

Memoria de ejecución del proyecto ID2012/339

Financiación concedida: 200€

“SIMULACIÓN DE EMPUJES DE TIERRAS CON MODELOS A ESCALA”

Coordinador del proyecto:

MONTERRUBIO PÉREZ, SERAFÍN

Miembros del equipo de trabajo:

ALONSO LLAMAS, J. ANGEL (PAS)
FERNÁNDEZ MACARRO, BEGOÑA
NESPEREIRA JATO, JOSÉ
YENES ORTEGA, MARIANO

INTRODUCCIÓN

El proyecto ejecutado se incluye en la línea de actuación “Incorporación de recursos para actividades prácticas”.

Se ha elaborado un material mediante el cual los alumnos van a poder comprobar visualmente los cálculos (que previamente ellos han realizado) de las acciones que se desarrollan entre el terreno y las estructuras de contención. Con la comprobación práctica del cálculo teórico se espera conseguir un incremento de la motivación y el interés del alumno así como una mejor comprensión del tema. Se trata de una metodología activa de enseñanza-aprendizaje que facilita la adquisición de competencias.

Con el material elaborado se ha diseñado una práctica que podrá realizarse con alumnos de asignaturas de temática geotécnica en los grados en Ingeniería Civil e Ingeniería de Edificación.

TAREAS REALIZADAS

1.- Diseño del conjunto de la práctica.

Se ha diseñado un muro de gravedad trapezoidal con medidas según se indica en la figura 1 y un muro en T invertida según se indica en la figura 2. El terreno granular se ha simulado con varillas metálicas de diámetros diversos.

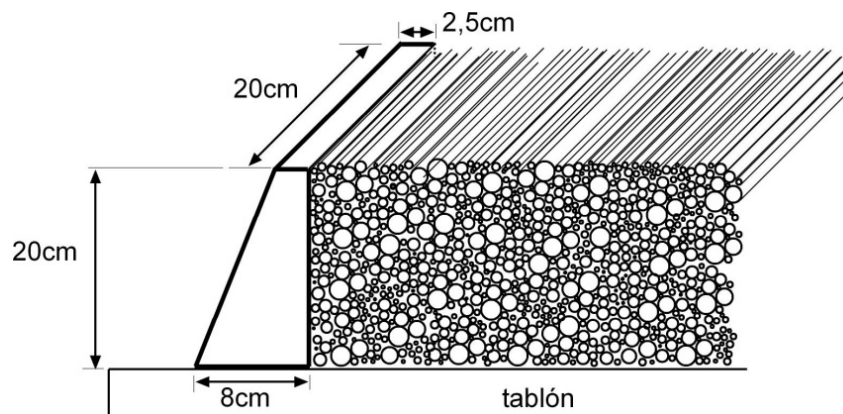


Figura 1. Diseño del muro de gravedad.

Al tablón de la base se le han incorporado de forma solidaria un tablón vertical para el confinamiento de las varillas en el lado opuesto a la situación del muro. El tablón de la base se ha perforado perpendicularmente para poder introducir topes que impidan el movimiento hasta el momento de la comprobación.

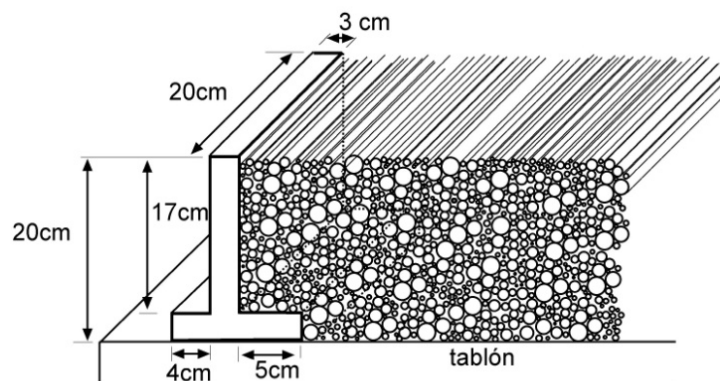


Figura 2. Diseño del muro en T invertida.

2.-Adquisición de material necesario para la práctica (varillas metálicas rectas de diámetros diversos, paneles de aglomerado, etc).

3.- Ejecución y montaje en laboratorio.

Esta ha sido la fase más laboriosa ya que ha precisado realización de numerosos cortes de varillas, para dejarlas todas a la misma longitud, y el pulido de los bordes, además de la construcción con mortero de los muros y la caja contenedora. Para esta labor se ha contado con la colaboración del técnico de laboratorio J. Ángel Alonso Llamas (incluido en el equipo de trabajo) y de otros técnicos de laboratorio de la Escuela Politécnica Superior de Zamora. El resultado final se muestra en las figuras 3 y 4.

