN

- ✓ **El Estudio Geotécnico** es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de obra prevista y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos, taludes y otras partes de la obra que interaccionen con el terreno.

## • INTRODUCCIÓN

Foto :  
Torres F.

Foto :  
Hernández L.E.

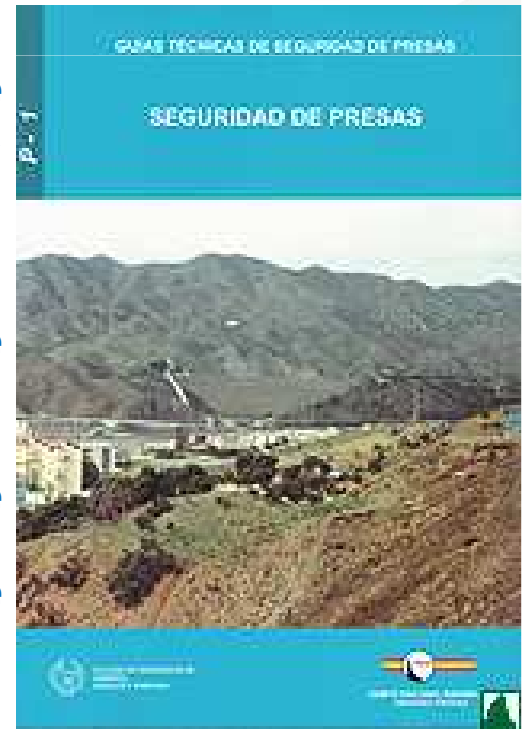


## 2.MARCO NORMATIVO



## MARCO NORMATIVO-OBRAS MARÍTIMAS

- ✓ Orden de 31 de marzo de 1967, por la que se aprueba la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes.
- ✓ Presas. Orden de 12 de marzo de 1996, por la que se aprueba el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.
- ✓ Orden de 26 de abril de 2000, por la que se aprueba la Instrucción Técnica complementaria 08.02.01 "Depósitos de lodos en proceso de tratamiento de industrias extractivas".



## MARCO NORMATIVO-OBRAS LINEALES

- ✓ Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976, por la que aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG-3/75).
- ✓ Orden de 12 de febrero de 1998, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP).-
- ✓ Orden Ministerial 27530 de 19 de noviembre 1990 por la que se aprueba la Instrucción para el Proyecto, Construcción y Explotación de Obras Subterráneas para el Transporte Terrestre (IOS - 98). (B.O.E. nº 287, 1 diciembre 1998).

## MARCO NORMATIVO-OBRAS MARÍTIMAS

- ✓ Las ROM 0.5-05.- Recomendaciones Geotécnicas para el proyecto de Obras Marítimas y Portuarias son de aplicación en todas las obras marítimas y portuarias cualquiera que sea su clase o destino, así como los materiales y elementos empleados en su construcción.
- ✓ Las ROM 0.5-05 constituyen uno de los documentos técnicos más sólidos desde un punto de vista geotécnico.
- ✓ Muchos de los conceptos y métodos de análisis son extensibles a otros tipos de obras.



## MARCO NORMATIVO-OBRAS MARÍTIMAS

- ✓ Reúnen los criterios necesarios para:
- ✓ La definición y realización de los trabajos de investigación geotécnica.
- ✓ La elaboración de la información obtenida con dicha investigación.
- ✓ Los métodos de análisis de los diversos aspectos de tipo geotécnico y modo de evaluar los parámetros en cada caso.
- ✓ El estudio de los problemas geotécnicos que presentan cada una de las tipologías estructurales más habituales en las obras marítimas y portuarias.





## MARCO NORMATIVO- EDIFICACIÓN

- ✓ La ley 38/199, de Ordenación de la Edificación (L.O.E).
- ✓ Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E), R.D. 2261/1998.
- ✓ Configuran un panorama que establece la necesidad de documentar los proyectos con los necesarios estudios del terreno que garanticen la adecuación de las cimentaciones y cargas transmitidas a las características del terreno.



Foto;  
Hernández L.E.

## MARCO NORMATIVO- EDIFICACIÓN

- ✓ La ley 38/199, de Ordenación de la Edificación (L.O.E).
- ✓ Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E), R.D. 2261/1998.
- ✓ Configuran un panorama que establece la necesidad de documentar los proyectos con los necesarios estudios del terreno que garanticen la adecuación de las cimentaciones y cargas transmitidas a las características del terreno.



Código Técnico de la Edificación

## ✓ MARCO NORMATIVO- EDIFICACIÓN

- ✓ LOE y EHE persiguen que se construyan edificios que presenten una estabilidad estructural garante y una vida útil adecuada.
- ✓ En la LOE se faculta al gobierno para que apruebe un Código Técnico de la Edificación.



Código Técnico de la Edificación

## ✓ MARCO NORMATIVO- EDIFICACIÓN

- ✓ El documento Básico de Seguridad Estructural, dedica su capítulo 3 al “Estudio Geotécnico”.



Código Técnico de la Edificación

## 3. PLANIFICACIÓN , REDACCIÓN Y CONTENIDO.

### PLANIFICACIÓN , REDACCIÓN Y CONTENIDO

- ✓ Las características del terreno se determinarán mediante una serie de actividades que en su conjunto se denominan reconocimiento del terreno y cuyos resultados quedarán reflejados en el **Estudio Geotécnico**.

Foto :  
Hernández L.E.



## ☀️ ETAPAS

- ✓ 1º.- Obtención y recopilación de la documentación previa que exista, en especial la geotécnica y cartografía geológica; estudio y evaluación.
- ✓ 2º.- Reconocimiento del Terreno. (Ensayos in situ y de laboratorio).
- ✓ 3º.- Análisis e interpretación de datos.
- ✓ 5º.- Conclusiones y recomendaciones acordes a los objetivos.
- ✓ Durante el desarrollo de estas etapas de estudio, se aplican las condiciones adecuadas en función de los ensayos y las técnicas de reconocimiento y la normativa que le compete.



## REDACCIÓN Y CONTENIDO

- ✓ Para la redacción de este apartado se ha considerado lo establecido por las ROM 0.5-05 (Recomendaciones Geotécnicas para el proyecto de Obras Marítimas y Portuarias), ya que sus conceptos y métodos de análisis son extensibles a otros tipos de obras,
- ✓ Según las ROM, el Informe Geotécnico contendrá toda la información geotécnica disponible ordenándola en una **Memoria** principal y una serie de **Anejos** que faciliten su utilización posterior.

## MEMORIA

Tratará al menos los aspectos siguientes:

- ✓ Propósito del informe geotécnico.
- ✓ Descripción de la obra, proyecto o características del problema que motivan su redacción (situación y geometría, tipologías estructurales previstas, materiales a emplear y estimación de las cargas principales).
- ✓ Trabajos de campo (cronología trabajos de campo realizados, equipos empleados y personal).

## MEMORIA

- ✓ **Trabajos de laboratorio (procedimientos de ensayos empleados, tipos de muestras analizadas y cantidad de ensayos de cada tipo).**
- ✓ **Descripción de las condiciones geológico-geotécnicas del emplazamiento (historia geológica y geomorfológica del lugar, cartografía geológica, estructura del subsuelo, tipos de suelos o rocas que pueden intervenir en el problema en estudio, experiencia geotécnica local, nivel freático, etc).**
- ✓ **Características geotécnicas del terreno.**

## MEMORIA-CONTENIDOS

**En todo caso, el estudio geotécnico incluirá:**

- ✓ **Los antecedentes y datos recabados.**
- ✓ **Los trabajos de reconocimiento efectuados.**
- ✓ **La distribución de unidades geotécnicas.**

## MEMORIA-CONTENIDOS

- ✓ Los niveles freáticos.
- ✓ Las características geotécnicas del terreno identificando en las unidades relevantes los valores característicos de los parámetros obtenidos.
- ✓ Los coeficientes sismorresistentes, si fuere necesario.

## MEMORIA-CONTENIDOS

- ✓ El estudio geotécnico contendrá un apartado expreso de **conclusiones** y, en su caso, a petición del proyectista o del Director de Obra, de **recomendaciones constructivas** en relación con la cimentación e incluirá los anejos necesarios.
- ✓ Se indicarán los posibles trabajos complementarios a realizar en fases posteriores, antes o durante la obra, a fin de subsanar las limitaciones que se hayan podido observar.

## • MEMORIA-RECOMENDACIONES

Foto;  
Hernández L.E.



## ☀ ANEJOS

- ✓ La información de detalle que debe figurar en Anejos dependerá de la amplitud de datos existentes. En las situaciones más usuales es recomendable ordenar la información de detalle en, al menos, dos Anejos:
  - ✓ Anejo de trabajos de campo.
  - ✓ Anejo de ensayos de laboratorio.



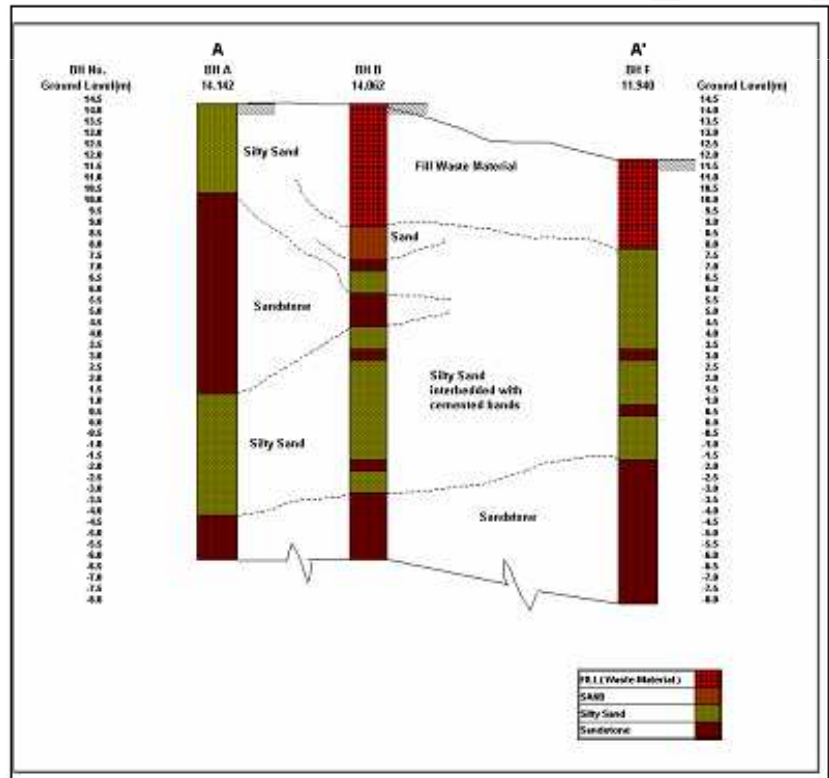
## OTROS ANEJOS

- ✓ **Planos: topográficos, geológicos, geotécnicos, zonificación sísmica, perfiles geológicos y geotécnicos,...**
- ✓ **Reportaje fotográfico.**
- ✓ **Anejo de cálculos.**

## DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

- ✓ **Se elegirán los perfiles geotécnicos longitudinales y transversales que mejor representen la distribución de estas unidades.**
- ✓ **Se determinará en su caso la unidad geotécnica resistente, así como las agrupaciones de unidades geotécnicas de similares características.**
- ✓ **Se recogerá la profundidad de las aguas freáticas y, en su caso, las oscilaciones de las mismas.**

## • DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS



## ☀ DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

✓ Se acompañarán los parámetros esenciales para determinar la resistencias de cada unidad geotécnica, tales como;

- ▶ Densidad.
- ▶ Rozamiento.
- ▶ Cohesión.

Foto ;  
Hernández L.E.



## ☀️ DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

✓ **Los parámetros de deformabilidad;**

▶ **Expansividad.**

▶ **Colapso.**

## • DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

Foto;  
Hernández L.E.



## ☀ DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

✓ En municipios con aceleración sísmica de al menos 0,08 g, o si se ha solicitado expresamente, de cada sondeo, se identificará la clasificación de cada unidad geotécnica o estrato a efectos de su comportamiento sísmico, según las normas:

- ▶ NCSE-02, Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación.
- ▶ NCSP-07, Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes.



