

# HOJEANDO REVISTAS

## DISTRIBUCION DE LAS PRESIONES DEL VIENTO EN LAS RETENIDAS DE UN MASTIL.

Por C. M. GOODRICH. M. Am. Soc. C. E. (Ingeniero Consultor de The Canadian Bridge Company, Ltd.-Walkerville, Ontario, Canadá). (Traducido de "Civil Engineering", Vol. 12, Núm. 9, septiembre 1942, págs. 517-18).

La flexión de un mástil, subsiguiente a la aplicación de la presión del viento, cambia los esfuerzos en las retenidas. Estos esfuerzos pueden ser determinados mediante un procedimiento semejante al del siguiente ejemplo:

Consideremos un mástil con 4 retenidas espaciadas a 90° una de otra, Fig. 1. La presión del viento se supone que está aplicada paralelamente a uno de los sistemas de retenidas. El método para la resolución de los desplazamientos es semejante al que se usó en el diagrama ordinario de Williot. La retenida c está aumentada por una cantidad  $\Delta c$ ; la a está disminuída por una cantidad igual,  $\Delta a$ ; y el vértice del mástil, punto D, está desplazado una cantidad  $\Delta b$ .

Considerando la retenida del lado en contra del viento (barlovento), supongamos que la tensión T

será incrementada en una cantidad  $T_x$ ; y que la presión uniforme del viento w, es  $w_x$ .

Del diagrama, Fig. 2, puede verse que a causa de la elasticidad del cable, habrá un incremento en

la longitud, que puede expresarse así:  $\frac{T_x - T}{AE} \cdot C$

en donde A es el área de la sección transversal del cable, y E el módulo de elasticidad del mismo.

Debido al aumento de la flecha que resultó por la aplicación de la presión del viento, la longitud de la cuerda quedará acortada en una cantidad  $C_x$ .

Entonces:

$$L + \frac{T_x - T}{AE} \cdot C - C_x = \frac{\omega_x^2 C_x^3}{24 T_x^2} \dots (1)$$

$$L - C = \frac{\omega^2 C^3}{24 T^2} \dots (2)$$

Restando la Ec. (1) de la Ec. (2),

$$C_x - C = \frac{\omega^2 C^3}{24 T^2} - \frac{\omega_x^2 C_x^3}{24 T_x^2} + \frac{T_x - T}{AE} \cdot C$$

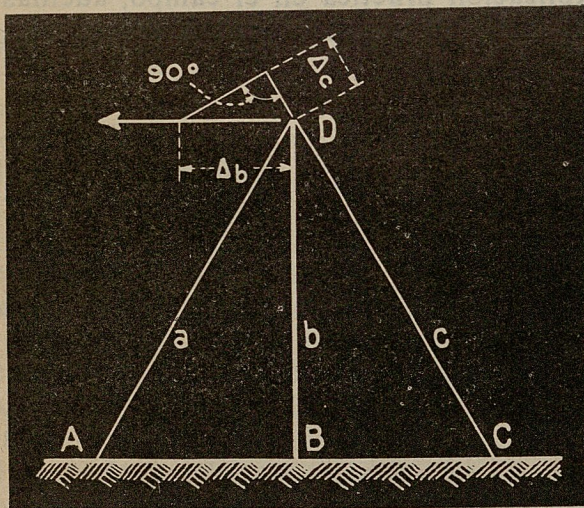


Fig. 1.—Mástil con retenidas espaciadas a 90°

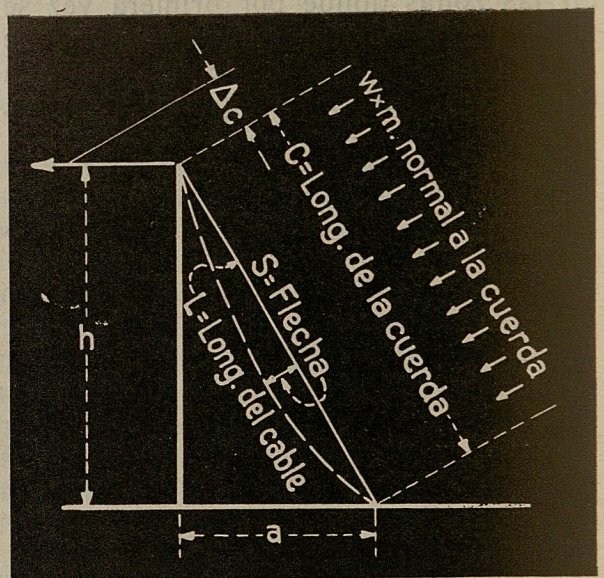


Fig. 2.—Carga aplicada a una retenida.

