



Laboratorio
de Hidráulica
Ing. David
Hernández Huéramo



Dr. Juan Pablo Molina Aguilar • Ing. Jorge Leonel Angel Hurtado • M. I. Jesús Martín Caballero Ulaje

NOMBRE DE LA PRÁCTICA

SOCAVACIÓN GENERAL Y LOCAL EN PILAS

OBJETIVO (S)

Una vez desarrollada la práctica, orientada a visualizar y comprender, el alumno será capaz de:

1. Establecer la socavación posible en una sección transversal de río y en la ubicación de las pilas dentro del cauce, para que logre un buen diseño de las obras que van a estar sometidas al efecto de los sedimentos.

ENCUADRE TEÓRICO

Es evidente que el conocimiento de la profundidad a que puede llegar este efecto erosivo es de fundamental importancia en el diseño de cimentaciones poco profundas para puentes, pues una falla seria de juicio en esta cuestión conlleva la destrucción total de la estructura o la adopción de profundidades antieconómicas y excesivas, que complican seriamente los procedimientos de construcción.

Además de la construcción de puentes la socavación nos sirve para el diseño de obras de control en cauces o avenidas, tales como: Obras transversales para el control torrencial, espolones para la desviación de líneas de flujo, obras marginales de encausamiento, espolones para favorecer el proceso de sedimentación, obras longitudinales de protección de márgenes contra la socavación, acorazamiento del fondo de un río y protección contra las inundaciones.

Socavación.

Es el resultado de la acción erosiva del flujo de agua que desprende y acarrea material de lecho y de las bancas de un cauce, convirtiéndose en una de las causas más comunes de falla en puentes.

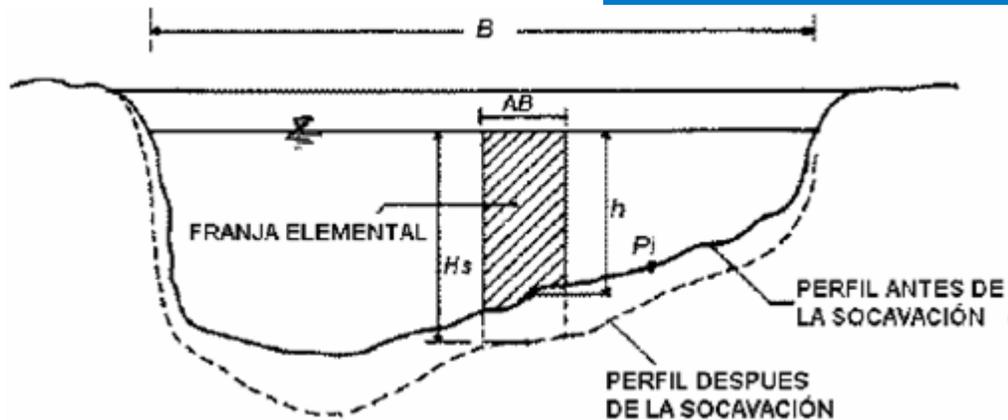


Figura 2.1. Sección transversal del cauce.
Juárez Badillo E. y Rico Rodríguez A. (1992)

Existen varios tipos de socavación, pero los que nos interesan más en estos momentos son:

- **Socavación general:** Consiste en una disminución generalizada del nivel del fondo como consecuencia del incremento de la capacidad del flujo, al presentarse una creciente y es debido al aumento de la capacidad de arrastre del material sólido que en ese momento adquiere la corriente en virtud de su mayor velocidad para transportar material durante las avenidas. Este es un fenómeno natural que puede ocurrir a todo lo largo del río donde no interviene la mano del hombre.

La socavación general puede llegar a producirse inclusive cuando el lecho del río es rocoso, siempre y cuando la velocidad de la corriente sea superior a la necesaria para producir el desgaste de la roca.

Método de Lischvan-Levediev

$$H_s = \left[\frac{\alpha H_0^{5/3}}{0.68 \beta \mu \phi d_m^{0.28}} \right]^{1/(1+z)}$$

Donde:

H_s = Profundidad del tirante después de ocurrida la socavación. [m].

H_0 = Profundidad inicial ($H_0 = y$) existente [m].

α = Coeficiente de sección o distribución de gasto.

$$\alpha = \frac{Q_d}{B_e h_m^{5/3}} = \frac{1}{n S^2}$$

Q_d = Caudal de diseño. [m^3/s].

h_m = Tirante medio. [m].

$$h_m = \frac{A}{B_e}$$

B_e = Ancho efectivo del canal, descontando los obstáculos. [m].

S = Pendiente del cauce. [Adim].

n = Coeficiente de rugosidad de Manning. [Adim].

β = Coeficiente de frecuencia.

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 \log T_r$$

T_r = Tiempo de retorno [Años].

d_m = Diámetro medio de las partículas del material granular en [mm].

z = Exponente variable que depende del diámetro medio de las partículas del material granular.

$$z = 0.394557 - 0.04136 \log d_m - 0.00891 \log^2 d_m$$

μ = Coeficiente de corrección por contracción del flujo. En este caso especial $\mu = 1$ valor empírico.