## REDACCIÓN Y CONTENIDO

✓ **El Estudio Geotécnico en edificación, en función del tipo de cimentación, debe establecer los valores y especificaciones necesarios para el proyecto relativos a:**

- ▶ **Cota de cimentación.**
- ▶ **Presión vertical admisible (y de hundimiento) en valor total y, en su caso, efectivo, tanto bruta como neta.**

## REDACCIÓN Y CONTENIDO

- ▶ **Presión vertical admisible de servicio (asientos tolerables) en valor total y, en su caso, efectivo, tanto bruta como neta.**
- ▶ **En el caso de pilotes, resistencia al hundimiento desglosada en resistencia por punta y por fuste.**
- ▶ **Parámetros geotécnicos del terreno para el dimensionado de elementos de contención. Empujes del terreno: activo, pasivo y reposo.**

## REDACCIÓN Y CONTENIDO-EDIFICACIÓN

- ✓ Datos de la ley “tensiones en el terreno-desplazamiento” para el dimensionado de elementos de pantallas u otros elementos de contención.
- ✓ Módulos de balasto para idealizar el terreno en cálculos de dimensionado de cimentaciones y elementos de contención, mediante modelos de interacción suelo-estructura.
- ✓ Resistencia del terreno frente a acciones horizontales.

## REDACCIÓN Y CONTENIDO-EDIFICACIÓN

- ✓ Asientos y asientos diferenciales, esperables y admisibles para la estructura del edificio y de los elementos de contención que se pretende cimentar.
- ✓ Calificación del terreno desde el punto de vista de su ripabilidad, procedimiento de excavación y terraplenado más adecuado. Taludes estables en ambos casos, con carácter definitivo y durante la ejecución de las obras.

## REDACCIÓN Y CONTENIDO-EDIFICACIÓN

- ✓ **Situación del nivel freático y variaciones previsibles. Influencia y consideración cuantitativa de los datos para el dimensionado de cimentaciones, elementos de contención, drenajes, taludes e impermeabilizaciones.**
- ✓ **La proximidad a ríos o corrientes de agua que pudieran alimentar el nivel freático o dar lugar a la socavación de los cimientos, arrastres, erosiones o disoluciones.**

## REDACCIÓN CONTENIDO- EDIFICACIÓN

- ✓ **Cuantificación de la agresividad del terreno y de las aguas que contenga, para su calificación al objeto de establecer las medidas adecuadas a la durabilidad especificada en cimentaciones y elementos de contención, de acuerdo con los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.**
- ✓ **Caracterización del terreno y coeficientes a emplear para realizar el dimensionado bajo el efecto de la acción sísmica.**

## REDACCIÓN CONTENIDO- EDIFICACIÓN

- ✓ **Cuantificación de cuantos datos relativos al terreno y a las aguas que contenga sean necesarios para el dimensionado del edificio, en aplicación de este DB, otros Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE, y a otros DB, especialmente al DB-HS (Habitabilidad: Salubridad)**

## REDACCIÓN CONTENIDO- EDIFICACIÓN

- ✓ **Cuantificación de los problemas que pueden afectar a la excavación especialmente en el caso de edificaciones o servicios próximos existentes y las afecciones a éstos.**
- ✓ **Relación de asuntos concretos, valores determinados y aspectos constructivos a confirmar después de iniciada la obra, al inicio de las excavaciones, o en el momento adecuado que así se indique, y antes de ejecutar la cimentación, los elementos de contención o los taludes previstos.**



## ADECUACIÓN CIMENTACIÓN

- ✓ Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.

LICENCIA Y MÁS  
INFORMACIÓN

## CITAR ESTE CURSO /CITE THIS COURSE

- ✓ **Santamarta Cerezal , Juan Carlos,Hernández Gutierrez Luis Enrique,Rodriguez Losada Jose Antonio.Ingeniería geológica y geotécnica en medios volcánicos. Otoño 2011.(Universidad de La Laguna). <http://ocw.ull.es/> (fecha de acceso). License: Creative Commons BY-NC-SA.**

## LICENCIA/LICENCE

- ✓ **Para más información sobre el uso de estos materiales y la licencia Creative Commons, consulta nuestros Terminos de uso**
- ✓ **For more information about using these materials and the Creative Commons license, see our Terminos de uso.**

 PARA MÁS INFORMACIÓN

[jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

<http://webpages.ull.es/users/jcsanta/>

<http://hidrogeotecnicas.blogspot.com/>



# INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS

## Tema 5 ; Erosión y conservación de suelos

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Ingeniero de Montes e ITOP  
Doctor en Ingeniería por la UPM  
(ETSICCP, Hidráulica y Energética)

**ULL** | Universidad  
de La Laguna

 **eici**  
Escuela de Ingeniería  
Civil e Industrial

2

# CONTENIDOS



## CONTENIDOS

- ✓ **1. Los procesos erosivos.**
- ✓ **2. La erosión en canarias.**
- ✓ **3. Erosión hídrica.**
- ✓ **4. Conservación de suelos.**
- ✓ **5. Tipologías de diques de corrección torrencial.**

SANTAMARTA JUAN C.

## CONTENIDOS

- ✓ **6. Restauraciones hidrológicas forestales.**
- ✓ **7. Algunas cátenas de vegetación en restauraciones realizadas en Canarias.**

SANTAMARTA JUAN C.

# DESARROLLO DE CONTENIDOS



# 1. LOS PROCESOS EROSIVOS



## EROSIÓN

- ✓ **Erosión, proceso natural de naturaleza física y química que desgastan y destruyen continuamente los suelos y rocas de la corteza terrestre; incluyen el transporte de material.**

SANTAMARTA JUAN C.

## PROCESOS EROSIVOS

- ✓ **La mayoría de los procesos erosivos son resultado de la acción combinada de varios factores, como el calor, el frío, los gases, el agua, el viento, la gravedad y la vida vegetal y animal.**
- ✓ **En algunas regiones predomina alguno de estos factores, como el viento en las zonas áridas**

SANTAMARTA JUAN C.

## • PERDIDA DE SUELO Y VEGETACIÓN

Foto :  
Santamarta JC



## ☀ FACTORES DE LA EROSIÓN

$$E = f ( R, G, S, V )$$

- ✓ **R** = Factor que depende de la cantidad e intensidad de la lluvia
- ✓ **G** = Factor que depende de la pendiente y topografía del terreno
- ✓ **S** = Factor que depende de las propiedades físicas y químicas del suelo
- ✓ **V** = Factor que depende de las características de la cobertura vegetal.



## TIPOS DE EROSIONES

- 1. Erosión Pluvial.**
- 2. Erosión Fluvial.**
- 3. Erosión Marina.**
- 4. Erosión Eólica.**
- 5. Erosión Antrópica.**

SANTAMARTA JUAN C.

## 2. LA EROSIÓN EN CANARIAS

## EROSIÓN EN CANARIAS

- ✓ **El techo mundial está en sufrir un índice superior a las 200 toneladas**
- ✓ **Umbrales de erosión moderada, la de pérdidas de suelo entre 10 y 50 toneladas**
- ✓ **Por lo que Canarias está en peligro de erosión**

SANTAMARTA JUAN C.

## EROSIÓN EN CANARIAS

- ✓ **Fuerteventura ocupa el primer puesto de la lista, con el 59,4% de su territorio expuesto a intensos procesos de erosión.**

SANTAMARTA JUAN C.

## % TERRITORIO SOMETIDO A EROSIÓN

- ▶ Gran Canaria (56,7%)
- ▶ La Gomera (47,1%)
- ▶ Tenerife (41,9%)
- ▶ Lanzarote (30,6%)
- ▶ El Hierro (15,8%)
- ▶ La Palma (8%)

Fuente ;  
Gobierno de Canarias

SANTAMARTA JUAN C.

## ☀ DINAMIZADORES DE LA EROSIÓN EN UN MEDIO INSULAR

- ✓ **Lluvias torrenciales.**
- ✓ **Sobrepastoreo.**
- ✓ **Sobreexplotación de los recursos hídricos.**

SANTAMARTA JUAN C.

## DINAMIZADORES DE LA EROSIÓN EN UN MEDIO INSULAR

- ✓ **Cambios de uso del suelo, urbanización e infraestructuras civiles.**
- ✓ **Incendios forestales.**
- ✓ **Minería de superficie.**

SANTAMARTA JUAN C.

## TOLERANCIAS ADMITIDAS PARA PÉRDIDA DE SUELO

- ✓ **1mm / año = 12,5 Tm / ha / año**  
▶ **(2,5 Tm / ha / año).**

SANTAMARTA JUAN C.



## 3.EROSIÓN HÍDRICA

### LLUVIAS TORRENCIALES

- ✓ En algunas ocasiones se producen lluvias intensas, situadas principalmente en la cabecera de los barrancos, estas lluvias, ocasionan fenómenos erosivos de importancia.



## LLUVIAS TORRENCIALES

- ✓ Este efecto se ve potenciado por las fuertes pendientes que existen y por las características litológicas de algunas áreas de las islas.
- ✓ También por la ausencia de una cubierta vegetal adecuada en gran parte de la superficie, que dificulte la acción erosiva de las aguas.

SANTAMARTA JUAN C.

## CARACTERÍSTICAS DE LA LLUVIA

- ✓ Duración.
- ✓ Frecuencia.
- ✓ Intensidad.
- ✓ Distribución temporal.

SANTAMARTA JUAN C.

## CONCEPTO

- ✓ La **erosión hídrica** es el proceso de disgregación y transporte de las partículas del suelo por la acción de las aguas.

SANTAMARTA JUAN C.

## EROSIÓN LAMINAR

- ✓ El proceso erosivo comienza con el impacto de las **gotas de lluvia** sobre el suelo.
- ✓ El agua se mueve en capas sinuosas de agua, que remueven más o menos uniformemente las partículas más finas del suelo.

SANTAMARTA JUAN C.

## ☀ EFECTO GOTAS LLUVIA

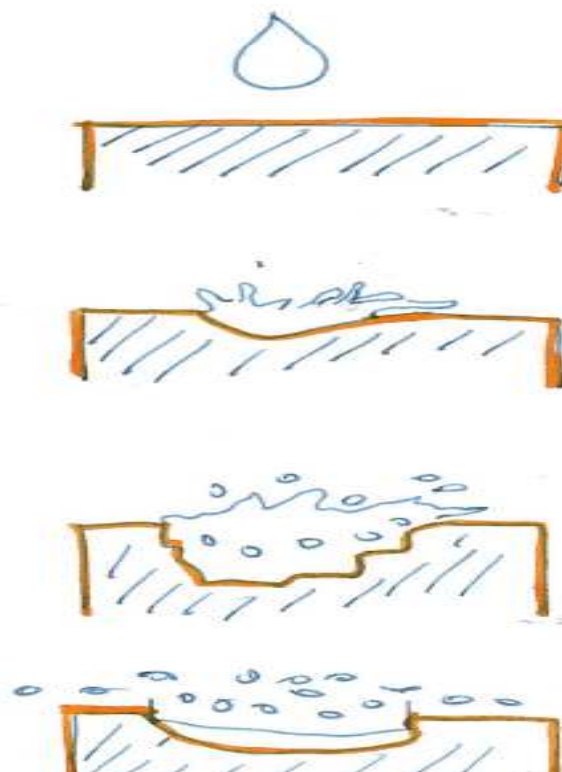
### ✓ Efectos de la caída de lluvia.

- ▶ Desagregación.
- ▶ Transporte local.

SANTAMARTA JUAN C.

## • EFECTO DE LA LLUVIA

Figura ;  
Santamarta JC





## ☀ FASES

- ✓ **Caída de la gota.**
- ✓ **Golpe.**
- ✓ **Desprendimiento.**
- ✓ **Esparcimiento.**

SANTAMARTA JUAN C.

## • EFECTO DE LA LLUVIA EN EL SUELO

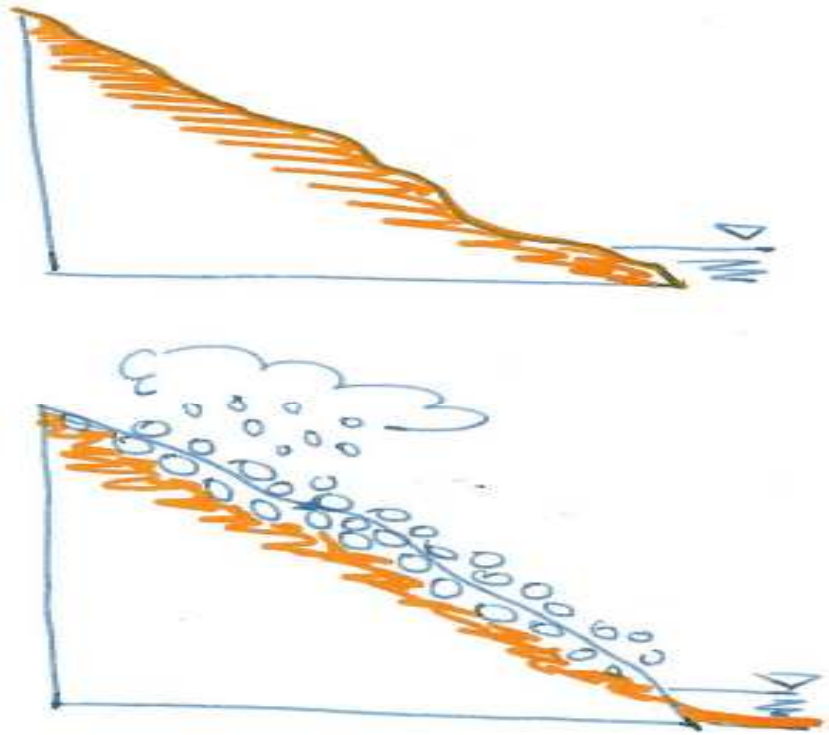
Foto ;  
Santamarta JC





## • TRANSPORTE DE SÓLIDOS A BARRANCOS

Figura ;  
Santamarta JC



## • PERDIDA DE MATERIAL EN LADERA

Foto ;  
Santamarta JC



## EFECTO ESCORRENTÍA

- ✓ **Arranca partículas de la superficie del suelo.**
- ✓ **Transporta las partículas hasta el pie del talud o hasta los barrancos**
  - ▶ **En el barranco es transportado el material hasta la desembocadura del mismo , salvo que se deposite en alguna parte del curso.**

SANTAMARTA JUAN C.

