

ESTABILIDAD Y ROTURA DE PRESAS: ENSAYOS DE CAMPO DE 6 PRESAS DE 6 METROS DE ALTURA

AUTORES: K. Høeg, Norwegian Geotechnical Institute (NGI), Norway; A. Løvoll, Norconsult, Norway
K.A. Vaskinn, Sweco Grøner, Norway

IDIOMA: Inglés

PÁGINAS: 5 páginas

PUBLICACIÓN: The International Journal on Hydropower & Dams-

SECCIÓN: Volumen Eleven, Issue 1

CLASIFICACIÓN: Obras hidráulicas, presas, geotecnia

FECHA: 2004

RESUMIDO POR:

Alfonso Palma Villalón

Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX)

Hay un interés internacional en la evaluación de la seguridad, rehabilitación y reforzamiento de presas antiguas para resistir las cargas hidráulicas y sísmicas. La información hidrológica actualizada y los criterios de diseño suelen generar niveles de inundación más altos que para los que la presa había sido originalmente diseñada. La creciente conciencia de la Sociedad sobre los riesgos que asume requiere un análisis sistemático de la rotura de presa y la formación de dicha rotura, de la onda de propagación de la crecida y de la instalación de sistemas de aviso y alarma.

En este artículo se exponen una serie de ensayos de campo originales se están llevando a cabo en Noruega para estudiar la estabilidad de presas construidas con diferentes materiales. Esto incluye estudiar el momento de la rotura de varias pequeñas presas. Este artículo describe el programa de investigación y los ensayos de campo, y da una visión general de los trabajos realizados mostrando unos pocos resultados preliminares.

1. UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS DE CAMPO EN NORUEGA

La ubicación del ensayo está alrededor de 600 m aguas abajo de la presa Rössvatn. El ensayo de presa crea un pequeño embalse de alrededor de 70.000 m³, rellenando todo

el cauce hasta la presa Rössvatn. Las compuertas del aliviadero de Rössvatn, con una capacidad de 450 m³/s, abastece directamente al embalse del ensayo y hace posible mantener el nivel constante incluso después de que la rotura de la presa ha comenzado.

Los siete ensayos de campo de las presas construidas para el proyecto de investigación eran de 36 m de largo, y de la mayoría de ellas eran de 6 m de altura. Además, se llevaron a cabo en el laboratorio 23 ensayos de modelos a escala 1:5 y 1:10 en relación con los ensayos de campo. El principal propósito de los ensayos a escala del laboratorio era estudiar si los ensayos a pequeña escala podían ser usados para modelizar y predecir el comportamiento observado in situ.

2. PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN

El programa de investigación consiste de 3 subproyectos, con los siguientes posibilidades y objetivos:

- Determinar la resistencia cortante de varios tipos de escolleras y la estabilidad de taludes de escollera.
- Investigar la estabilidad de los taludes aguas abajo y el pie de presa cuando la presa es sometida a un desbordamiento accidental o un gran flujo interior, causado por una filtración accidental y su consecuente tubificación de erosión interna.
- Para estudiar el proceso de formación de la brecha en el cuerpo de las presas de diferentes diseños, secciones tipo y materiales de relleno. También, para examinar la iniciación de la rotura y la progresión y las características de la onda de inundación.

① Arcilla, contenido humedad 30%, compactado con pata de cabra en capas de 15 cm

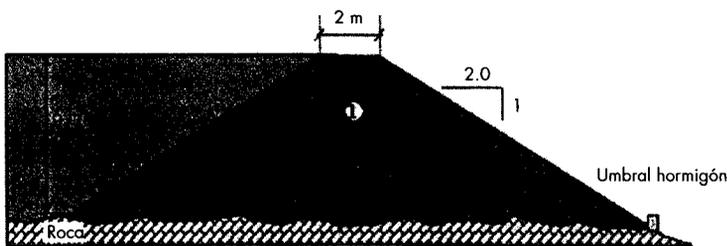


FIGURA 1. Ensayo N° 2. Presa homogénea de arcilla. Foto durante la rotura.

