
MEMORIA DE CÁLCULO DE MURO DE CONTENCIÓN

1. INTRODUCCION

El Muro de Contención propuesto es utilizado para realizar la contención de suelos en distintos puntos del proyecto. El mismo cuenta con alturas variables de acuerdo a los requerimientos de la topografía existente, contando con una altura máxima de $h=6.00$ m en la situación más desfavorable.

La ubicación del mismo responde a los requerimientos del proyecto y puede observarse en los planos que componen el mismo.

El sistema de funcionamiento propuesto está definido por un equilibrio de esfuerzos de manera de mantener las condiciones de estabilidad de la estructura con un coeficiente de seguridad de 1.5 entre el momento generado por el esfuerzo y el momento estabilizador de la estructura.

2. CONSIDERACIONES FUNDAMENTALES

A los fines del cálculo de esfuerzos se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Un volumen de tierras, que suponemos sin cohesión alguna, derramado libremente sobre un plano horizontal, toma un perfil de equilibrio que nos define el ángulo de talud natural de las tierras o ángulo de fricción interna del suelo ϕ . Este ángulo fue considerado de 30° .
- El suelo considerado para el cálculo no posee cohesión alguna, por lo que si el mismo pudiese tenerla se consideraría como un aumento del coeficiente de seguridad en cálculo de estabilidad del muro.
- La resistencia de los materiales utilizados en el cálculo son las siguientes:
Hormigón: C25
Acero: ADN 420
Suelo de fundación $\sigma_{adm} = 2.0 \text{ kg/cm}^2$
- La estabilidad del muro se basa en la relación de esfuerzos entre el empuje de suelos y el suelo que se encuentra por encima de la platea de fundación.
- La resistencia del muro a los esfuerzos se debe a considerar que el mismo lo resiste por unidad de longitud del mismo. Por esta razón no es necesaria la inclusión de contrafuertes en el proyecto propuesto. El muro propuesto es del tipo en voladizo o ménsula.

3. DRENAJE

Debido a que existe la posibilidad que el muro propuesto se encuentre en alguna parte del mismo por debajo del nivel freático de la zona es que se propone la inclusión de un dren que permita disminuir la sub-presión generada por este efecto sobre el muro. Esta condición puede llegar a tener empujes superiores a los tenidos en cuenta en el cálculo, razón por la cual se podría dar una falla del mismo.

El dren propuesto es un colchón de grava colocada en la pared interior del muro (en contacto con el suelo) de manera de recibir el agua en el mismo y permitir su evacuación hacia el Río Uruguay. Esta evacuación se realiza en dos altura tal como aparece especificado en el esquema de proyecto.

4. ESTABILIDAD

Para el análisis de estabilidad se consideraron los esfuerzos actuantes sobre la estructura del muro y la forma de equilibrar dichos esfuerzos. Los esfuerzos tenidos en cuenta son:

- El peso propio del muro: esta fuerza actúa en el centro de gravedad de la sección.
- La presión que la tierra ejerce sobre el muro que la contiene.
-

4.1 Muro de contención tipo 1

4.1.1 Cálculo del esfuerzo al vuelco:

E_a = empuje activo

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \times \gamma \times h^2 = 10.7 \text{ t/m}$$

$$K_a = 1 / (\text{tg}^2 (45 + \phi/2)) = 0.33$$

M_e = Momento estabilizador

M_v = Momento de vuelco

$$M_e / M_v \geq 1.5$$

$$M_v = 21.4 \text{ tm/m}$$

$$M_e = 45 \text{ tm/m} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

Para la consideración de este esfuerzo se tomaron las dimensiones graficadas en los esquemas que componen el proyecto.

4.1.2 Cálculo del esfuerzo al deslizamiento:

$$F_r / E_a \geq 1.5$$

F_r = Fuerza de rozamiento

$$F_r = u \times (R_v + E_v)$$

R_v = Resultante de esfuerzos verticales

E_v = Resultante del empuje vertical

u = coeficiente de fricción suelo-muro

$$F_r = 10.5 \text{ t/m} \rightarrow \text{NO VERIFICA}$$

Por esta razón se agrega diente de hormigón

Recalculando considerando el empuje pasivo que provoca la inclusión del diente:

$$F_r = u \times (R_v + E_v) + E_p$$

E_p = Empuje pasivo de suelo

$$E_p = 0.67 \text{ t/m} \rightarrow \text{NO VERIFICA}$$

Se agregan pilotes c/ 2m

Con el agregado de estos elementos

Resistencia al corte por pilote:

$$E_c = 10 \text{ ton}$$

Como los mismos se encuentran c/ 2 m

$$E_c = 5 \text{ t/m}$$

$$F_r = 0.67 + 10.5 + 5 = 16.67 \rightarrow \text{VERIFICA}$$

Cálculo de presiones de contacto:

$$\sigma_{adm} > \sigma_{max}$$

$$\sigma_{adm} = 2.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (base de apoyo sobre suelo cemento)}$$

$$\sigma_{max} = F \times 2$$

F = esfuerzo vertical actuante

$$F = 29.1 \text{ t/m}$$

$$\sigma_{max} = 1.04 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{VERIFICA}$$