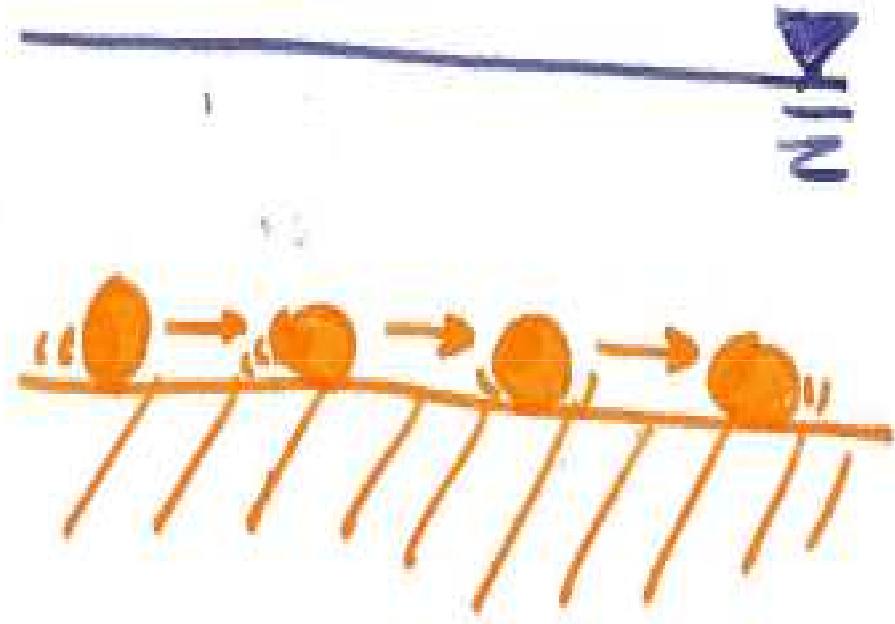
## MEDIOS DE TRANSPORTE

- ✓ **1.Acarreo.**
- ✓ **2.Saltación.**
- ✓ **3. Suspensión.**

SANTAMARTA JUAN C.

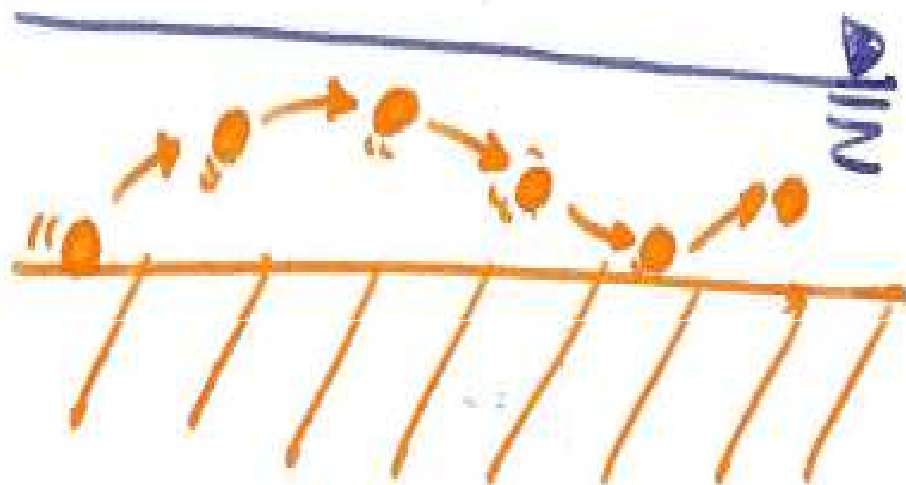
## • ACARREO

Foto :  
Santamarta JC



## • SALTACIÓN

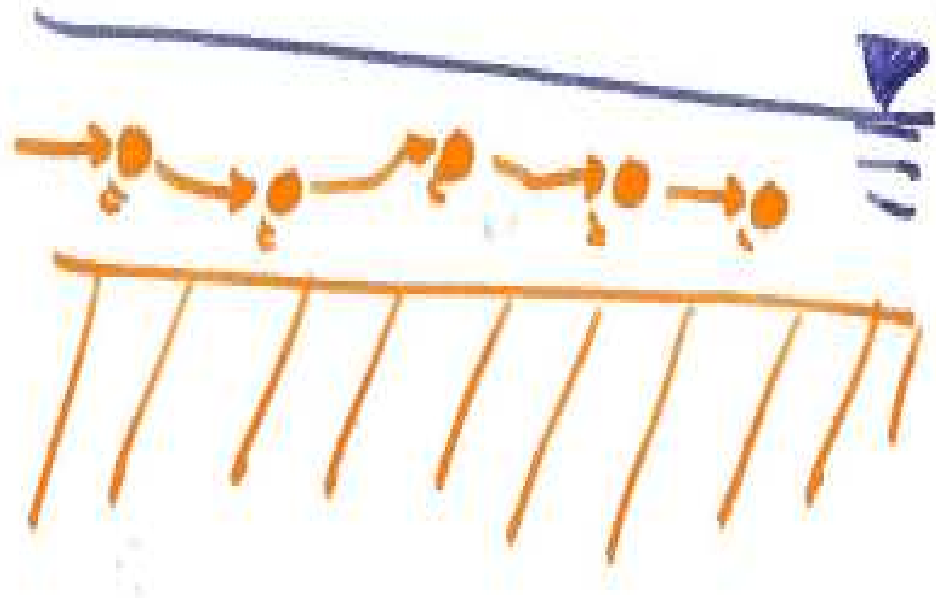
Foto :  
Santamarta JC





## • SUSPENSIÓN

Foto :  
Santamarta JC



## ☀ EL TRANSPORTE ES FUNCIÓN DE

### ✓ Material arrastrado.

- ▶ Tamaño de los materiales.
- ▶ Peso específico.
- ▶ Forma y geometría de la partícula.

## EL TRANSPORTE ES FUNCIÓN DE

### ✓ Corriente del curso de agua en el barranco.

- ▶ Velocidad.
- ▶ Caudal.
- ▶ Geometría del barranco.
- ▶ Vegetación.

SANTAMARTA JUAN C.

## EN RESUMEN

### ✓ Las fases por las que pasa el suelo son;

- ▶ Desprendimiento.
- ▶ Transporte.
- ▶ Deposición.

SANTAMARTA JUAN C.

## ☀ EROSIÓN EN SURCOS

- ✓ La erosión laminar le sigue la erosión en surcos que abre pequeños canales, de algunos cm de profundidad, en zonas donde se produce la concentración de la escorrentía.

SANTAMARTA JUAN C.

## • EROSIÓN EN SURCOS

Foto ;  
Santamarta JC





## ☀ EROSIÓN EN CÁRCAVAS O BARRANCOS

- ✓ El aumento de la cantidad de agua en los surcos origina su profundización y ensanchamiento con dimensiones importantes que resultan difícil su solución técnica.

SANTAMARTA JUAN C.

## • CÁRCAVAS

Foto ;  
Santamarta JC





## 4. CONSERVACIÓN DE SUELOS

### OBJETIVOS

- ✓ Proteger al suelo del impacto de las gotas de lluvia.
- ✓ Incrementar la infiltración.
- ✓ Disminuir y manejar la escorrentía.
- ✓ Reducir caudales sólidos.

## • ARRASTRE DE MATERIAL EN BARRANCO

Foto :  
Santamarta JC



## ☀ ELEMENTOS

✓ Los elementos y técnicas que se tienen para la **conservación del suelo** desde el punto de vista de la ingeniería son;

- ▶ Hidrotecnias forestales , mediante diques de corrección.
- ▶ Correcciones longitudinales.
- ▶ Restauración hidrológico forestal.
- ▶ Recuperación de la agricultura tradicional.

## • CULTIVOS ATERRAZADOS (AGRICULTURA TRADICIONAL)

Foto :  
Santamarta JC



## ☀ CARACTERÍSTICAS DE LOS DIQUES

- ✓ **Corrección de los cauces torrenciales.**
- ✓ **Reducen la incorporación de una tasa importante de los materiales provenientes de laderas.**
- ✓ **Son parte de la restauración hidrológica forestal , complementan a las repoblaciones forestales.**
- ✓ **Son económicos.**

## CARACTERÍSTICAS DE LOS DIQUES

- ✓ **Fáciles de construir.**
- ✓ **Estables.**
- ✓ **Ayudan a la infiltración.**
- ✓ **Protegen embalses.**

SANTAMARTA JUAN C.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS DIQUES

- ✓ **Recuperan suelo y nutrientes.**
- ✓ **Laminan las crecidas .**
- ✓ **Vida útil de más de 50 años en función de la cuenca receptora.**

SANTAMARTA JUAN C.



## ☀ TIPOLOGÍA

- ✓ **Manposteria.**
- ✓ **Mamposteria gavionada.**
- ✓ **Hormigón.**
- ✓ **Piedra volcánica.**

SANTAMARTA JUAN C.

## • DIQUE DE GAVIONES

Foto ;  
Santamarta JC



## DIQUE DE CONSOLIDACIÓN

- ✓ Su principal efecto es **evitar fenómenos directos de la erosión del cauce y de las laderas.**
- ✓ **Comprende las siguientes fases;**
  - ▶ Retención.
  - ▶ Colmatación.
  - ▶ Laminación

SANTAMARTA JUAN C.

## DIQUE DE RETENIDA

- ✓ **Se destinan casi en su totalidad a retener el material sólido y laminar las puntas de avenida, esta obra también puede considerarse de consolidación.**

SANTAMARTA JUAN C.



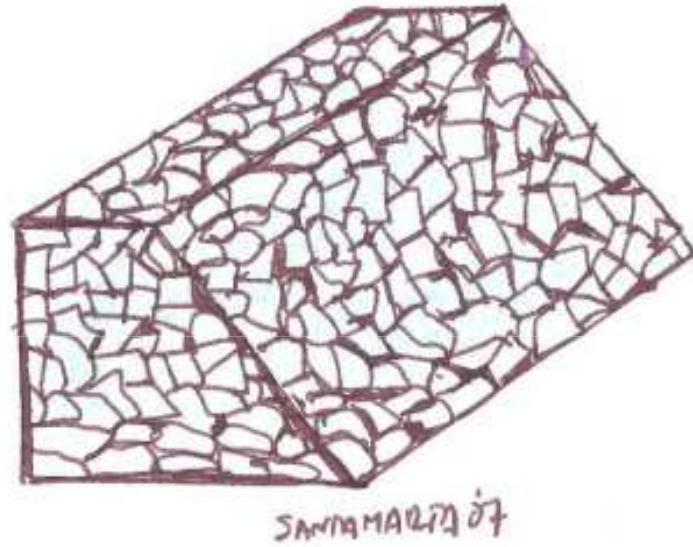
## • CONSTRUCCIÓN DE UN DIQUE



## 5. TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

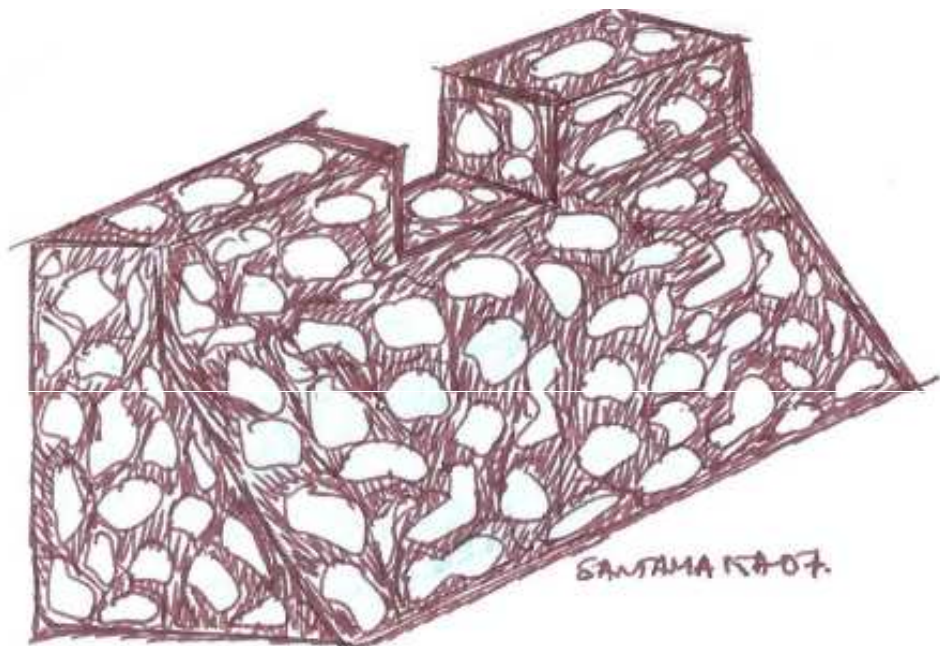
## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC



## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

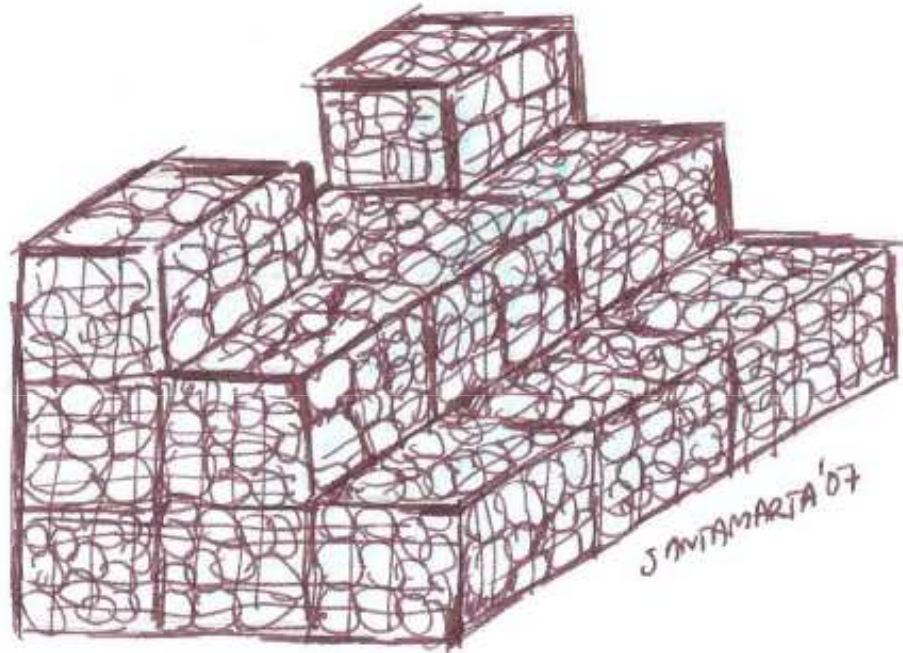
Foto :  
Santamarta JC





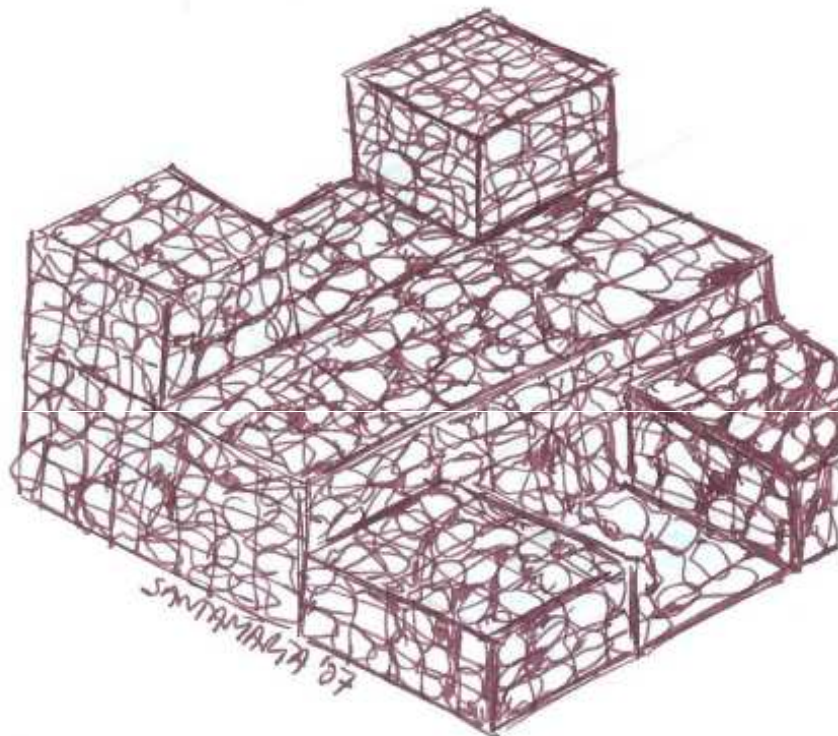
## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC



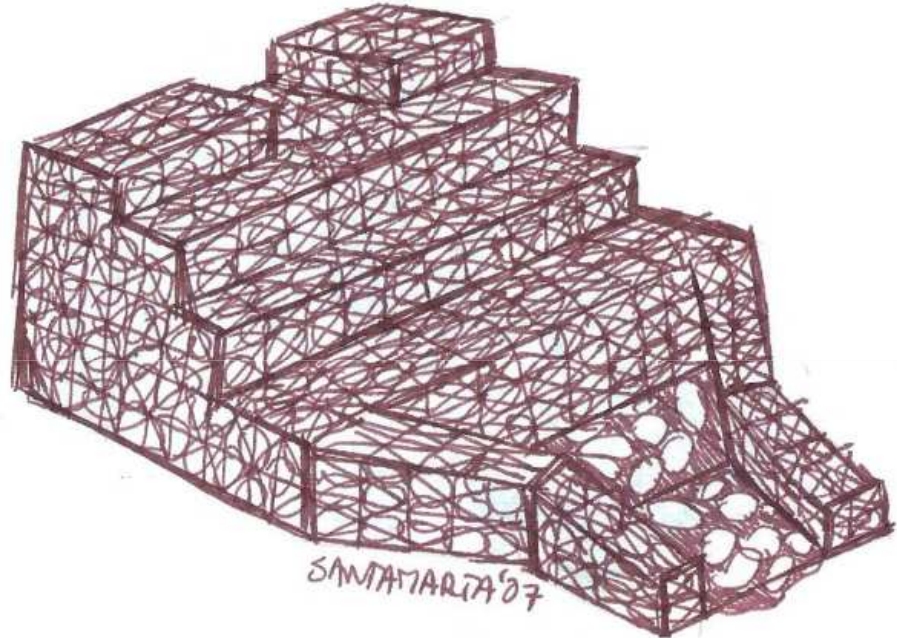
## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC



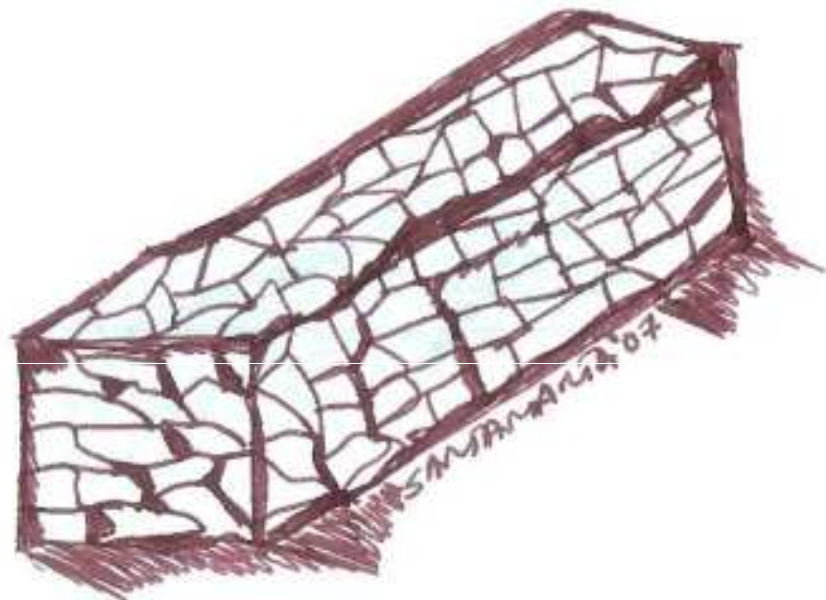
## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC



## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC





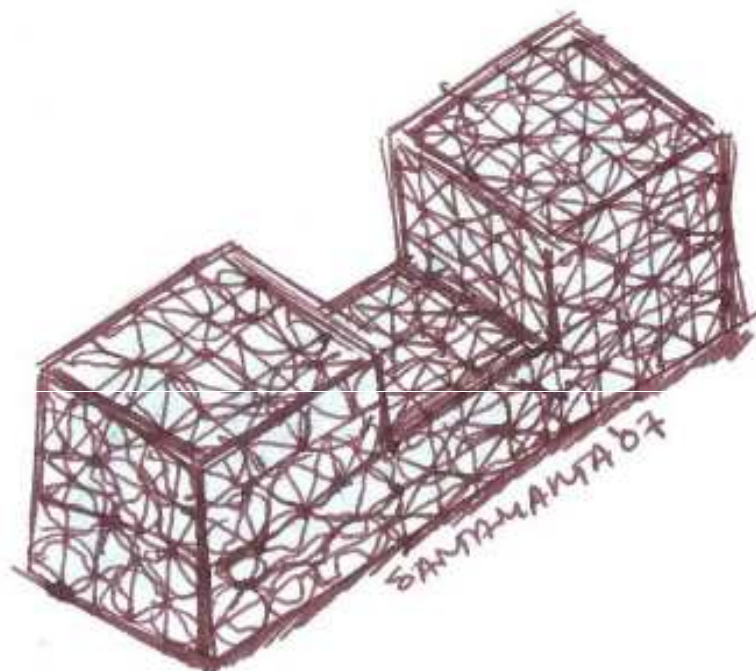
## • MURO RECTANGULAR EN FUERTEVENTURA

Foto :  
Santamarta JC



## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

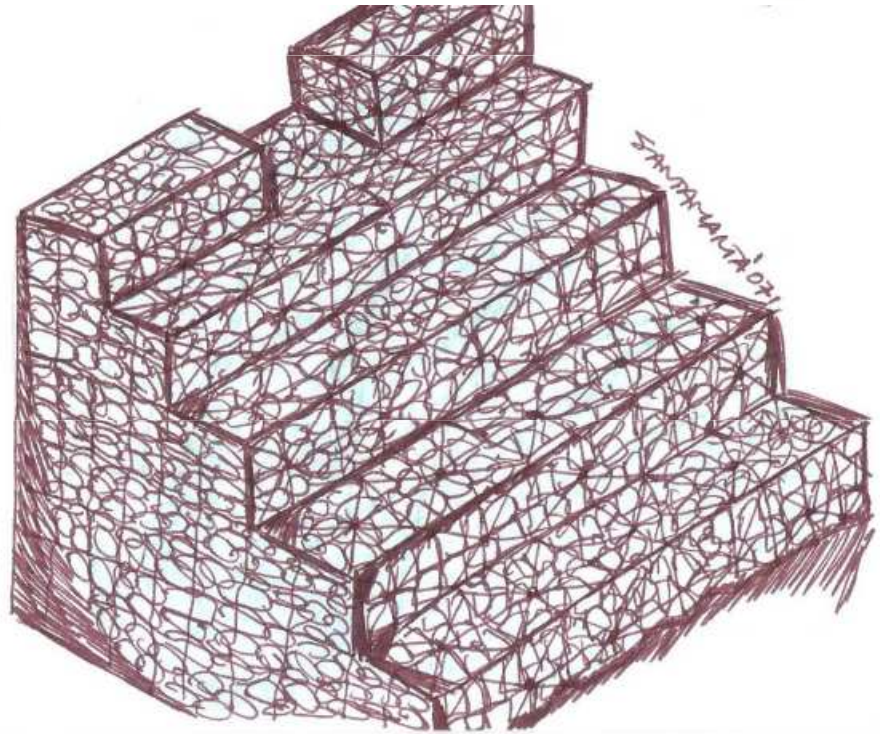
Foto :  
Santamarta JC





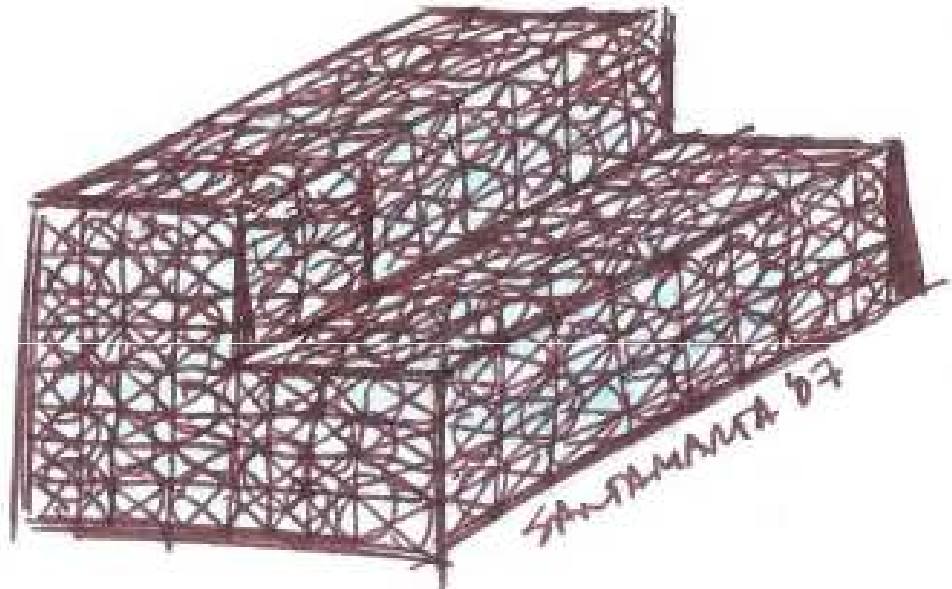
## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC



## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

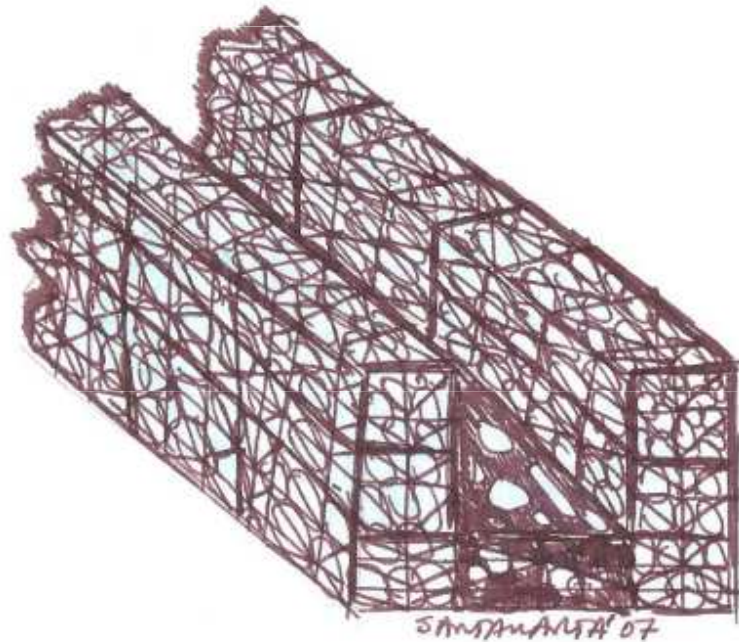
Foto :  
Santamarta JC





## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC



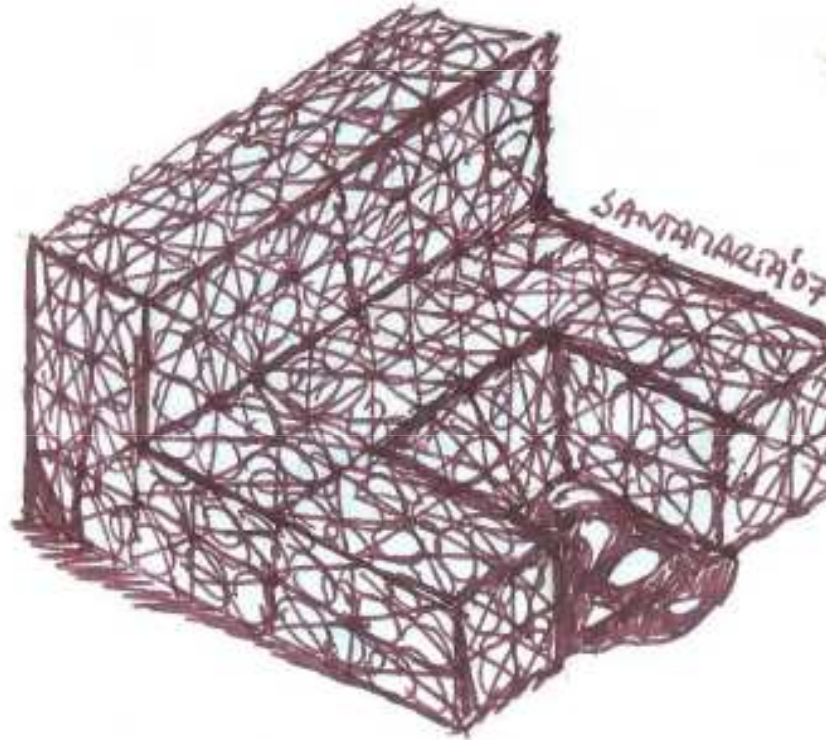
## • ENCAUZAMIENTO EN FUERTEVENTURA

Foto :  
Santamarta JC



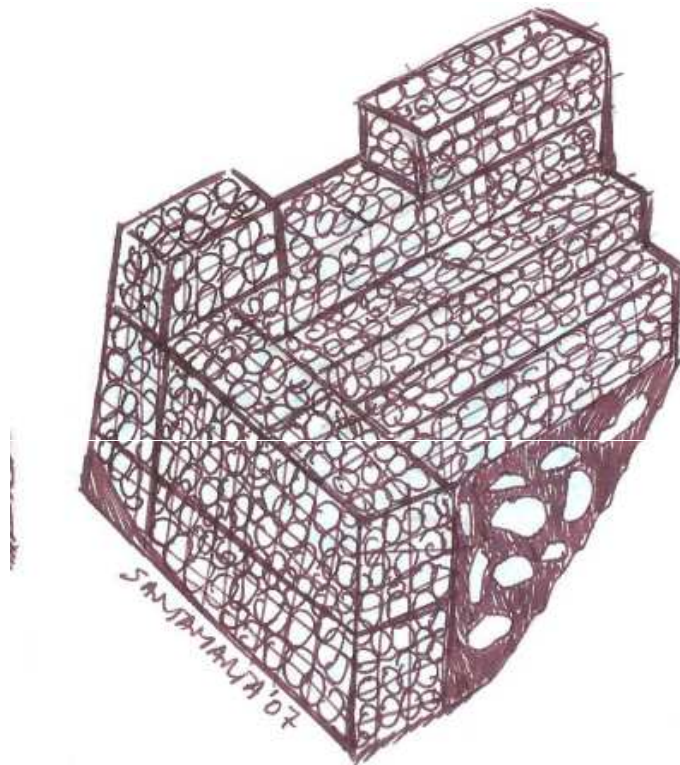
## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC



## • TIPOLOGÍAS DE DIQUES DE CORRECCIÓN TORRENCIAL

Foto :  
Santamarta JC





## 6.RESTAURACIONES HIDROLÓGICAS FORESTALES

### INTRODUCCIÓN

- ✓ Los diques de corrección torrencial retienen materiales **puntualmente** en el cauce.
- ✓ Pero deben estar acompañadas de otras **actuaciones** para ser efectivas , como las **restauraciones hidrológicas forestales**.

## EFECTO DE LA RESTAURACIÓN

- ✓ **Planes , trabajos , acciones para la conservación , defensa y recuperación de la estabilidad de los suelos.**
- ✓ **Regulación de las escorrentías.**
- ✓ **Consolidación de los cauces de barrancos.**

SANTAMARTA JUAN C.

## EFECTOS DE LA RESTAURACIÓN

- ✓ **Contención de sedimentos.**
- ✓ **Defensa del suelo contra la erosión.**

SANTAMARTA JUAN C.



## ☀ FACTORES DEL SISTEMA CUENCA

- ▶ Suelo
- ▶ Vegetación
- ▶ Clima
- ▶ Relieve

✓ **Sólo podemos actuar en los dos primeros, mediante la restauración hidrológica forestal.**

SANTAMARTA JUAN C.

## • EFECTO DE LAS RAICES

Foto :  
Santamarta JC



## IMPORTANCIA DE REPOBLAR LAS CUENCAS

- ✓ **Protección y mejora del suelo.**
- ✓ **Aumento de capacidad de retención del agua.**
- ✓ **Regula la escorrentía.**
- ✓ **Controlan la erosión.**

SANTAMARTA JUAN C.

## IMPORTANCIA DE REPOBLAR LAS CUENCAS

- ✓ **Fijan el suelo.**
- ✓ **Protección de infraestructuras y cultivos.**
- ✓ **Aumento de la infiltración por la raíces.**

SANTAMARTA JUAN C.