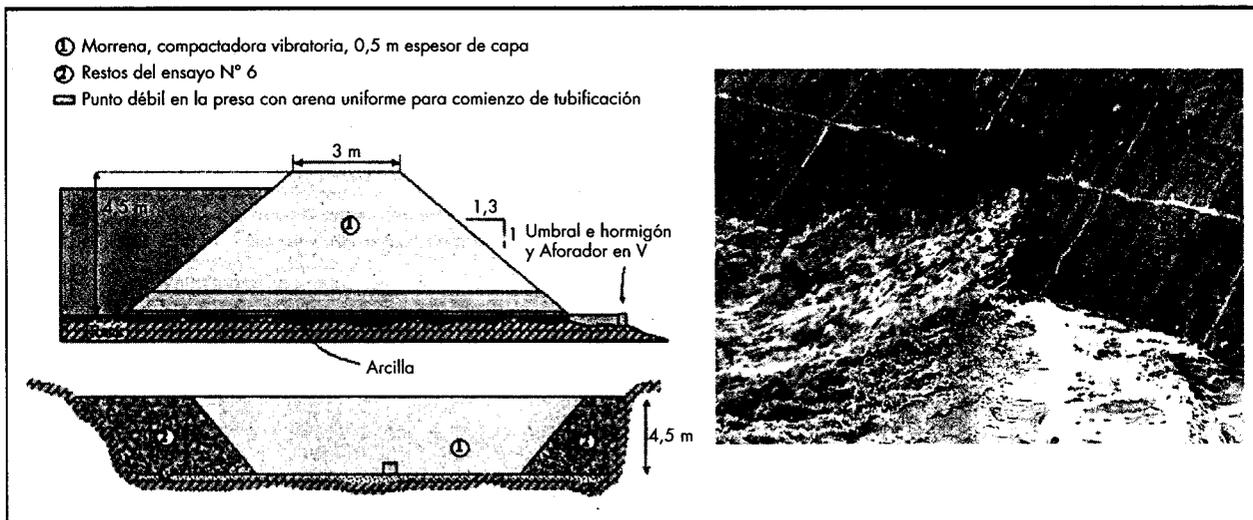


FIGURA 2. Ensayo N° 7. Presa homogénea de morrena. Rotura por sifonamiento.

3. ENSAYOS DE CAMPO DE SIETE PRESAS

Siete ensayos de campo se han llevado a cabo: **Ensayo n° 1:** Presa de escollera homogénea; **Ensayo n° 2:** Presa de arcilla homogénea, figura 1; **Ensayo n° 3:** Presa de grava homogénea; **Ensayo n° 4:** Presa de escollera homogénea, pero con una coronación de poca anchura y piedra más gruesa que la usada en el ensayo N° 1; **Ensayo n° 5:** Presa de escollera con núcleo central morrénico. La presa se rompió mediante desbordamiento; **Ensayo n° 6:** Presa de escollera con núcleo central morrénico. La presa falló por erosión interna favorecida por 2 puntos débiles (defectos) construidos dentro del núcleo; **Ensayo n° 7:** Presa homogénea hecha con la misma morrena que el núcleo de los ensayos 5 y 6. La presa se rompió por erosión interna favorecida por la construcción de un punto débil, figura 2.

4. INSTRUMENTACIÓN E CONTROL IN SITU

El lugar de ensayo y las presas se instrumentaron y controlaron para obtener datos de caudales de entrada y salida, presiones intersticiales en el cuerpo de presa, y información detallada de la iniciación, formación y progresión de la brecha.

Los caudales medidos variaban de 1 l/s hasta 400 m³/s, realizándose las medidas dependiendo del caudal y

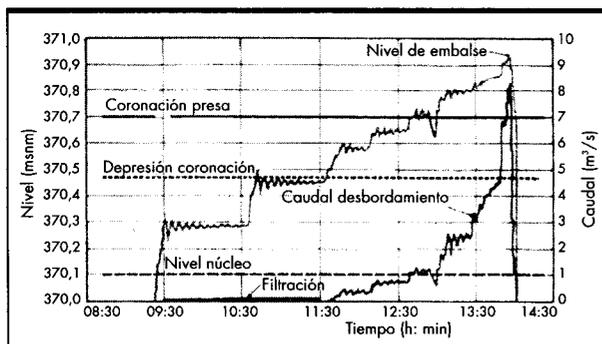


FIGURA 3. Niveles y caudal hasta la rotura de presa en el ensayo N° 5.

del momento en un aforador en V, en la presa Rössvatn, en un estrechamiento rocoso aguas abajo y en la propia brecha.

Durante la construcción, se colocaron ocho piezómetros dentro del cuerpo de presa para medir las presiones intersticiales.

Los ensayos de las presas se equiparon con 100 sensores de rotura para el registro detallado del desarrollo de la rotura. Se dispusieron 5 cámaras de video para registrar todo el proceso.

En la figura 3 se muestra el proceso de rotura del ensayo N° 5, desarrollándose la rotura en 10 minutos. El caudal pico de rotura fue alrededor de 250 m³/s.

5. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y CONCLUSIONES PRELIMINARES

Resistencia cortante de la escollera

La interpretación de los ensayos de campo y laboratorio muestran que el ángulo de resistencia al corte de las escolleras competentes y compactas es más alta que la asumida convencionalmente en los análisis de estabilidad de taludes.

Estabilidad de la presa bajo flujos accidentales

No existen criterios fiables para definir el diámetro del tamaño de grano, (por ejemplo d_{20} o d_{50}), y el efecto de la forma de la curva granulométrica (esto es, los coeficientes de uniformidad y curvatura) no está definida. El programa de investigación se dirigieron hacia estas pruebas, y los ensayos de campo indican que el pie de presa puede soportar caudales significativamente más altos que los asumidos en diseños previos y análisis de rehabilitación.

Proceso de rotura

En general, las presas probadas fueron más resistentes a la formación de la brecha y rotura que los análisis existentes y las guías prescriben. Esto tiene, por ejemplo, un impacto significativo en las características de la onda de rotura y en el tiempo disponible de aviso si se asegura una adecuada auscultación de la presa. No obstante, cuando la erosión y arrastre alcanza finalmente el lado aguas arriba de la coronación de la presa, la rotura es rápida y dramática.