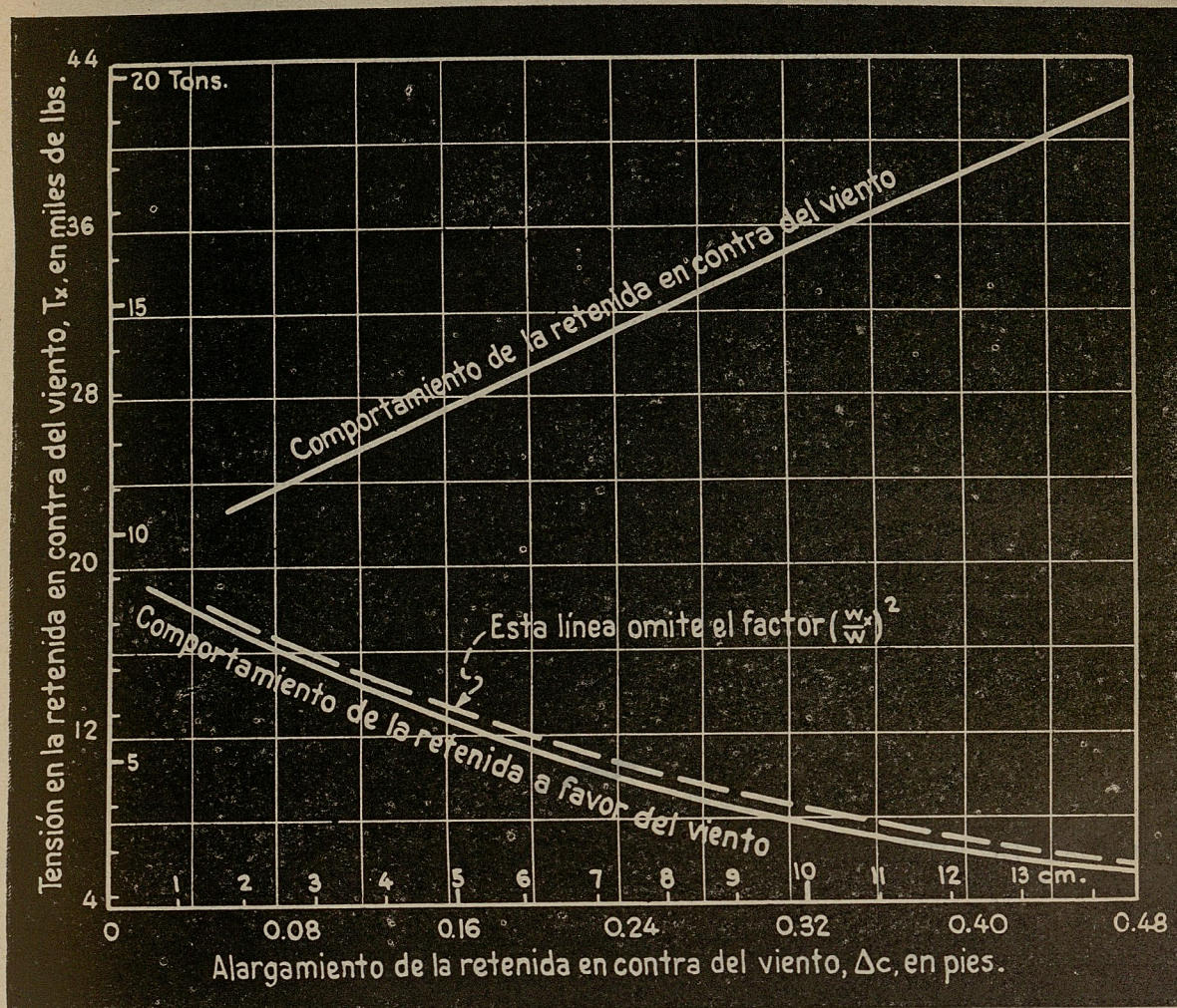


Fig. 3.—Diagrama típico para retenidas a favor del viento (barlovento), relacionando el alargamiento con la tensión