# 7. ALGUNAS CÁTENAS DE VEGETACIÓN EN RESTAURACIONES REALIZADAS EN CANARIAS

## • REPOBLACIÓN EN EL GUSANO GRAN CANARIA

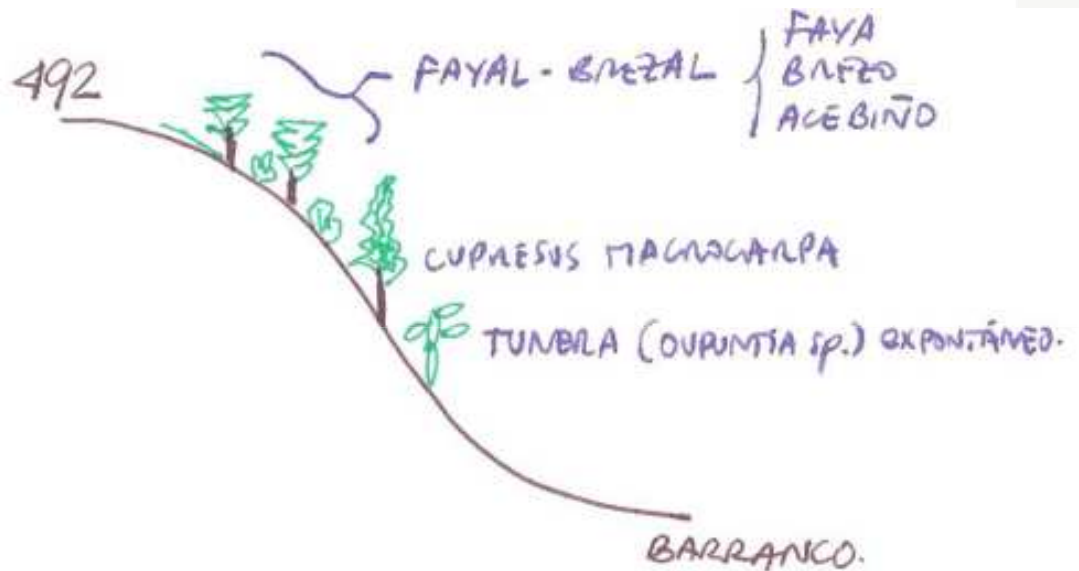
Foto :  
Santamarta JC





## • REPOBLACIÓN SANTA CRISTINA I

Foto :  
Santamarta JC



## • REPOBLACIÓN EN GRAN CANARIA

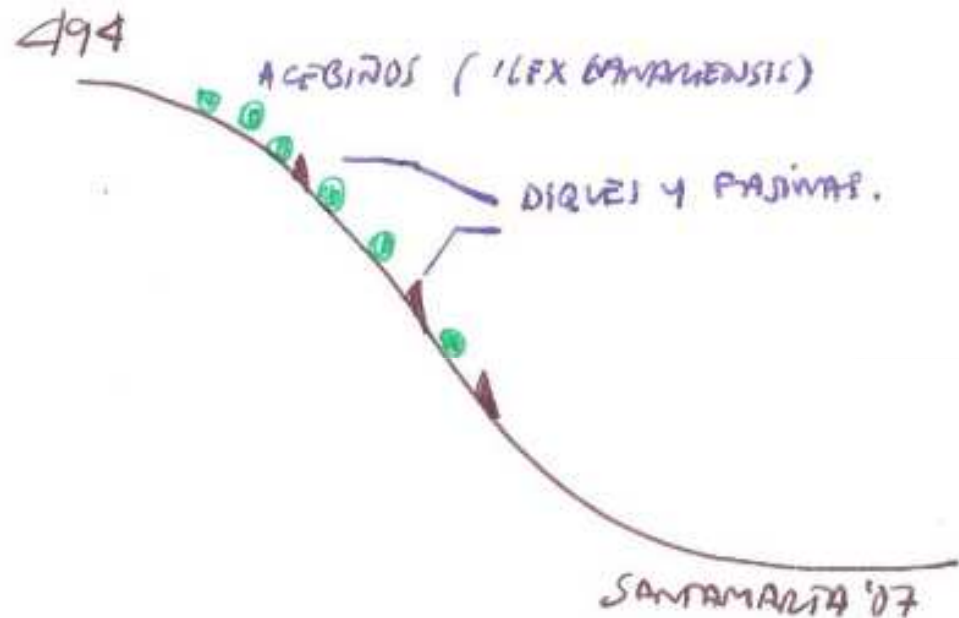
Foto :  
Santamarta JC





## • REPOBLACIÓN SANTA CRISTINA II

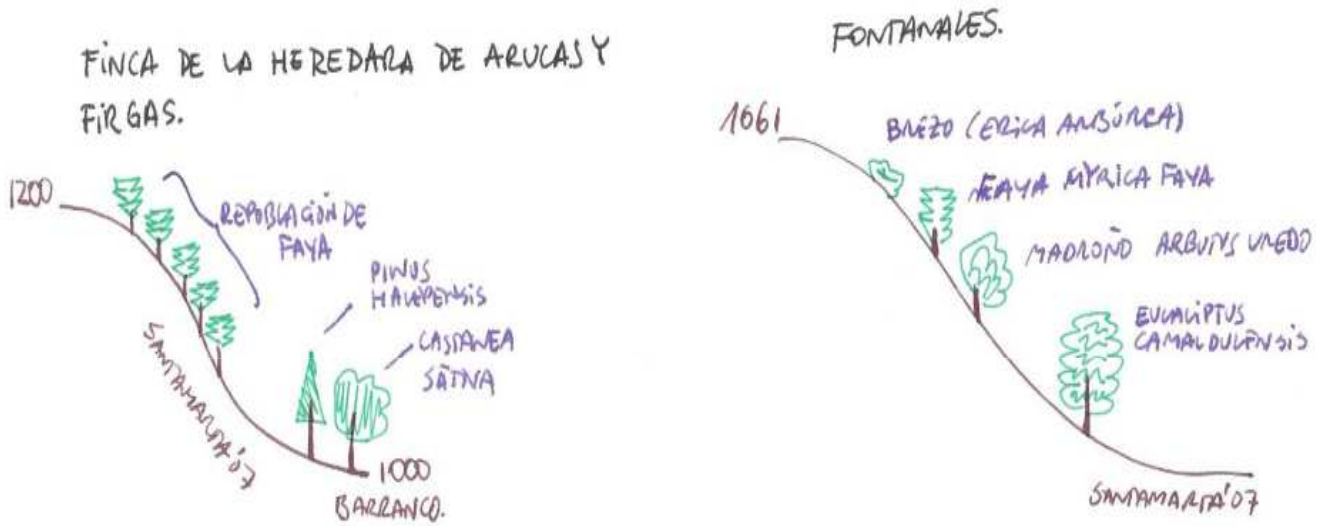
Foto:  
Santamarta JC



## ☀️ REPOBLACIÓN DE BARRERAS VERDES

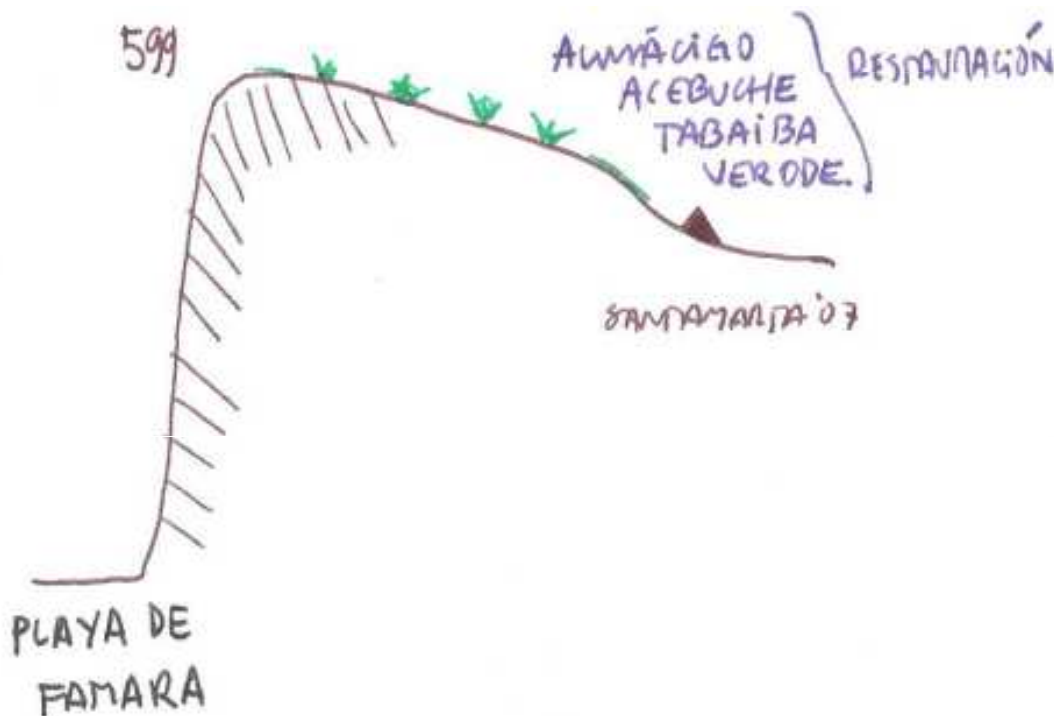


## ☀️ REPOBLACIONES ARUCAS Y FIRGAS



SANTAMARTA JUAN C.

## ☀️ REPOBLACIONES EN FAMARA LANZAROTE



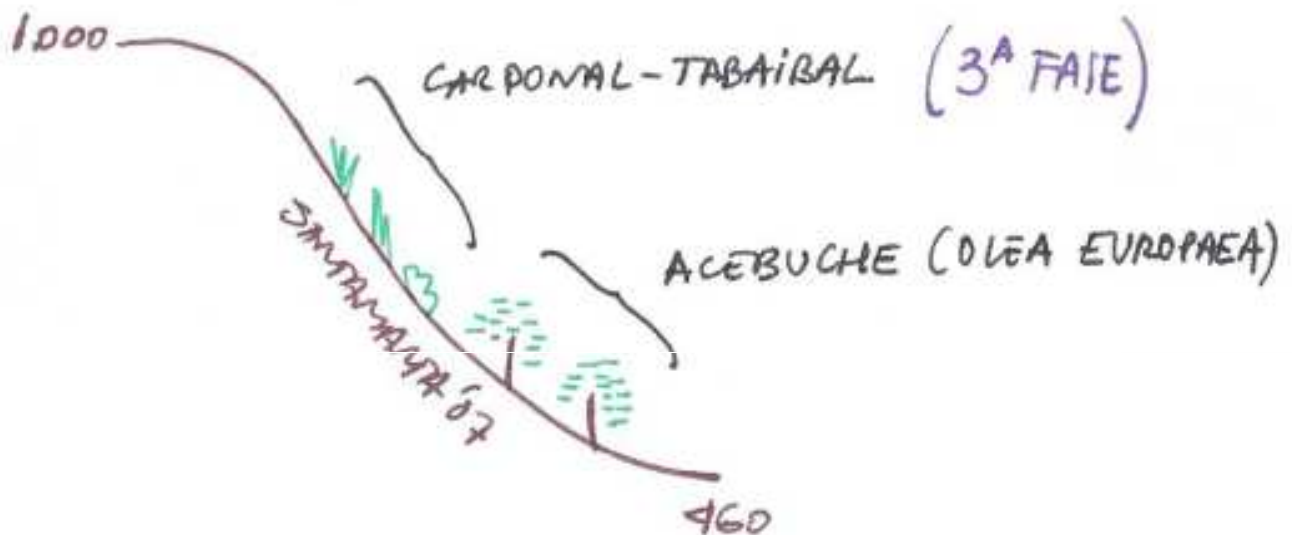
SANTAMARTA JUAN C.

## • RESTAURACIÓN EN LANZAROTE (FAMARA)

Foto :  
Santamarta JC



## ☀️ REPOBLACIONES EN BETANCURIA I FUERTEVENTURA





## • RESTAURACIÓN EN BETANCURIA FUERTEVENTURA

Foto :  
Santamarta JC



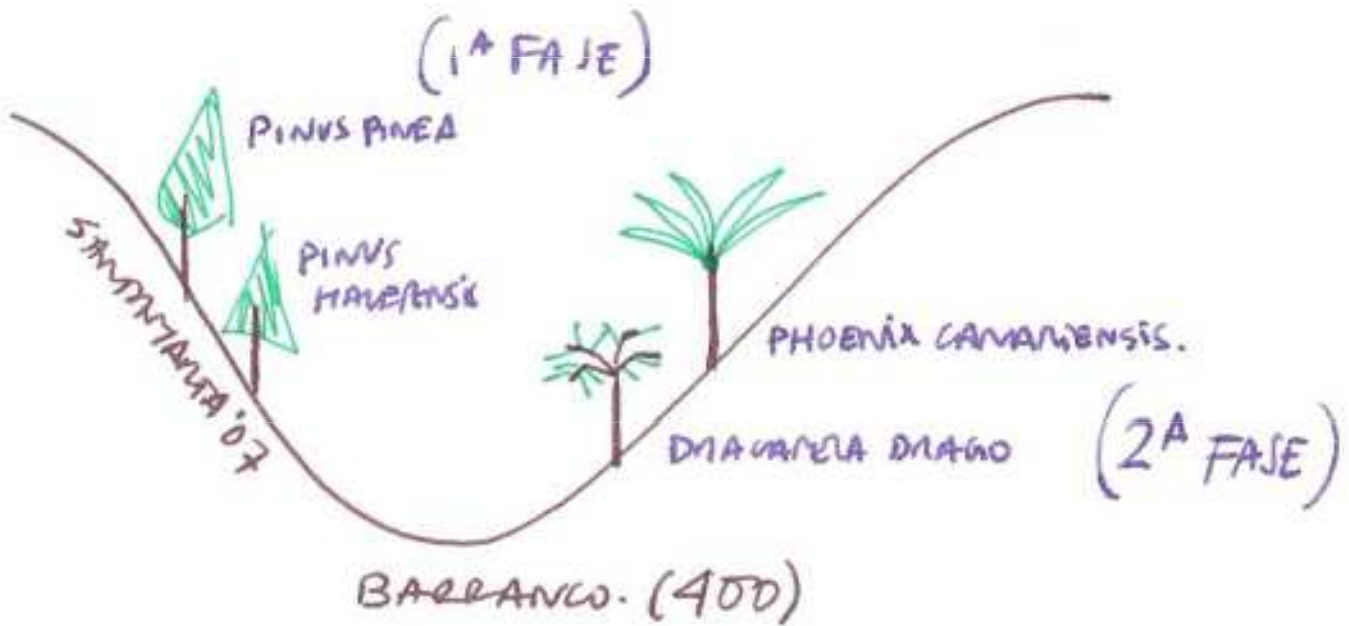
## • RESTAURACIÓN EN BETANCURIA FUERTEVENTURA

Foto :  
Santamarta JC





# ☀ REPOBLACIONES EN BETANCURIA II FUERTEVENTURA



SANTAMARTA JUAN C.

## LICENCIA Y MÁS INFORMACIÓN

## CITAR ESTE CURSO /CITE THIS COURSE

- ✓ **Santamarta Cerezal , Juan Carlos,Hernández Gutierrez Luis Enrique,Rodriguez Losada Jose Antonio.Ingeniería geológica y geotécnica en medios volcánicos. Otoño 2011.(Universidad de La Laguna). <http://ocw.ull.es/> (fecha de acceso). License: Creative Commons BY-NC-SA.**

SANTAMARTA JUAN C.

## LICENCIA/LICENCE

- ✓ **Para más información sobre el uso de estos materiales y la licencia Creative Commons, consulta nuestros Terminos de uso**
- ✓ **For more information about using these materials and the Creative Commons license, see our Terminos de uso.**

SANTAMARTA JUAN C.

