

# **Anejo N° 13**

## **Embalse**

## ÍNDICE

1. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE	3
2. PROPIEDADES DEL MATERIAL UTILIZADO	4
3. DISEÑO DEL EMBALSE	4
3.1. Dimensiones	5
3.2. Volúmenes de desmonte y terraplén	5
3.3. Comprobación de la estabilidad de la presa	6
4. ALIVIADERO	7
5. SUPERFICIE DEL EMBALSE	8
6. OBRAS COMPLEMENTARIAS	9
6.1. Anclajes	9
6.2. Medidas de protección	9
6.3. Malla de recubrimiento del embalse	10
7. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA	10

## **1. CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE**

Se va a construir un embalse de forma troncopiramidal. Para su impermeabilización se utilizarán láminas de PVC flexible.

Este embalse se abastecerá de una toma de entrada de agua que está conectada a una red de distribución de tuberías de la Comunidad de regantes del que el promotor es socio y tiene agua en propiedad.

La superficie libre del embalse se encuentra, en su caso más desfavorable (cuando el nivel del agua almacenada es el mínimo, es decir, con sólo 0,5 metros de altura de agua almacenada), a 553,5 metros.

El embalse, que está por encima de la nave agrícola, permite:

- Una constante disponibilidad de agua.
- Actúa como elemento regulador, que permite el correcto riego de la plantación sin necesidad de emplear energía.
- En caso de avería de la comunidad de regantes o de otros contratiempos, se dispone de una reserva importante de agua.

El embalse se situará en la parte norte de la explotación, aprovechando la poca pendiente del terreno. Los taludes que definen la geometría del embalse, son los siguientes:

- Módulo de los taludes interiores 2:1 (26,57°).
- Módulo del talud de desmonte y terraplén 2:1 (26,57°).

Se construirá con una capacidad suficiente para almacenar el agua de riego durante cuatro días en el mes de máximas necesidades hídricas. La máxima de agua corresponde al mes de Junio, con unas necesidades de  $71,7 \text{ L} \times \text{cepa}^{-1} \times \text{día}^{-1}$ , de forma que al tener la finca 7368 cepas, da un volumen necesario para el embalse de:

$$71,7(L/cepa \times día) \times 6días \times 7368cepas = 3170m^3$$

Es necesario dejar un margen entre el nivel máximo del agua y el borde del embalse, así como tener en cuenta las pérdidas por evaporación, estimándose en un 10% de la capacidad total. Así el volumen del embalse será, aproximadamente, de:

$$3170 m^3 + 10\% = 3487m^3$$

## 2. PROPIEDADES DEL MATERIAL UTILIZADO

La lámina impermeabilizante de PVC tiene las siguientes características:

- Espesor 1,2 mm.  $\pm$  10%
- Ancho 2,0 m.  $\pm$  0,05%
- Color Gris
- Doblado a -20 °C Sin grietas
- Alargamiento a la rotura >200%
- Envejecimiento artificial 0%
- Resistencia a las raíces Excelente
- Resistencia al ozono deterioro 0

## 3. DISEÑO DEL EMBALSE

### 3.1. Dimensiones

El embalse se realizará mediante desmonte y terraplenado de los terrenos donde se ubica el mismo. La forma será troncopiramidal, siendo las dimensiones prefijadas del embalse las que se exponen a continuación, a partir de las cuales se calculará la longitud y la anchura del embalse con el fin de que se pueda almacenar toda el agua requerida, es decir, 3500 m<sup>3</sup>.

- Módulo de los taludes interiores 2:1 (26,57°)
- Módulo del talud del terraplén 2:1 (26,57°)

- Anchura del pasillo de coronación en desmante =  $A_{cd} = 3$  metros.
- Anchura del pasillo de coronación en terraplén =  $A_{ct} = 2$  metros
- Altura del embalse: 4 metros.

Al mismo tiempo se escogerán una condición que se deberá cumplir:

- La base menor del embalse será de forma rectangular, siendo el lado mayor de doble tamaño que el menor.