ESFUERZO SOBRE LA ESTRUCTURA DE HORMIGON

$$M_v = 21.4 \text{ tm/m}$$

$$A_s = 20.5 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 16 \text{ c}/9 \text{ cm (pantalla y base)}$$

4.2 Muro de contención tipo 2 y 3

Se han considerado en conjunto ambos muros, dado que la altura activa en ambos casos son similares (3.26 y 3.05) tomando el primero ya que su situación es más desfavorable.

4.2.1 **Cálculo del esfuerzo al vuelco:**

E_a = empuje activo

$$E_a = \frac{1}{2} K_a \times \gamma \times h^2 = 3.2 \text{ t/m}$$

$$K_a = 1 / (\text{tg}^2 (45 + \phi/2)) = 0.33$$

M_e = Momento estabilizador

M_v = Momento de vuelco

$$M_e/M_v \geq 1.5$$

$$M_v = 3.5 \text{ tm/m}$$

$$M_e = 15.3 \text{ tm/m} \rightarrow \text{VERIFICA}$$

Para la consideración de este esfuerzo se tomaron las dimensiones graficadas en los esquemas que componen el proyecto.

4.2.2 **Cálculo del esfuerzo al deslizamiento:**

$$F_r/E_a \geq 1.5$$

F_r = Fuerza de rozamiento

$$F_r = u \times (R_v + E_v)$$

R_v = Resultante de esfuerzos verticales

E_v = Resultante del empuje vertical

u = coeficiente de fricción suelo-muro

$Fr = 4.3 \text{ t/m} \rightarrow \text{NO VERIFICA}$

Por esta razón se agrega diente de hormigón

Recalculando considerando el empuje pasivo que provoca la inclusión del diente:

$$Fr = u \times (Rv + Ev) + Ep$$

$Ep = \text{Empuje pasivo de suelo}$

$$Ep = 0.67 \text{ t/m} \rightarrow \text{NO VERIFICA}$$

Se agregan pilotes c/ 2m

Con el agregado de estos elementos

Resistencia al corte por pilote:

$$Ec = 10 \text{ ton}$$

Como los mismos se encuentran c/ 2 m

$$Ec = 5 \text{ t/m}$$

$$Fr = 0.67 + 4.30 + 5 = 9.97 \rightarrow \text{VERIFICA}$$

Cálculo de presiones de contacto:

$$\sigma_{adm} > \sigma_{max}$$

$$\sigma_{adm} = 2.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (base de apoyo sobre suelo cemento)}$$

$$\sigma_{max} = F \times 2$$

$F = \text{esfuerzo vertical actuante}$

$$F = 11.95 \text{ t/m}$$

$$\sigma_{max} = 0.54 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \text{VERIFICA}$$

ESFUERZO SOBRE LA ESTRUCTURA DE HORMIGON

$$Mv = 3.50 \text{ tm/m}$$

$$As = 6.30 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \phi 12 \text{ c}/12 \text{ cm (pantalla y base)}$$

5. NORMAS UTILIZADAS EN EL CÁLCULO

UNIT-NM 2:2002	Cementos hormigones y agregados. Terminología. Lista de términos.
UNIT 34:1995	Barras de acero redondas, lisas, laminadas en caliente, para hormigón armado
UNIT 129:1958	Barras lisas de acero retorcidas en frío para hormigón armado
UNIT 145:1961	Barras de acero con nervaduras longitudinales retorcidas en frío para hormigón armado
UNIT 5:1990	Redacción de proyectos de estructuras de hormigón armado.
UNIT 33:1991	Cargas a utilizar en el proyecto de edificios.
UNIT 972:1997	Hormigón. Clasificación por la resistencia característica.
UNIT 975:2001	Diseño de estructuras de hormigón y hormigón armado. Notaciones, símbolos generales.
UNIT 1050:2005	Proyecto y ejecución de estructuras de hormigón en masa o armado.



Ing. Civil Diego Belvisi
Asesor técnico