## PARA MÁS INFORMACIÓN

[jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

<http://webpages.ull.es/users/jcsanta/>

<http://hidrogeotecnicas.blogspot.com/>

# INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS

## Tema 6 ; Geotecnia ambiental II Introducción a la estabilidad de taludes y laderas

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Ingeniero de Montes e ITOP  
Doctor en Ingeniería por la UPM  
(ETSICCP, Hidráulica y Energética)



2

# CONTENIDOS



## CONTENIDOS

- ✓ **1.Introducción.**
- ✓ **2.Fallo e inestabilidad en taludes y laderas.**
- ✓ **3.Problemas en laderas en terrenos volcánicos.**
- ✓ **4.Soluciones técnicas.**

SANTAMARTA JUAN C.

## DESARROLLO DE CONTENIDOS

## • DESPRENDIMIENTOS



## 1. INTRODUCCIÓN



## CONCEPTO

- ✓ La estabilidad de taludes es la teoría que estudia la **estabilidad** o posible **inestabilidad** de un talud a la hora de realizar un proyecto, o llevar a cabo una obra de construcción de ingeniería civil, siendo un aspecto directamente relacionado con la **geotecnia**.

SANTAMARTA JUAN C.

## INTRODUCCIÓN

- ✓ Los **taludes** , son una de las estructuras de la ingeniería , que exigen mayor cuidado por parte de el proyectista.

SANTAMARTA JUAN C.

 LADERA

- ✓ La ladera se identifica con la superficie del terreno natural , que no ha sido modificada antrópicamente , puede tener vegetación o no.

SANTAMARTA JUAN C.

 TALUD

- ✓ El talud es una superficie del terreno con cierta inclinación que ha sido realizada artificialmente por medios mecánicos.
- ✓ Puede esta plantada o no.

SANTAMARTA JUAN C.



## • LADERA

Foto :  
Santamarta JC



## • TALUD

Foto :  
Santamarta JC





## LADERAS

- ✓ La ladera está influenciada por la pendiente , la gravedad , las lluvias , el material de formación.
- ✓ Puede estar modificada por movimientos en masa ladera abajo.

SANTAMARTA JUAN C.

## • LINEA DE CORTE DE LA LADERA

Foto ;  
Santamarta JC



## 2. FALLO E INESTABILIDAD EN TALUDES Y LADERAS

### PROBLEMAS EN TALUDES

- ✓ **Razones geológicas:** laderas posiblemente inestables, orografía, heterogeneidad de materiales, grado de meteorización, etc.
- ✓ **Variación del nivel freático:** situaciones temporales o acciones antrópicas.
- ✓ **Obras de ingeniería:** rellenos o excavaciones tanto de obra civil, como de minería.

## TIPO DE FALLOS EN TALUDES

- ✓ a) Caída (“Falls”).
- ✓ b) Vuelco (“Topple”).
- ✓ c) Deslizamiento (“Slides”).
- ✓ d) Escurrimiento (“Spread”).
- ✓ e) Flujo (“Flow”).

SANTAMARTA JUAN C.



## TIPOS DE DESLIZAMIENTO

- ✓ Superficiales.
- ✓ Rotacionales.
- ✓ Traslacionales.

SANTAMARTA JUAN C.



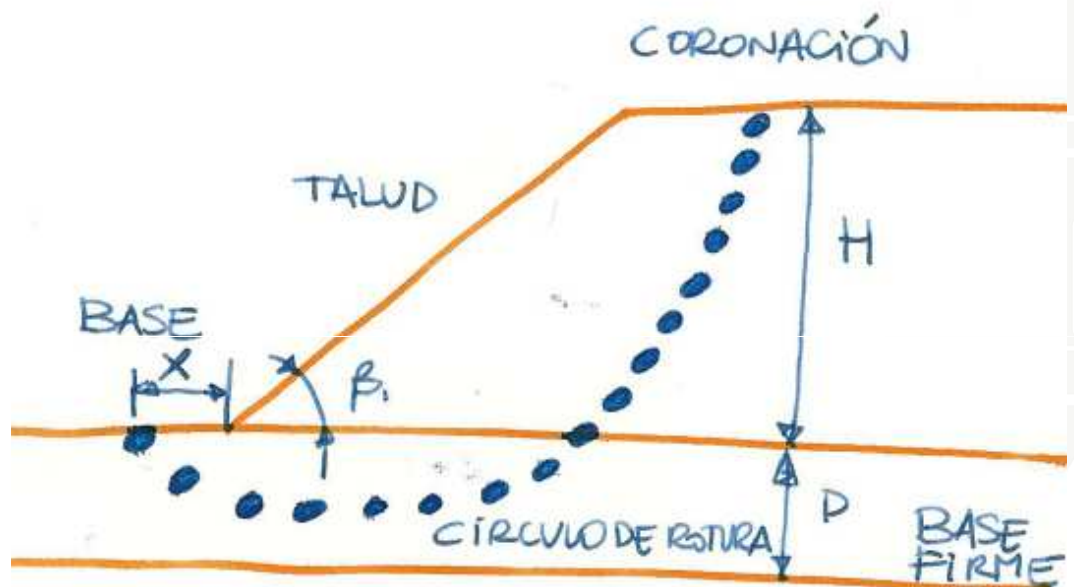


## ☀ TIPOS DE ROTURAS

- ✓ Rotura por talud.
- ✓ Rotura por pie.
- ✓ Rotura por la base.

SANTAMARTA JUAN C.

## • ESQUEMA DEL TALUD

Foto ;  
Santamarta JC

## CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA

- ✓ **Determinar las características geotécnicas del macizo rocoso**
- ✓ **Descripción detallada de la(s) formaciones geológicas presentes**
  - ▶ **Estructura**
  - ▶ **Grado de meteorización**

SANTAMARTA JUAN C.

## COEFICIENTE DE SEGURIDAD

- ✓ **Queda definido por la relación entre la resistencia al corte (determinada en un laboratorio) del terreno y la necesaria (mínima) para mantener el equilibrio del talud.**

SANTAMARTA JUAN C.

# 3.PROBLEMAS EN LADERAS EN TERRENOS VOLCÁNICOS

## SINGULARIDADES EN CANARIAS

- ✓ Los materiales son muy heterogeneos.
- ✓ Favorecen la erosión.
- ✓ Elevadas pendientes.
- ✓ Abrupta morfología
- ✓ Régimen torrencial de lluvias.

 **ESPECIALMENTE**

- ✓ Rocas basálticas muy fracturadas.
- ✓ Elevada meteorización.
- ✓ Escorias de coladas con cavidades y huecos.
- ✓ Piroclásticos no cohesivos.

SANTAMARTA JUAN C.

- **DESPRENDIMIENTOS SUPERFICIALES DE CANCHALES EN FRONTERA EL HIERRO.**

Foto ;  
Santamarta JC





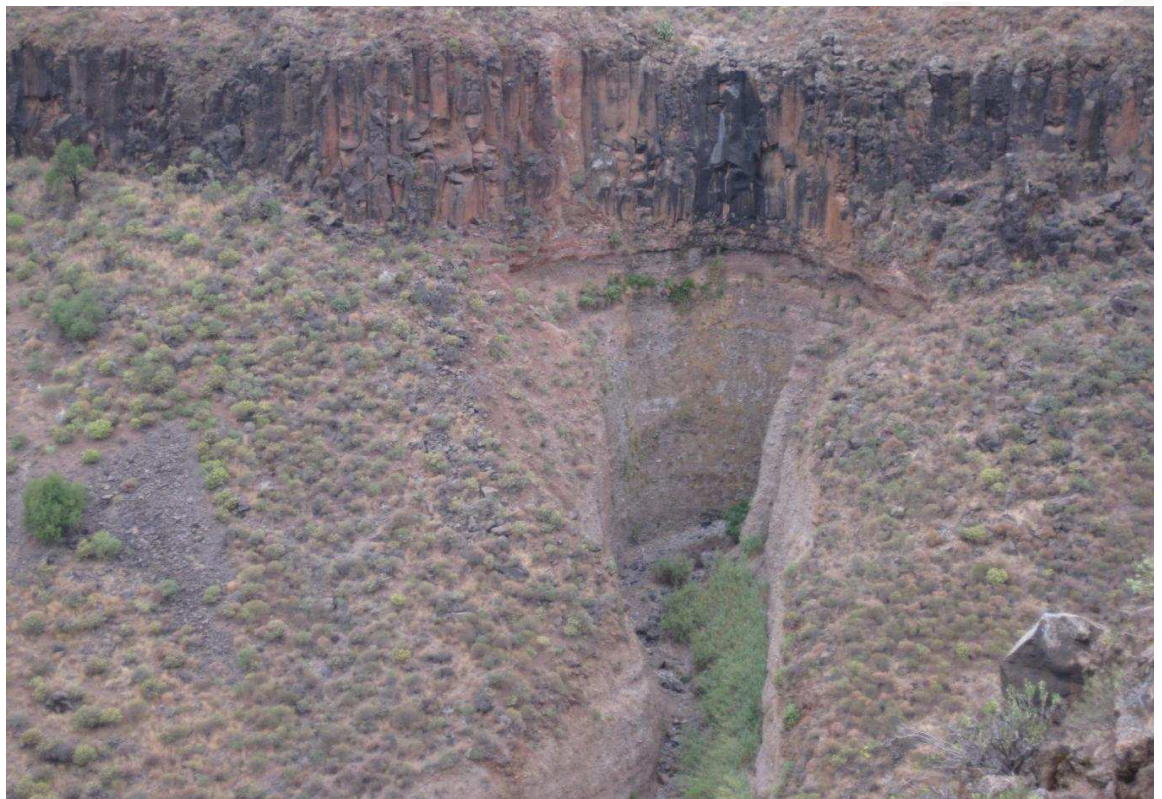
## ☀ SINGULARIDADES DEL MATERIAL

- ✓ Sucesión de materiales de distinta resistencia.
- ✓ Fácil erosión de niveles blandos o sueltos.
- ✓ Esto genera una **erosión diferencial**.

SANTAMARTA JUAN C.

## • CÁRCAVA – EROSIÓN DIFERENCIAL

Foto :  
Santamarta JC



## ☀ ASPECTOS AMBIENTALES EN LAS ISLAS

- ✓ Oleaje , erosión en acantilados.
- ✓ Viento , en costa expuesta , movimiento de material.
- ✓ Vegetación fracturación de rocas.
- ✓ Ganadería caprina. Movimiento de materiales en laderas.

SANTAMARTA JUAN C.

## • DESLIZAMIENTO EN BLOQUES

Foto ;  
Santamarta JC





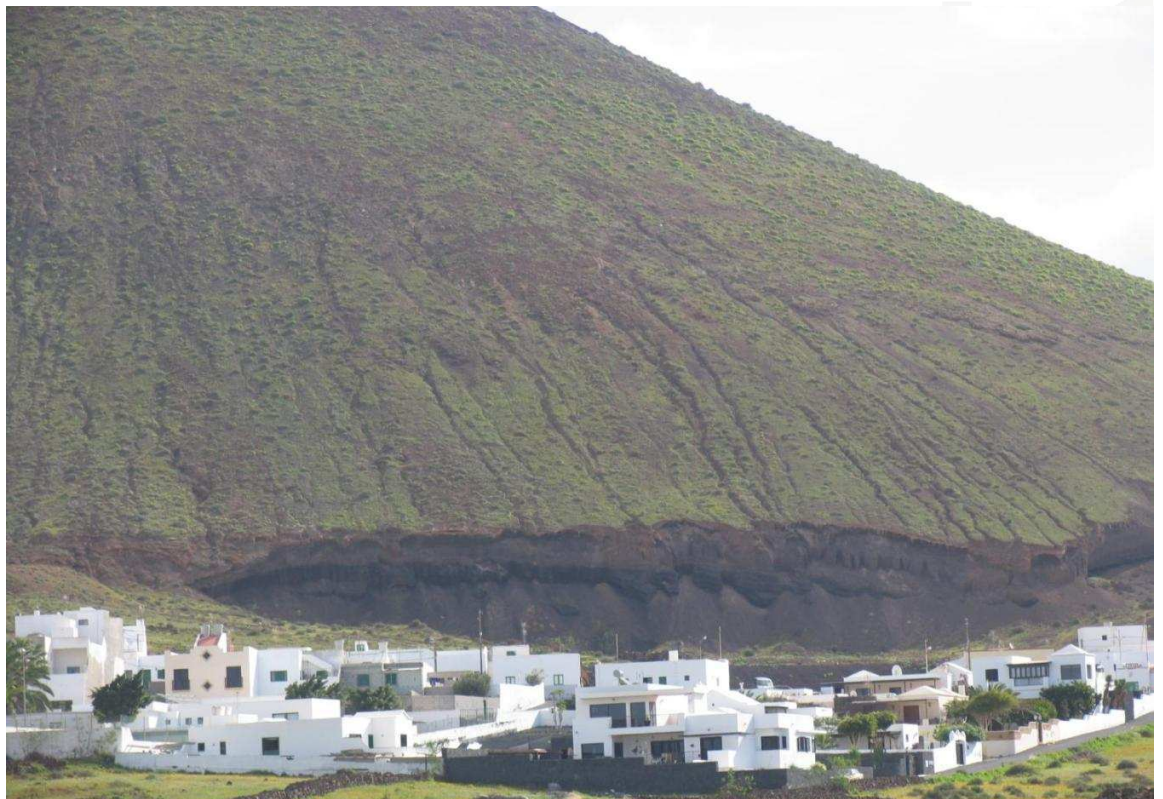
## ☀️ INESTABILIDADES

- ✓ Deslizamientos de ladera.
- ✓ Desprendimientos de roca.
- ✓ Material arrastrado por escorrentía de las lluvias.