Sustituyendo K por  $\frac{\omega_x^2 C^3}{24 T^2}$  en la ecuación anterior, y anulando el factor  $\left(\frac{C_x}{C}\right)^3$ , puesto que puede considerarse como la unidad sin que haya error apreciable, tenemos:

$$\Delta_c = C_x - C = K \left[ 1 - \left(\frac{\omega_x T}{\omega T_x}\right)^2 \right] + \frac{T_x - T}{A E} \cdot C \dots (3)$$

Considerando la retenida en la dirección del viento (sotavento), cíclicamente:

$$-\Delta_c = K \left[ \left(\frac{\omega_x T}{\omega T_x}\right)^2 - 1 \right] + \frac{T - T_x}{A E} \cdot C \dots (4)$$

La carga w depende de las características y accesorios del cable, y se tomará como una carga uniforme normal al cable. El término T es la tensión en la retenida antes de cualquier cambio al cargar. La cantidad  $w_x$  depende de las presiones supuestas

del viento y del hielo. Si el término  $\left(\frac{\omega_x}{\omega}\right)^2$  se desprecia, el error no será grande y estará dentro de la seguridad.

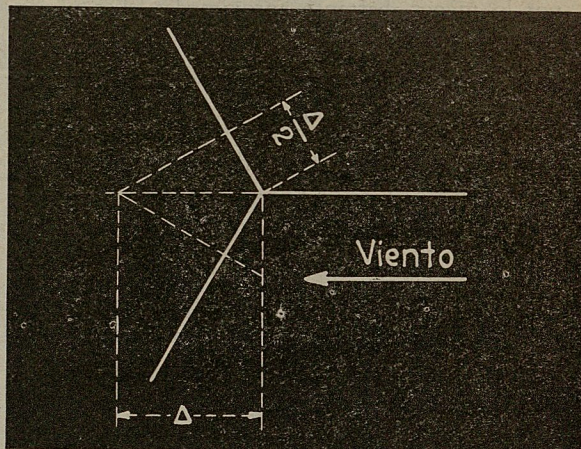


Fig. 4.—Mástil con tres retenidas

Los resultados podrán dibujarse, suponiendo varios valores para  $T_x$  y resolviendo para  $\Delta c$ . Un diagrama típico se muestra en la Fig. 3. La suma de  $T_x$  para las retenidas de sotavento y barlovento, que es la distancia vertical de curva a curva, cuando se ha multiplicado por  $a/c$  da la fuerza horizontal resistente en el punto de apoyo de la retenida.

Si hay tres retenidas, como se muestra en la Fig. 4, la flexión de cada una de las de sotavento será la mitad que en el caso de la retenida de barlovento. El esfuerzo en cada retenida de sotavento será el correspondiente a  $\Delta/2$ . La carga máxima en el mástil de este sistema tendrá lugar cuando hay solamente una retenida de sotavento y dos de barlovento.

A causa de las variaciones de temperatura, se hacen a veces ajustes temporales en la longitud de las retenidas. Con un cambio de  $100^\circ$  en la temperatura, en donde las retenidas están  $45^\circ$  con el más-

til, la variación en la longitud de la temperatura quedará, de hecho, dividida en dos por un cambio simultáneo en la longitud del mástil. El cambio en la longitud por unidad de longitud se convierte en:  $100 \times 0.0000065 \times \frac{1}{2} = 0.000325$ . Si  $E$  para el cable pre-atirantado es:  $24 \times 10^6$ , entonces, 7,800 lbs. por pulgada cuadrada ( $548.4 \text{ kgr./cm.}^2$ ) serán añadidos al esfuerzo del cable. Esto no parece garantizar un ajuste temporal.

Si un mástil está retenido a varios niveles, se ha sugerido que debe suponerse derecho y el problema, resolverlo ya sea por el teorema de los tres momentos o por medio de la distribución de momentos. Para presiones del viento no equilibradas, una flexión para un simple punto puede ser elegida de un diagrama tal, como el de la Fig. 3. Otros puntos son considerados como sin momento, y el esfuerzo añadido se calcula. En casos ordinarios, esto será bastante pequeño para justificar el prescindir de ello.

#### CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE LOS ANCLAJES O "MUERTOS"

(Traducido de "Engineering News-Record". Vol. 131, Núm. 23. Diciembre 2 de 1943. Pág. 94-95).

La capacidad de resistencia de los anclajes o "muertos" en una mampostería nueva o antigua, roca natural, tierra o terraplenes homogéneos, puede ser determinada rápidamente por las curvas de los diagramas adjuntos. El autor ha usado estas gráficas durante muchos años y cree que son exactas o, por lo menos, bastante aproximadas. Los números en la gráfica muestran la falla cuando forman el tronco de un cono o pirámide, generalmente correcto para mampostería y roca.

Una hipótesis usada en el desarrollo de las curvas es aquella en la cual la reacción debe pasar por encima —(que sea aplicada fuera de los límites de)— del tronco o concavidad desplazada, o tendiendo a ser desplazada; otra, es aquella en que el anclaje está normal o casi normal a la superficie. La derivación matemática de las curvas se ha omitido por carencia de espacio.

El uso de la gráfica, que no toma en cuenta el peso del material desplazado, permite la rápida de-

terminación de la capacidad de resistencia de los anclajes por medio de la resolución de las fórmulas:

$$P = \frac{8 S d^2 \left( \frac{b}{d} + \tan \alpha \right)}{\sin 2 \alpha} \quad (\text{para placas cuadradas}),$$

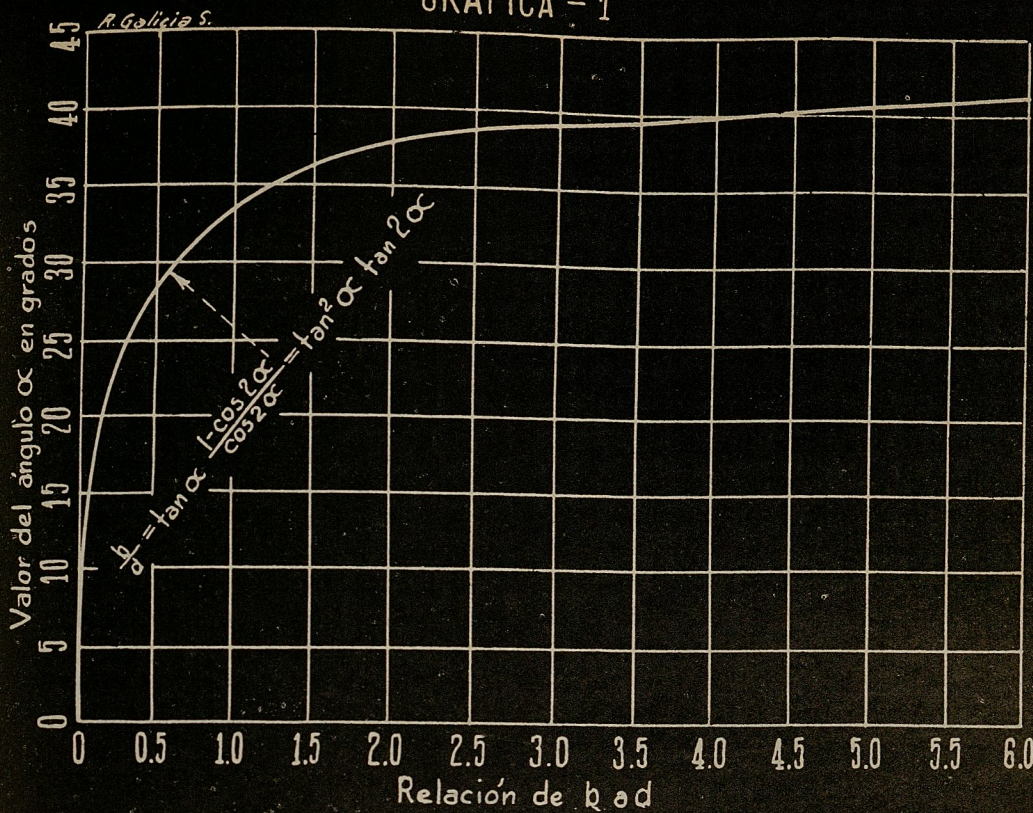
y

$$P = \frac{2 \pi S d^2 \left( \frac{b}{d} + \tan \alpha \right)}{\sin 2 \alpha} \quad (\text{para placas circulares}).$$

En estas fórmulas  $P$  = capacidad de resistencia del anclaje;  $S$  = promedio de unidad de trabajo al esfuerzo cortante en la superficie de falla;  $b$  y  $d$  son las dimensiones de la placa de anclaje; y el ángulo  $\alpha$ , el cual varía con la relación de  $b$  y  $d$ , muestra la pendiente del plano de falla. Las unidades usadas deben ser compatibles en cualquier cálculo.