El embalse toma la forma de un tronco de prisma con las bases paralelas siendo el volumen ocupado por esta figura geométrica el obtenido por la siguiente expresión:

$$V = h/3[A + B + \sqrt{A \cdot B}]$$

Siendo:

- $h$  = altura
- $A$  = área base mayor
- $B$  = área base menor

Esta ecuación se resuelve sabiendo que:

- El volumen ocupado por el agua es de  $3500 \text{ m}^3$
- La altura máxima del agua en el embalse es de 4 m
- El valor del módulo del talud interior es 2:1
- $A = 1426 \text{ m}^2$  (46 x 31) base mayor.
- $B = 450 \text{ m}^2$  (30 x 15) base menor.
- $h = 4 \text{ m}$ .
- $V = 3569,42 \text{ m}^3$  con el embalse al 100% de su capacidad.

### 3.2. Volúmenes de desmante y terraplén.

Tanto el volumen de desmante como el de terraplén, se han calculado mediante perfiles transversales. Se ha tenido en cuenta tanto el coeficiente de esponjamiento en desmante, el cual toma un valor de 1,1; como el de compactación en terraplén

(0,85). En el documento nº 2 Planos se detallan los valores numéricos y las operaciones realizadas. Con todo ello, los resultados obtenidos son los siguientes:

- Volumen de desmonte: 3666,90 m<sup>3</sup>
- Volumen de terraplenado: 1024,50 m<sup>3</sup>

### 3.3. Comprobación de la estabilidad de la presa.

Denominamos presa al terraplén formado de material térreo que delimita la balsa. Al ser una obra de modera importancia no tendría que tenerse en cuenta la Norma Sismorresistente (NCSE-02); aunque sí será considerada y le asignaremos el valor de aceleración sísmica que da la norma en el T.M. de Dalias: 0,14.

En el "Manual para el diseño, construcción y explotación de embalses impermeabilizados con geomembranas" de la Consejería de Agricultura del Gobierno Canario, el análisis de la estabilidad de taludes en suelos incoherentes puede plantearse con gran sencillez por no precisarse el tanteo de hipotéticas líneas de deslizamiento, ya que las más desfavorables corresponden, a priori, a deslizamientos muy someros próximos al talud y paralelos al mismo, de modo que su longitud puede considerarse infinita al espesor movilizado. En tales condiciones, el coeficiente de seguridad puede aproximarse suficientemente, a efectos prácticos, mediante la expresión:

$$F = \frac{tg\Phi}{tg(\alpha + \nu)}$$

Donde:

$\Phi$ : ángulo de fricción interna del material, que para nuestro caso en el que el material tiene una densidad media de 1,74 Tm x m<sup>-3</sup> y una sección simétrica con taludes de 2:1, su valor es de 40° (Amigó E., 1994).

$\alpha$ : ángulo del paramento con la horizontal (ángulo de los taludes interiores) 26,57°

v: arcotangente equivalente a la sección sísmica, en nuestro caso es  $5,7^\circ$  (Amigó E., 1994).

Los valores del coeficiente de seguridad F se reflejan en el siguiente cuadro:

	SIN EFECTO SISMICO	CON EFECTO SISMICO
Distintas fases de la construcción	1,2	1,0
Embalse lleno	1,4	1,4
Desembalse rápido	1,3	1,1
Embalse vacío	1,3	1,2

De esta forma los resultados que se obtiene son los siguientes:

- Embalse lleno:  $F = \frac{tg40}{tg(26,56 + 5,7)} = 1,4 \geq 1,4$

El talud cumple las restricciones.

#### **4. ALIVIADERO**

Es un dispositivo fundamental para la seguridad del embalse por evitarse con él los riesgos del desbordamiento. Su función es derivar el exceso de caudal hacia un cauce natural o artificial para impedir la erosión del dique y los daños a bienes y personas aguas abajo del embalse.

El aliviadero estará constituido por una tubería de 300 mm de diámetro de PVC, cuya boca quedará a una altura de 3,75 m desde el fondo, de forma que el máximo volumen que pueda tener de agua el embalse sea un poco más de las necesidades calculadas para la explotación. Su disposición queda reflejada en el Documento Básico N°2 Planos.

