



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

JORNADA DE PRESENTACION DEL MANUAL DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BALSAS





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

➤ Inicio de la obra:

- Replanteo topográfico
- Instalaciones provisionales
- Caminos de acceso y acceso al vaso
 - Definir una buena red de caminos y accesos
 - Buen trazado y plataforma adecuada
 - Dimensiones para el cruce de vehículos y velocidad requerida
 - Equipo de mantenimiento
- Reposición de servicios

9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

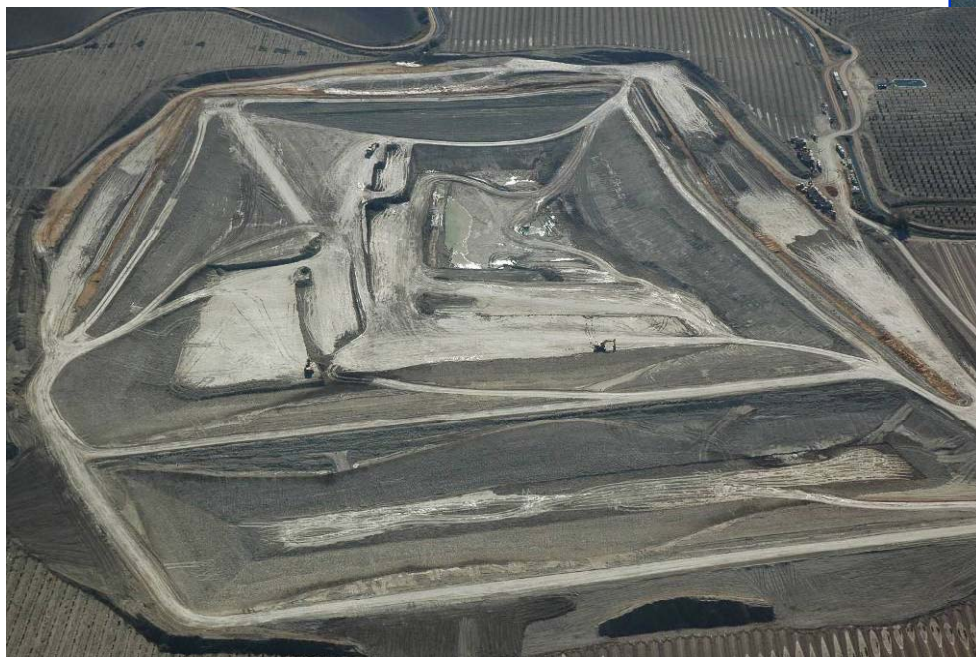
Instalaciones.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Caminos de acceso.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

➤ Movimientos de tierras

- Desbroce y saneo del terreno
- Excavaciones y desmontes
- Formación de terraplenes para los diques de cierre
- Coronación
- Drenajes
- Impermeabilización de taludes interiores
- Protección de taludes exteriores

9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Saneamiento y excavaciones.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS:

- La maquinaria de excavación, carga y transporte de los diferentes materiales marca los rendimientos y plazos de la obra.
- El equipo es diferente para cada material (arcillas, gravas, escolleras, etc.).
- El número de equipos debe ajustarse a los ritmos que se hayan programado para la ejecución en un determinado plazo de tiempo.
- La máquina de carga es la que determina la capacidad de colocación. Nunca debe estar parada.
- Es aconsejable una capacidad de carga y transporte de un 25% más del necesario.
- La maquinaria de compactación normalmente va sobrada de rendimiento.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

TERRAPLENES:

- La maquinaria a emplear normalmente en terraplenes es:
 - extendedoras (bulldozers)
 - compactadoras de rodillo liso / vibrante (gravas, escolleras, filtros y drenes)
 - compactadoras “pata de cabra” (arcillas)
- Se construyen tongadas horizontales.
- El espesor de las tongadas debe ser el “apropiado” para la compactación de cada material.
- La superficie, después del extendido, debe quedar lo más uniforme y horizontal posible, para facilitar la compactación posterior.
- Es importante el riego del material para obtener el contenido óptimo de humedad.
- La climatología influye en la organización y métodos de puesta en obra.
- Es fundamental la organización de movimientos de la maquinaria.

9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Excavaciones y
desmontes.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Carga del material con pala
cargadora.