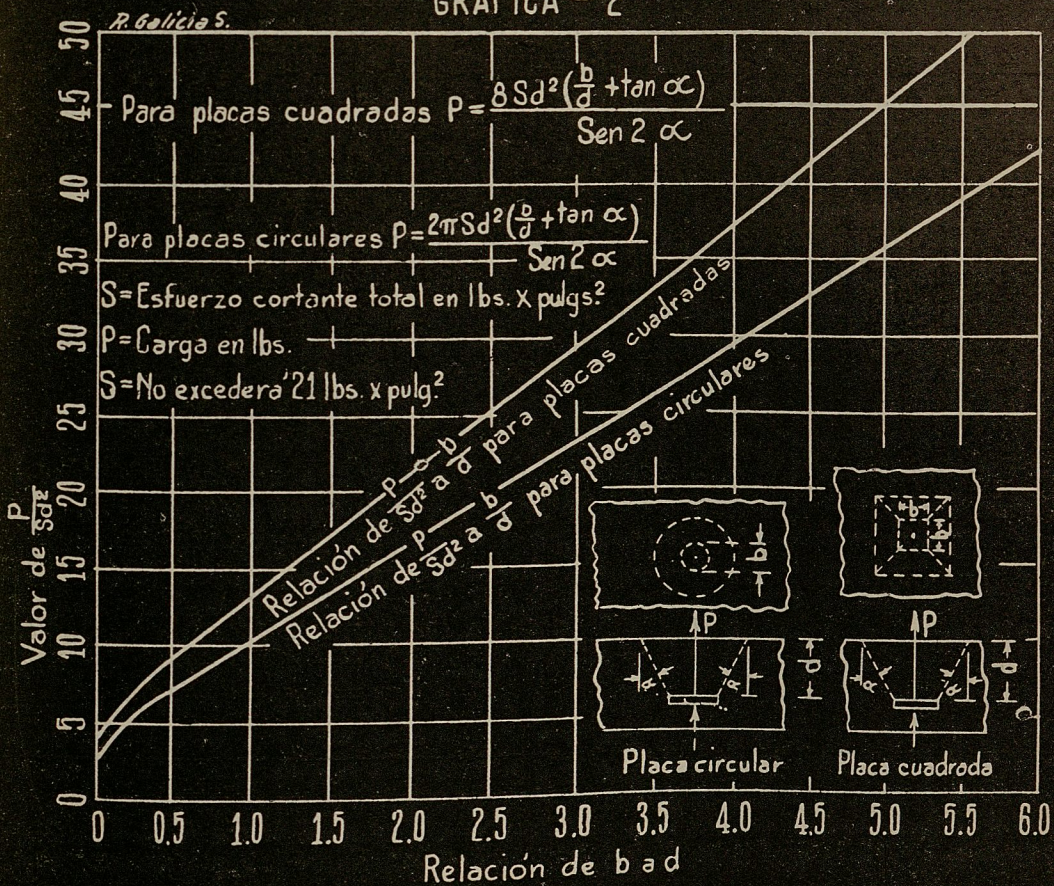
La expresión "esfuerzo cortante total",  $S$  en las fórmulas, se refiere al promedio del esfuerzo cortante unitario. Debido a la compresibilidad del material aparece una falla parcial inicial en el plano de crucero en la región de la placa de anclaje, y entonces la resistencia está ahí disminuida. Puesto que toda la superficie inclinada del tronco o hueco, ha

# GRAFICA - 1



La valuación de la potencia de sujeción de las placas de anclaje empotradas, ya sean circulares o cuadradas, puede ser determinada rápidamente por medio de las gráficas y las fórmulas anteriormente anotadas. La gráfica 1 muestra la variación del ángulo  $\alpha$  con la relación de  $b$  a  $d$  para producir el esfuerzo cortante máximo. La variación de la relación  $\frac{P}{S d^2}$  con la de  $b$  a  $d$ , se muestra en las curvas de la gráfica 2. Las curvas omiten el peso del material desplazado.

