

# JORNADA DE PRESENTACIÓN DEL MANUAL DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BALSAS

## CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Madrid 18 de Mayo de 2.009



**José Manuel Martínez Santamaría**

**José Estaire Gepp**

**Aurea Perucho Martínez**

**Laboratorio de Geotecnia.CEDEX**

# ÍNDICE

1. Objetivos y alcance (\*)
2. Normativa de referencia (\*)
3. Estudios previos del terreno y de los materiales (G)
4. Estudios previos de carácter hidráulico
5. Criterios generales de diseño (\*)
6. Tipología del dique de cierre (\*)
7. Análisis de estabilidad (G)
8. Sistemas de impermeabilización
9. Recomendaciones constructivas generales (\*)
10. Control de la seguridad durante la explotación
11. Criterios generales de mantenimiento. Patologías
12. Bibliografía (\*)

Anejos

Nota: (G): Geotecnia      (\*): Geotecnia y otros

## CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

A efectos del manual se considera que las balsas están constituidas, de forma general, por un dique de cierre ejecutado mediante estructuras de tierra (rellenos), realizadas, fundamentalmente, con materiales procedentes de las excavaciones necesarias para su construcción, que actúan como elemento de contención de agua, y por el vaso de la balsa, constituido por la zona de almacenamiento de agua, que incluye las posibles zonas de ladera y desmonte.

### Aspectos a considerar

#### Dique de cierre:

- Cimentación
- Cuerpo de dique

#### Vaso de la balsa:



# CIMENTACIÓN DEL DIQUE DE CIERRE

Es la parte del dique que queda por debajo de la superficie natural del terreno ( como mínimo 1 m)

Se debe asegurar:

- Capacidad portante y resistencia al deslizamiento
- Deformabilidad: Movimientos admisibles
- Garantizar la estanqueidad: Rastrillo o zanja de impermeabilización

Balsas con elementos externos en el vaso

Eliminar elementos naturales o artificiales: Tierra vegetal (M.O. > 1 %), troncos, elementos antrópicos etc.

No válidos (salvo estudio):

- Suelos blandos: N (SPT o P. continua > 10)
- Suelos o rocas solubles (yesíferos, calizos)
- Suelos antrópicos



# DIQUE DE CIERRE

De forma general, hecho con material procedente de las excavaciones

Requisitos: Estabilidad, Integridad e Impermeabilidad

Estabilidad: Análisis de estabilidad (Capítulo 7)

Solicitaciones:

- Agua
- Presión intersticial
- Sismo

Integridad:

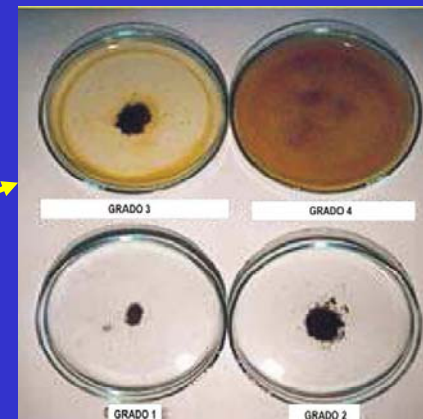
- Erosión interna:

Dispersabilidad:

Ensayo Crumb Test: Detalle ejecución Anejo 2.e

Si dispersivo (Grados 3 y 4) no se debe utilizar el material

Si dispersabilidad intermedia (Grado 2) : Hacer ensayos (Doble hidrómetro, Pin Hole, SAR, ESP)



- Erosión externa:

Deterioro progresivo de los materiales aflorantes en los taludes

- Talud exterior:

Inclemencias meteorológicas

Protección: Vegetación se indica como la mejor solución

- Talud interior:

Efecto del oleaje

Elemento de protección (capítulo 6): Rip-rap (capa granular u otros elementos que rompan el oleaje)

Desbordamiento por coronación:

Resguardo (apartado 6.2.4.3)

Resguardo Normal:  $R_N$  (m)

Resguardo Mínimo:  $R_m$  (m)

Impermeabilidad: Tipología (Capítulo 6)



## VASO DE LA BALSA

Debe ser impermeable

- Bien por serlo el propio terreno
- O por colocación de elementos impermeables:  
Arcilla  
Geosintéticos (Exige base soporte de la impermeabilización)



Drenaje: Analizar la necesidad de colocar en laderas del vaso  
Fondo de vaso: En función situación Nivel Freático

Estabilidad laderas del vaso:

Orientativo: En suelo 3H:2V a 1H:1V  
En roca 1H:1V a 1H:2V

Cálculo: Capítulo 7



Sí se colocan elementos de impermeabilización: habitual similares a los colocados en el dique de cierre

## DRENAJE

- Básico para la seguridad de la balsa
- Bajo geomembranas: drenaje de agua y en su caso gas
- Diseño con situación pésima del Nivel freático
- Diseñar en función de caudal de filtración. Posible criterio caudal asociado a un descenso de nivel de 5-10 mm/hora cuando vaso lleno
- Controlar caudal de salida y turbidez
- Sectorizar el vaso (mínimo dos):

### Fondo de vaso

- Manto drenante; Espina de pez

### Talud interior

- Dren perimetral en el pie talud interior

Como criterio general:

Cunetas de coronación + pendiente (2%)

Cuneta pie talud exterior