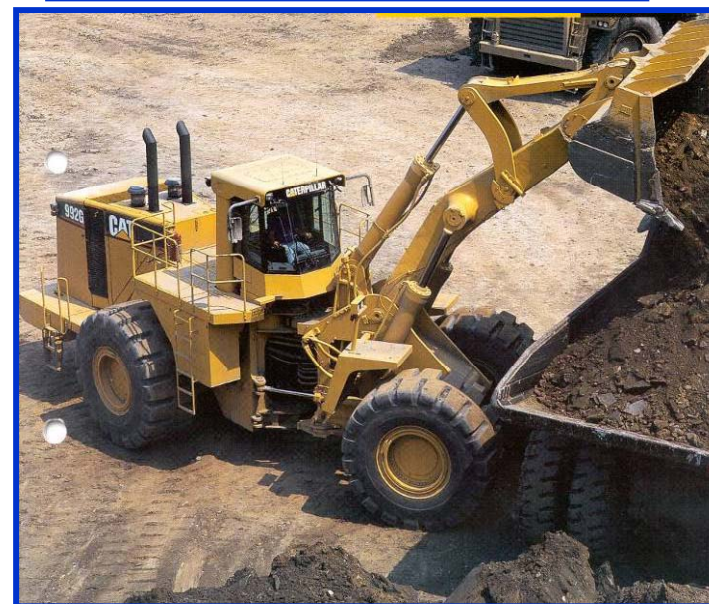
Carga del material con
retroexcavadora.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Carga del material.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Transporte del material con
camión.



Transporte del material con
mototrailla.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Transporte del material con camión.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Extendido del material.



Riego del material extendido.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Colocación de arcilla: compactado
con pata de cabra.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Compactado con rodillo liso





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Rendimientos de la maquinaria utilizada en la construcción de balsas:

- | | |
|--|----------------------------|
| ▪ Retro-excavadora en terrenos duros: | 125 m3/hora |
| ▪ Retro-excavadora en terrenos sueltos: | 200 m3/hora |
| ▪ Bulldozer excavando en terrenos duros: | 300 m3/hora |
| ▪ Pala cargadora: | 250 m3/hora |
| ▪ Rodillo compactador: | 100 m3/hora |
| ▪ Camión y mototrailla: | en función de la distancia |
| ▪ Cuba de agua | |

9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Coronación.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Red de drenaje.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Colocación del dren.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Colocación del geotextil y la lámina.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Impermeabilización con arcilla.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Protección de taludes
exteriores: escollera.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Protección de taludes
exteriores: hidrosiembra.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

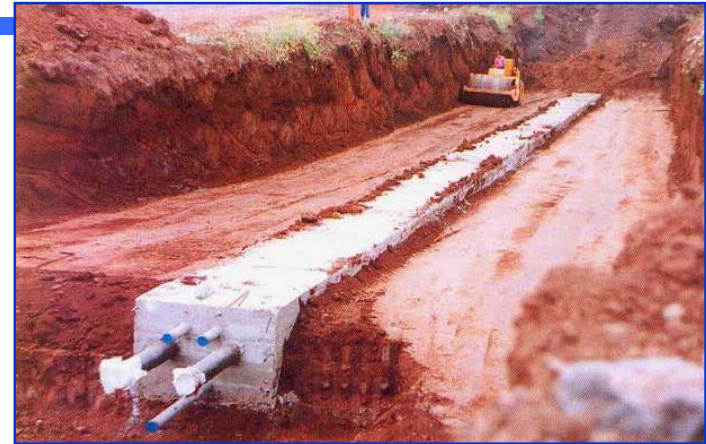
➤ Construcción de dispositivos de entrada y salida de agua

- Conducciones de agua
- Válvulas y conexiones de tuberías
- Dispositivos de entrada de agua
- Aliviaderos
- Otras obras de fábrica y albañilería

9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Conducciones.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Válvulas y compuertas.



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

Obras de
entrada de
agua.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:

➤ Varios

- Líneas eléctricas y automatización
- Pruebas de funcionamiento
- Medidas ambientales
- Seguridad y salud



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

MEDIDAS AMBIENTALES:

➤ Normativa vigente

- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007 de 23 de octubre de Responsabilidad Medioambiental.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático por la que se publica el acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el periodo 2008-2015.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



9. Recomendaciones constructivas generales

SEGURIDAD Y SALUD:

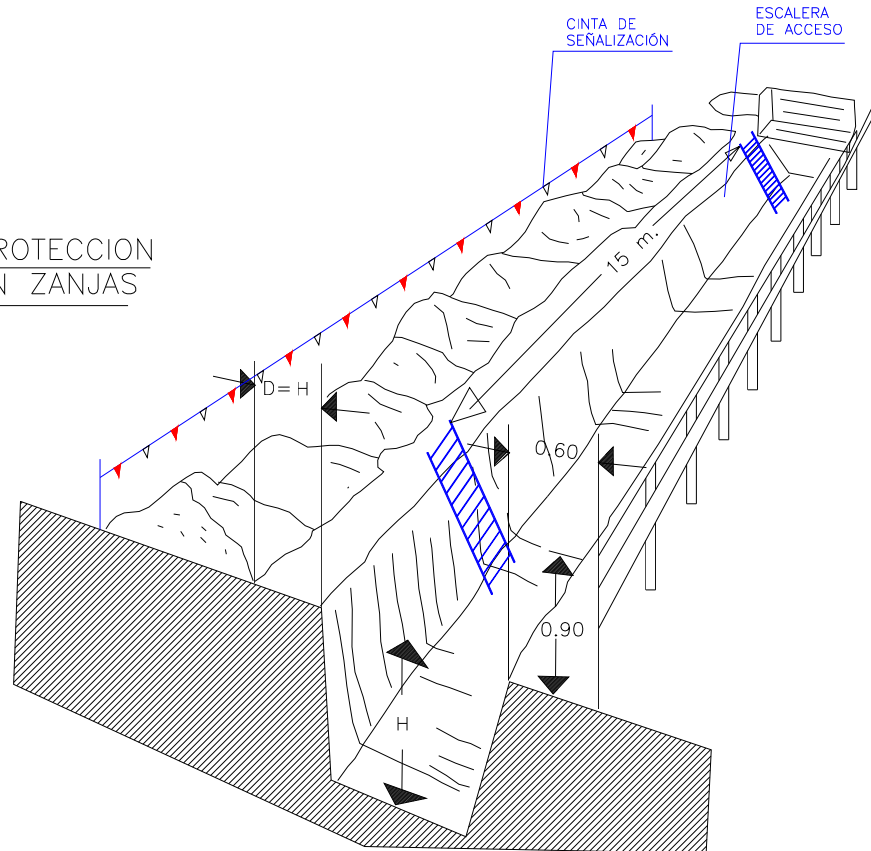
➤ Normativa vigente

- Ley 31/1995: de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones introducidas por la Ley 54/2003.
- RD 1627/1997: Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 39/1997: Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 32/2006: Reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

9. Recomendaciones constructivas generales

SEGURIDAD Y SALUD:

PROTECCION
EN ZANJAS



9. Recomendaciones constructivas generales

SEGURIDAD Y SALUD:



[illegible]

9. Recomendaciones constructivas generales

FASES DE LA OBRA:



9. Recomendaciones constructivas generales

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

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

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS GENERALES

Movimiento de tierras

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

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS GENERALES

Movimiento de tierras:

Operaciones que se realizan con el terreno natural para modificar las características del emplazamiento para generar las estructuras de tierra necesarias de la balsa para su construcción:

- Excavación o arranque
- Carga, transporte y descarga
- Extendido
- Humectación o desecación
- Compactación
- Control



Vaso de la balsa :

Actuaciones en la zona de terreno en la que se va a almacenar el agua

- Desmontes

Criterio orientativo taludes:

Suelo: 3H:2V a 1H:1V

Roca: 1H:1V a 1H:2V

Los taludes deben ser compatibles con los elementos de impermeabilización

- Soporte base de la impermeabilización:

Apoyo de los elementos de impermeabilización para que no se dañen. (Capa de arena $\geq 0,5$ m, capa de hormigón, refino terreno natural, etc)



Rellenos:

Estructura de tierras que actúan como elemento de contención del agua

1. Partes:

Cimiento

Cuerpo de dique

Coronación

2. Procedimiento de ejecución

- Preparación superficie de apoyo:
Retirar y acopiar tierra vegetal
Alcanzar terreno válido para cimiento
Excavar como mínimo 1 metro
Si inclinación $> 10^\circ$: abancalamientos



- Colocación y compactación

Materiales granulares:

De forma general: Compactadores vibrantes

Arenas y de gravas: Espesor inferior a 30 cm,

Materiales tipo todo uno: Espesor inferior a 40 cm,

Pedraplenes y escolleras: espesor inferior a 50 cm.

Espesor tongada $> 3/2$ tamaño máximo material

Materiales finos:

Espesor tongada inferior a 30 cm.

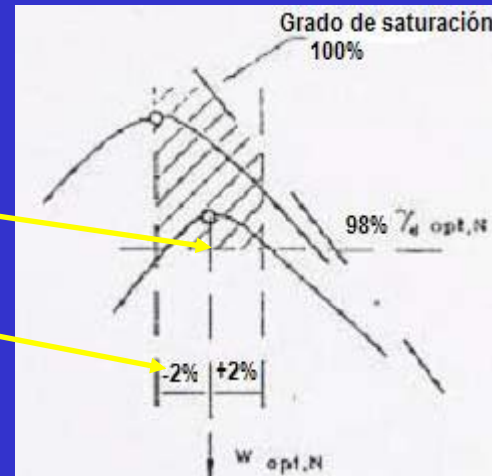
Rodillo Pata de cabra



Zona de validez dada por la humedad y la densidad seca

Densidad seca $> 98\%$ P.N.

Humedad: -2 a $+2\%$ W_{opt} P.N.



Materiales en los que no sea aplicable el Ensayo Proctor: Densidad relativa, placa de carga



- Terminación:
Estacas de refino cuadrícula < 20 m. Precisión 5 cm.

CONTROL DE CALIDAD

Control de producto terminado

Contraste valores obtenidos con los de referencia de densidad seca y humedad.

Nunca $< 95\%$ densidad P.N.

Lote: al menos 5 ensayos cada 500 m² o superficie realizada en un día

En zona de borde una muestra por cada 100 m

Determinación: Método nuclear (análisis de contraste). Alternativa métodos de sustitución (cono de arena)