# GRAFICA - 2



sido afectada, no debe usarse para  $S$  un valor promedio demasiado castigado, como base del cálculo.

Para usar las curvas y fórmulas, supónganse  $b$  y  $d$  encuentrese el valor del ángulo  $a$  desde la curva  $\frac{b}{d}$ ; compruébese con las curvas  $\frac{P}{8d^2}$  para ver que los valores no excedan los límites fijados por esas curvas. Si es satisfactorio, determínese la fuerza de rotación para las placas, por medio de las fórmulas.

Para un anclaje profundo en tierra, sería mejor suponer una concavidad en forma de cráter reventado tal, que se tomaría para  $a$  un valor promedio, en cuyo caso el peso del material desplazado sería añadido al valor de  $P$  determinado por medio de las fórmulas arriba citadas.

La prueba de falla en forma de cráter ( $a$  variando) con desplazamientos amplios en materiales granulares, por ejemplo: en donde la masa es gran-

de y el plano de falla es un paraboloide, está dada por una erupción volcánica.

La curva  $b/d$  muestra un rasgo interesante de los anclajes, esto es, donde la placa empotrada es pequeña o está ausente, la falla ocurrirá por esfuerzo cortante a lo largo de la superficie del miembro de tensión del anclaje. De aquí que las curvas no se apliquen a anclajes comunes superficiales, tales como: lechada y fibra de plomo; pijas y pernos de máquinas resguardados con fierro dulce; anclajes de tornillos de expansión en máquinas guía; pernos guías remachados en el anclaje; y (si son muy superficiales), tornillos helicoidales-anclajes de tipo fundido en el lugar.

Las fórmulas no se aplicarán a tierras conteniendo lodos, ni tampoco a ningún material que fragüe inmediatamente en el agujero producido.—(Virgil A. Eberly. Departamento de Caminos. Columbus, Ohio.)



#### DEFENSA DE LOS ARBOLES EN LA GUERRA Y EN LA PAZ

Por E. P. Felt. 320 pág. Orange Judd Pub. Co., 15 East 26th St. St. New York.

Una parte considerable de este libro está dirigida a los ingenieros encargados de los trabajos de construcción que pueden ocasionar la pérdida de árboles útiles si no son tratados convenientemente, o pueden, si se ejecutan dichos trabajos de acuerdo con los métodos delineados, hacer posible la preservación de árboles que deberán conservarse para ornato o utilidad. En un esfuerzo aparente para dar

al libro una característica relacionada con la guerra, hay un canevá, a través de cuyo conjunto, el autor establece una discusión en cuanto a los árboles como protección contra un ataque aéreo. Esto es desafortunado, especialmente porque con respecto a todo cuanto se ha dicho sobre este tema, no está en armonía con lo que se ha aceptado en la práctica del disfrazamiento.

Las autoridades de obras públicas oficiales que estén interesadas en la plantación de árboles, encontrarán en este libro, amplia información sobre la adaptabilidad de varios tipos de árboles, a las condiciones urbanas.—M. S. G.

*Presentamos en nuestra portada el magnífico dibujo del señor arquitecto Manuel Hernández Sastré, del Departamento de Proyectos de la Comisión Nacional de Irrigación, mostrando en perspectiva aérea la cortina de la Presa "Las Vírgenes", en construcción, sobre el Río San Pedro, en el Estado de Chihuahua, y correspondiente al Distrito de Riego Núm. 5, Delicias, Chib.*

*La cortina de la Presa es del tipo de machones de cabeza redonda; altura máxima de la cortina, 50 m.; longitud de la corona, 235 m.; ancho de la corona, 5 m.; capacidad total de almacenamiento, 425 millones de m<sup>3</sup>. Parte del vertedor de demasías está ubicado en la cortina y parte en la margen derecha. Su gasto máximo es de 6,000 m<sup>3</sup>/seg. La obra de toma está constituida por tuberías que pasan a través de los machones, siendo su gasto máximo de 35 m<sup>3</sup>/seg.*