Φ = Coeficiente de corrección por la densidad del agua durante la avenida. $\Phi = 1$ (para agua clara).

d = Tirante promedio del agua [m]

Socavación local en pilas.

Se presenta al pie de las estructuras interpuestas a la corriente, sumergidas o que emergen de la superficie del agua, como resultado de la deflexión de las líneas de flujo, la turbulencia y la vorticidad provocada por la presencia de obstáculos.

Cuando se coloca una pila de puente en la corriente de un río se produce un cambio en las condiciones hidráulicas de ésta, y, por lo tanto, en su capacidad para producir arrastre sólido. Si la capacidad de arrastre supera localmente el aporte del gasto sólido del río, ocurrirá en la pila una socavación local.



Figura 2.2. Socavación local en pilas.
Juárez Badillo E. y Rico Rodríguez A. (1992)

El cálculo de la profundidad de socavación en un puente ha inquietado a los ingenieros. El enfoque dado al cálculo de las máximas profundidades de socavación en la actualidad, parte de suponer que ésta depende de variables que caracterizan al flujo, al material del lecho en el cauce y a la geometría del puente, para terminar con una ecuación empírica de tipo determinístico.

Método de Maza-Sánchez (1968).

1. Cálculo del número de Froude.

$$F_r^2 = \frac{V^2}{gH_s}$$

Donde:

F_r = Numero de Froude. [Adim]

H_s = Profundidad inicial del agua hacia aguas arriba de la pila. [m].

V = Velocidad media de la corriente frente a la pila [m/s].

$$V = \frac{\alpha h_m^{5/3}}{H_o}$$

2. Cálculo de la relación $\frac{H_s}{a'}$

a' = Ancho proyectado de la pila sobre un plano normal a la dirección de la corriente. [m].

3. Cálculo de la profundidad de socavación.

Con el número de Froude $F_r^2 = \frac{V^2}{gH_s}$ se entra a las abscisas de la grafica hasta interpolar la curva de $\frac{H_s}{a'}$ y se lee en las ordenadas el valor de $\frac{H_T}{a'}$ del cual se despeja el valor de d_s .

$$d_s = H_T - H_s$$

Donde:

H_T = Profundidad de socavación desde la superficie del agua. [m].

d_s = Profundidad de socavación medida desde el lecho del cauce [m].

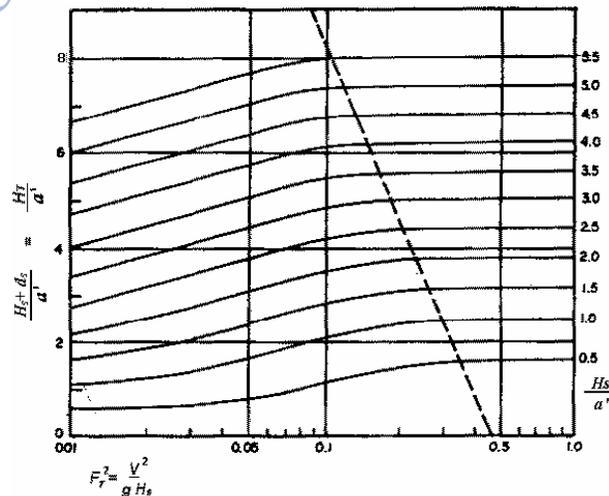
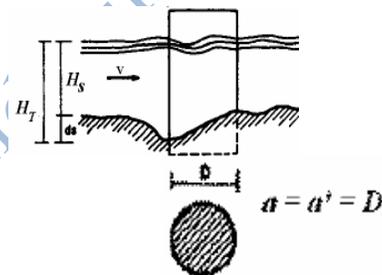


Figura 2.3. Cálculo de la socavación local para una pila circular.
Adaptada de Maza Álvarez, J. A. (1987)

EQUIPO O DISPOSITIVO

Canal de transporte de sedimentos.

MATERIALES

- Arena de mar con curva granulométrica establecida
- Pilas de distinta geometría, material y textura.

PROCEDIMIENTO

Etapa I.

1. Colocar y enrazar la arena de mar graduada.
2. Poner la pila dentro del canal de transporte de sedimentos, así como ajustarla con el tornillo.
3. Se enciende la bomba y se pone a gasto medio.
4. Se deja que se estabilice el flujo y se observa la socavación producida.
5. Se vuelve a enrazar la arena y se coloca el canal a pendiente de 2 a 4%.
6. Se repiten los pasos 2 a 4.
7. Se inyecta sodio fluorescente y se visualizan las líneas de flujo en la socavación.

ACTIVIDADES

ETAPA 1

1. ¿Qué otros métodos hay para calcular la profundidad de socavación general y local en pilas?
2. ¿Qué actividades de control hay para evitar la socavación local?
3. ¿Qué sección transversal de pila provoca menos socavación?
4. Mencione y dibuje 5 diferentes formas de sección transversal de pilas en puentes.
5. Dibuje las líneas de corriente que se presentan en el fenómeno de socavación local.

INSTRUCCIONES

1. Resolver cada una de las actividades solicitadas en la práctica.
2. Realizar una conclusión señalando lo aprendido durante la práctica.