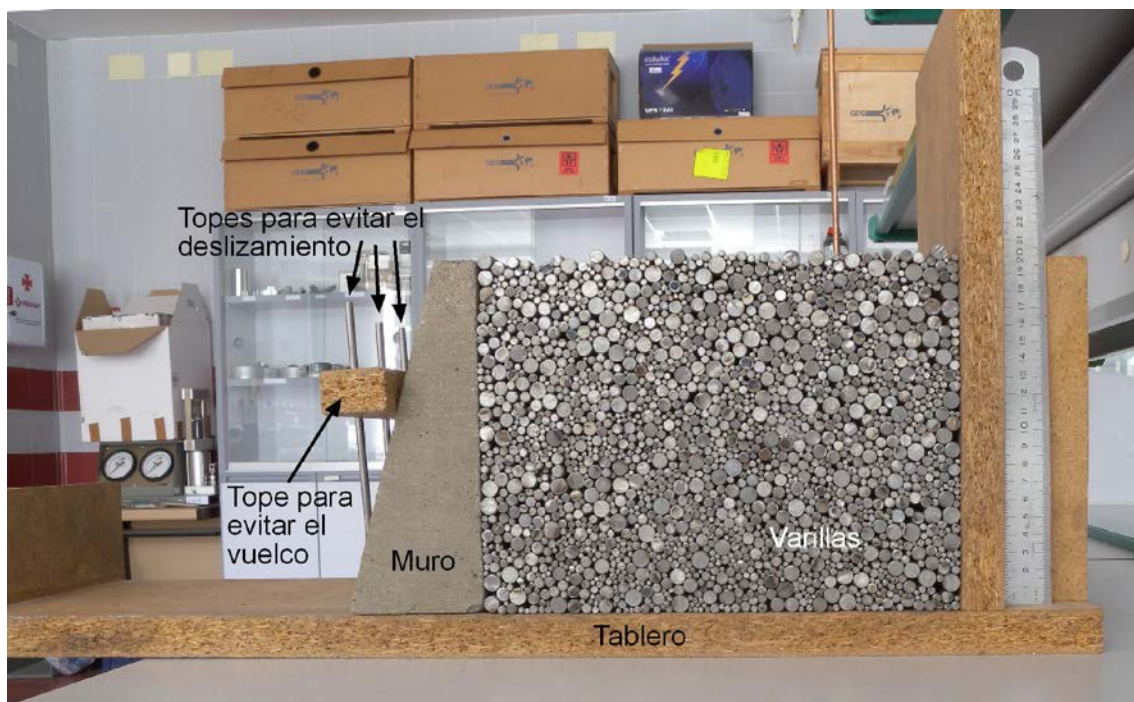


Figura 3. Montaje de la estructura de contención trapezoidal (muro de gravedad).



Figura 4. Montaje de la estructura de contención en T invertida.

4.- Estimación de parámetros físicos necesarios para el cálculo de empujes del terreno (peso específico del suelo granular simulado con varillas, rozamiento interno de varillas y rozamiento base-estructura de contención).

La estimación del peso específico del terreno granular simulado se realizó con un cuadro metálico de 6 x 6 cm de medidas interiores disponible en el laboratorio. El cuadro se rellenó de varillas (20 cm de longitud) hasta quedar completo y se pesó. El peso específico es la relación peso/volumen, que este caso fue de 720 cm^3 (6 x 6 x 20). El proceso se repitió 4 veces más con varillas al azar para obtener un valor medio representativo.

La estimación del rozamiento entre la base de aglomerado y el muro de contención se realizó por el método del plano inclinado. Se fue inclinando

el panel con el muro encima, midiendo el ángulo del equilibrio límite en el que comienza el deslizamiento del muro.

La estimación del rozamiento interno del terreno (varillas metálicas) se realizó midiendo el ángulo del talud natural de las varillas.

5.- Comprobación práctica.

Con los datos del peso específico y ángulo de rozamiento interno del "terreno granular simulado" se calcula el empuje del terreno sobre el muro, que para nuestro modelo es de 11kp (108 N) cuando las varillas llegan a los 20 cm de altura.

Para este empuje se obtiene que el muro de gravedad vuelca y desliza (factor de seguridad claramente inferior a la unidad).

El muro en T invertida no vuelca pero si desliza. Para la comprobación práctica se quitan los topes que impiden el vuelco y el deslizamiento y se hace la comprobación (Figs. 5 y 6)

DISEÑO DE LA PRÁCTICA CON LOS ALUMNOS.

1º.- A los alumnos se les mostrará el modelo y se le darán los distintos parámetros (peso específico del "terreno", ángulo de rozamiento interno, rozamiento muro-tablón y peso del muro). Con estos datos calcularán el empuje y analizarán el factor de seguridad frente al vuelco y deslizamiento del primero de los muros (trapezoidal). El cálculo lo harán para alturas del terreno de 20 y 9 cm.



Figura 5. Comprobación del vuelco en el muro de gravedad. Obsérvese la cuña que genera el empuje activo. Imagen tomada con exposición durante 2 segundos para observar el movimiento.



Figura 6. Comprobación de la estabilidad frente al deslizamiento en el muro en T invertida. Imagen tomada con exposición durante 2 segundos para observar el movimiento.

2° El profesor montará el primero de los muros con varillas hasta los 20 cm de altura. Se quitan los topes a la vez que se ejerce la presión con la mano para evitar movimientos. Se colocan las manos como se indica en la figura 5 y se comprueba el vuelco. Posteriormente se comprueba que el muro desliza. Se permitirá que el muro deslice lentamente hasta que quede estable (equilibrio límite). Según los cálculos esto ocurre con 9 cm de altura, dato que previamente los alumnos han calculado.

3° Se repetirá el proceso descrito en el apartado 1° para el muro en T invertida y para alturas de 20 y 14 cm.

4° El profesor montará el segundo de los muros hasta los 20 cm de altura. Se comprobará que no vuelca pero si desliza. Se permitirá que el muro deslice lentamente hasta que quede estable (equilibrio límite). Esto ocurre aproximadamente con 14 cm de altura, dato que previamente los alumnos han calculado.