## 5. SUPERFICIE DEL EMBALSE

### ▪ Superficie del fondo

$$B = c \times d = 30 \times 15 = 450 \text{ m}^2$$

### ▪ Superficie de los laterales

$$\text{Longitud del talud} = 30 \text{ m}$$

$$\text{Ancho del talud} = 4 / \sin 26,57^\circ = 8,94 \text{ m}$$

$$\text{Superficie de cada lateral longitudinal} = 30 \times 8,94 = 268,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Superficie de cada lateral transversal} = 15 \times 8,94 = 134,1 \text{ m}^2$$

### ▪ Superficie de las esquinas

$$\text{Base} = (46 - 30) / 2 = 16 / 2 = 8 \text{ m}$$

$$\text{Superficie de cada esquina} = 8 \times 8,94 = 71,52 \text{ m}^2$$

### ▪ Superficie total

Fondo	1 x 450 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>	Laterales:
Longitudinales	2 x 268,2 m <sup>2</sup>	536,4 m <sup>2</sup>	
Transversales	2 x 134,1 m <sup>2</sup>	268,2 m <sup>2</sup>	
Esquinas	4 x 71,52 m <sup>2</sup>	286,08 m <sup>2</sup>	

**Total** **1540,68 m<sup>2</sup>**

Para el solapamiento de las uniones y el borde superior se estima un aumento del 10% aproximadamente, quedando:

$$1540,68 \text{ m}^2 + 10\% = \mathbf{1694,75 \text{ m}^2 \text{ de PVC para impermeabilizar.}}$$

## 6. OBRAS COMPLEMENTARIAS



### **6.1 Anclajes.**

La pantalla de impermeabilización irá anclada a los pasillos de coronación, mediante la abertura de una zanja longitudinal en todo el perímetro, donde se introducirán los bordes de las láminas, para posteriormente taparla con hormigón ( $100 \text{ kp cm}^{-2}$ ).

La zanja será de  $0,3 \times 0,3 \text{ m}$  e irá a  $0,25 \text{ m}$  de la coronación. Se ha optado por estas dimensiones ya que son las que la mayoría de las empresas aconsejan y suministran.

### **6.2 Medidas de protección.**

Alrededor del embalse, en el perímetro exterior del pasillo de coronación tanto en desmonte como en terraplén, colocaremos una valla de tela metálica y estará fijada mediante alambre a postes de acero galvanizado de dos metros de altura y cuatro centímetros de diámetro.

Tendrá una puerta que permita el acceso para la limpieza y solución de averías. Estará formada por cuatro tubos de acero galvanizado soldados formando un rectángulo. Además, en el interior de la balsa se colocará una cuerda en sus extremos que servirá de salvavidas en caso de caída de personas a su interior.

Los taludes exteriores son vulnerables a todo tipo de erosión, como puede ser la causada por las precipitaciones, el viento o incluso la circulación de animales y personas.

Las soluciones más comunes son el revestimiento del talud exterior con material granular grueso o con vegetación. En el presente proyecto, en los taludes se plantará una mezcla comercial de gramíneas y leguminosas, como sistema contra la erosión del talud. Con este sistema, se ofrece la ventaja de integrarse el embalse en el entorno, con la consiguiente ventaja de reducir el impacto visual.

### **6.3. Malla de recubrimiento del embalse.**

Se empleará malla de polipropileno, cuya función principal será la de evitar la evaporación, la caída de elementos que puedan ensuciar el agua y el deterioro de la geomembrana por la acción de la radiación ultravioleta del sol. Las características de esta

mallas son similares a las de una malla de sombreado de cultivos, siendo ésta porosa, lo que permite el aprovechamiento del agua de lluvia. La sujeción de esta malla será igual a la de una cubierta de invernadero, es decir irá colocada entre dos mallas de alambre para evitar que pueda ser arrancada por la succión del viento.

Superficie de malla de cubrición =  $46 \times 31 = 1426 \text{ m}^2$

## **7. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA**

- GARZÓN GARZÓN, E. et al. (2002). **Diseño y Construcción de Embalses Impermeabilizados**. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- AMIGO RODRIGUEZ, E. (1994). **Manual para el diseño, construcción y explotación de embalses impermeabilizados con geomembranas**.
- Fernando Carvajal Ramírez , Manuel Ángel Aguilar Torres , Francisco Agüera Vega y Fernando José Aguilar Torres (2002). **GEOMETRÍA DE LAS SUPERFICIES DE ACUERDO EN BALSAS DE RIEGO**. Universidad de Almería, España. Escuela Técnica Superior, Departamento de Ingeniería Rural.