SANTAMARTA JUAN C.

## • DESLIZAMIENTO DE LADERA CERCA DE POBLACIÓN

Foto ;  
Santamarta JC



# 4. SOLUCIONES TÉCNICAS

## SOLUCIONES 1

✓ **Modificación de la geometría de los taludes.**

▶ **Costes elevados.**

▶ **Alto impacto.**

✓ **Hormigón gunitado.**



## SOLUCIONES 2

✓ **Bulonado de la superficie del talud.**

✓ **Muros de contención.**

▶ Piedra.

▶ Gaviones.

▶ Hormigón

SANTAMARTA JUAN C.

## • MUROS DE CONTENCIÓN

Foto ;  
Santamarta JC



## • MUROS DE CONTENCIÓN DE GAVIONES

Foto :  
Santamarta JC



## ☀️ SOLUCIONES 3

✓ **Mallas metálicas.**

✓ **Falsos túneles.**

✓ **Barreras.**

▶ **Estáticas.**

▶ **Dinámicas.**



## • BARRERAS

Foto :  
Santamarta JC



## • FALSO TÚNEL

Foto :  
Santamarta JC





## • MALLA

Foto :  
Santamarta JC



# LICENCIA Y MÁS INFORMACIÓN





## CITAR ESTE CURSO /CITE THIS COURSE

- ✓ **Santamarta Cerezal , Juan Carlos,Hernández Gutierrez Luis Enrique,Rodriguez Losada Jose Antonio.Ingeniería geológica y geotécnica en medios volcánicos. Otoño 2011.(Universidad de La Laguna). <http://ocw.ull.es/> (fecha de acceso). License: Creative Commons BY-NC-SA.**

SANTAMARTA JUAN C.

## LICENCIA/LICENCE

- ✓ **Para más información sobre el uso de estos materiales y la licencia Creative Commons, consulta nuestros Terminos de uso**
- ✓ **For more information about using these materials and the Creative Commons license, see our Terminos de uso.**

SANTAMARTA JUAN C.

 PARA MÁS INFORMACIÓN

[jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

<http://webpages.ull.es/users/jcsanta/>

<http://hidrogeotecnicas.blogspot.com/>

# INGENIERÍA GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN MEDIOS VOLCÁNICOS

## Tema 7 ; Geotecnia ambiental II; Vertederos

Juan Carlos Santamarta Cerezal  
Ingeniero de Montes e ITOP  
Doctor en Ingeniería por la UPM  
(ETSICCP, Hidráulica y Energética)

**ULL** | Universidad  
de La Laguna

 **eici**  
Escuela de Ingeniería  
Civil e Industrial

2

# CONTENIDOS

## CONTENIDOS

- ✓ **1. Introducción a la geotecnia ambiental.**
- ✓ **2. Vertederos.**
- ✓ **3. Análisis del relleno sanitario.**
- ✓ **4. Referencias y bibliografía.**

SANTAMARTA JUAN C.

## DESARROLLO DE CONTENIDOS



# 1. INTRODUCCIÓN A LA GEOTECNIA AMBIENTAL

## DEFINICIÓN

✓ **Conjunto de técnicas , métodos y conocimientos geológicos aplicados, destinados a dar respuesta a la gestión responsable de los recursos naturales, protección del medio ambiente y uso racional del territorio “**

**(INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO DE  
ESPAÑA)**

## ACTIVIDADES DE LA GEOTECNIA AMBIENTAL

- ✓ **Erosión de materiales pétreos empleados en recubrimientos por cambios ambientales, como viento, humedad, etc.**
- ✓ **Problemas de estabilidad de depósitos de residuos mineros y taludes.**
- ✓ **Diseño, construcción y operación de rellenos de vertederos.**

SANTAMARTA JUAN C.

## EROSIÓN

- ✓ **Erosión de las laderas naturales por flujos de aguas, precipitaciones, influencia de variaciones térmicas, acciones eólicas, etc.**
- ✓ **Erosión o inestabilidad de taludes de cortes ejecutados sobre laderas naturales**
- ✓ **Erosión de materiales pétreos empleados en recubrimientos por cambios ambientales como viento, humedad, etc.**

SANTAMARTA JUAN C.



## • EROSIÓN EN LADERAS

Foto :  
Santamarta JC



## • INESTABILIDAD EN LADERAS

Foto :  
Santamarta JC





## ☀️ PROBLEMAS EN MINERÍA

- ✓ Problemas de **estabilidad de depósitos de residuos mineros**.
- ✓ Estudio de **propiedades geotécnicas de residuos mineros** y su utilización en presas de materiales sueltos.
- ✓ **Aprovechamiento de cenizas volantes o escorias** como materia prima de caminos, terraplenes o rellenos.

SANTAMARTA JUAN C.

## • ESTABILIDAD DE RESIDUOS MINEROS

Foto :  
Santamarta JC





## 2. VERTEDEROS

### DEFINICIÓN

- ✓ Un **relleno sanitario o vertedero**, es una obra de ingeniería, en la que se emplean técnicas y maquinaria de movimiento de tierras para construir rellenos artificiales.
- ✓ Las características y heterogeneidad de estos residuos, **influyen** en el **comportamiento geotécnico** de estos **rellenos**.

## ☀ RELLENOS

- ✓ Los residuos sólidos empleados como material principal del relleno, tienen un elevado potencial contaminante que se refleja principalmente en la producción de **lixiviados y biogás**.

SANTAMARTA JUAN C.

## • VERTEDERO EN CANARIAS

Foto :  
Santamarta JC



## CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

- ✓ **Producción.**
- ✓ **Almacenamiento.**
- ✓ **Recogida.**
- ✓ **Transporte.**
- ✓ **Procesado.**

SANTAMARTA JUAN C.



## CICLO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

- ✓ **Disposición final**
  - ▶ **Vertido directo**
  - ▶ **Vertido mar**
  - ▶ **Incineración**
  - ▶ **Compostaje**
  - ▶ **Valorización**
  - ▶ **Envío a península**
- ✓ **Cierre y abandono**

SANTAMARTA JUAN C.



## RESIDUOS PELIGROSOS (SEGÚN CEE)

- ✓ **As, Cd, Be, Pb, Se, Te, Hg, Sb y sus compuestos.**
- ✓ **Compuestos de cobre solubles.**
- ✓ **Fenol, éteres, solventes orgánicos, hidrocarburos policíclicos aromáticos cancerígenos.**

SANTAMARTA JUAN C.

## RESIDUOS PELIGROSOS (SEGÚN CEE)

- ✓ **Isocianatos, cianuros orgánicos e inorgánicos.**
- ✓ **Biocidas y compuestos fito-farmacéuticos.**
- ✓ **Compuestos farmacéuticos.**
- ✓ **Polvo y fibras de asbesto.**

SANTAMARTA JUAN C.



## RESIDUOS PELIGROSOS (SEGÚN CEE)

- ✓ **Peróxidos, cloratos y percloratos.**
- ✓ **Carbonilos de metales.**
- ✓ **Ácidos y bases usados en el tratamiento de metales.**
- ✓ **Compuestos de cromo hexavalente.**

SANTAMARTA JUAN C.

## RESIDUOS PELIGROSOS (SEGÚN CEE)

- ✓ **Organohalogenados no inertes.**
- ✓ **Alquitranes.**
- ✓ **Materiales químicos de laboratorio no identificados o nuevos compuestos de efectos ambientales no conocidos.**

SANTAMARTA JUAN C.

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

✓ **Medioambientales.**

✓ **Económicos.**

✓ **Políticos.**

SANTAMARTA JUAN C.

## CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

✓ **Técnicos.**

▶ **Geotécnicos.**

- Calidad del suelo
- Estabilidad de taludes
- Existencia y calidad del suelo de cobertura

SANTAMARTA JUAN C.

## • EMPLAZAMIENTO VERTEDERO DE LA GOMERA

Foto :  
Google earth



## ☀ VERTEDEROS Y RECURSOS HÍDRICOS

- ✓ Uno de los problemas más sensibles a la hora de gestionar un vertedero en una isla volcánica, es la cuestión de la **permeabilidad del terreno**, característico de algunos materiales volcánicos, se debe asegurar, por ello, la completa impermeabilidad del relleno sanitario.

## VERTEDEROS Y RECURSOS HÍDRICOS

- ✓ **La incidencia real de los vertederos de residuos sobre las aguas subterráneas en Canarias no está bien cuantificado, al ser escasos los controles que se están llevando al efecto.**

SANTAMARTA JUAN C.

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO I

- ✓ **Movimiento de tierras.**
- ✓ **Construcción de taludes.**
- ✓ **Sistema de drenaje de lixiviados.**
- ✓ **Sistema de ventilación.**
- ✓ **Conducciones hidráulicas.**

SANTAMARTA JUAN C.



## • CONSTRUCCIÓN DE TALUDES

Foto :  
Santamarta JC



## ☀️ PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO II

- ✓ Sistema de impermeabilización.
- ✓ Anclajes de la lámina.
- ✓ Sistemas antiincendios.
- ✓ Sistemas de acceso.



## ☀️ RECOMENDACIONES SOBRE EL DISEÑO

- ✓ Previsiones sobre materiales a ser empleados como **cobertura**.
- ✓ Facilidad para su **excavación** y **disponibilidad de préstamos**.
- ✓ Calidad del **suelo de cobertura** y **Potencial de mejora del efecto sellante del subsuelo**

SANTAMARTA JUAN C.

## • ZONA DE PRÉSTAMO

Foto ;  
Santamarta JC



## ☀️ PROBLEMAS DE ESTABILIDAD DE LOS RESIDUOS

- ✓ Los residuos sólidos depositados, sufren grandes asentamientos con lo cual su volumen disminuye y por lo tanto la capacidad del relleno aumenta.
- ✓ Originados por sobrecargas, asentamientos del suelo de cimentación y biodegradación de los residuos (transformación de parte de la materia orgánica de estado sólido a líquido y luego gaseoso).
- ✓ La materia solubilizada deja vacíos que inducen asentamientos por colapso continuo.

SANTAMARTA JUAN C.

## • VISTA GENERAL VERTEDERO

Foto ;  
Santamarta JC





## 3. ANÁLISIS DEL RELLENO SANITARIO

### PARÁMETROS A ANALIZAR

- ✓ **Compresibilidad.**
- ✓ **Capacidad portante.**
- ✓ **Estabilidad de taludes.**
- ✓ **Lixiviados.**



# REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

### ✓ ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE LOS RELLENOS SANITARIOS

▶ Juan H. Palma , Raúl Espinace A.

▶ 2003

### ✓ GEOTECNIA AMBIENTAL EN RELLENOS SANITARIOS

▶ Noviembre 2003

▶ Raúl Espinace A.

# LICENCIA Y MÁS INFORMACIÓN

## CITAR ESTE CURSO /CITE THIS COURSE

- ✓ **Santamarta Cerezal , Juan Carlos,Hernández Gutierrez Luis Enrique,Rodriguez Losada Jose Antonio.***Ingeniería geológica y geotécnica en medios volcánicos. Otoño 2011.*(Universidad de La Laguna). <http://ocw.ull.es/> (fecha de acceso). License: Creative Commons BY-NC-SA.

## LICENCIA/LICENCE

- ✓ Para más información sobre el uso de estos materiales y la licencia Creative Commons, consulta nuestros Terminos de uso
- ✓ For more information about using these materials and the Creative Commons license, see our Terminos de uso.

SANTAMARTA JUAN C.

## PARA MÁS INFORMACIÓN

[jcsanta@ull.es](mailto:jcsanta@ull.es)

<http://webpages.ull.es/users/jcsanta/>

<http://hidrogeotecnicas.blogspot.com/>

SANTAMARTA JUAN C.