

(Informe Interno del Laboratorio)

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA
I COLOQUIO NACIONAL
JUNIO - JULIO 1971
SANTIAGO - CHILE

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS HIDRAULICAS Y DE LOS
PROBLEMAS DE FUNCIONAMIENTO DE
UN AFORADOR DE ESTRECHAMIENTO

por Ramón Fuentes Aguilar (+)
Rubén Gennero Meneses (++)
Ricardo Sepúlveda Wolf (++)

I.- INTRODUCCION :

El desarrollo moderno de los sistemas de irrigación puede pasarse hoy cada vez me nos del empleo de instrumentos para la medida de gas tos que sean simples y exactos.

En el hecho, el problema ha preo cupado a muchos investigadores en diferentes países. Empero, las estructuras que hemos podido estudiar ado lecen generalmente de uno o más de tres defectos impor tantes :

a) Son complicadas de construir, al menos dentro de la modesta tecnología de campo que poseemos en Chile, (Aparatos de DE MARCHI (1), FLAT-V-WEIR (2), por ejemplo).

b) En otras sus características están dadas a través de fórmulas empíricas globales, cuyo rango de validez es dudoso (PARSHALL (3), por ejemplo).

(+) Ingeniero Jefe, Laboratorio de Hidráulica de la Universidad de Chile.

(++) Egresado de Ingeniería Civil, Universidad de Chile.
Realiza su Tesis en el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad de Chile.

c) Por último, la mayoría de ellos no consideran problemas tales como la posibilidad de embanque, la influencia de la vegetación etc.,.

Debido a estos factores es que nuestro Laboratorio ha emprendido el diseño y el ensayo sistemático de una estructura susceptible de resolver estos inconvenientes, o bien al menos de dar sus límites precisos de influencia.

La estructura ensayada se esquematiza en la Figura No. 1. La ausencia de barrera evita en buena parte el embanque, al menos dentro de la estructura y el ángulo de entrada evita los torbellinos que se producen en una entrada en forma de cuarto de círculo, debido a la formación de una zona de estancamiento de extensión considerable.

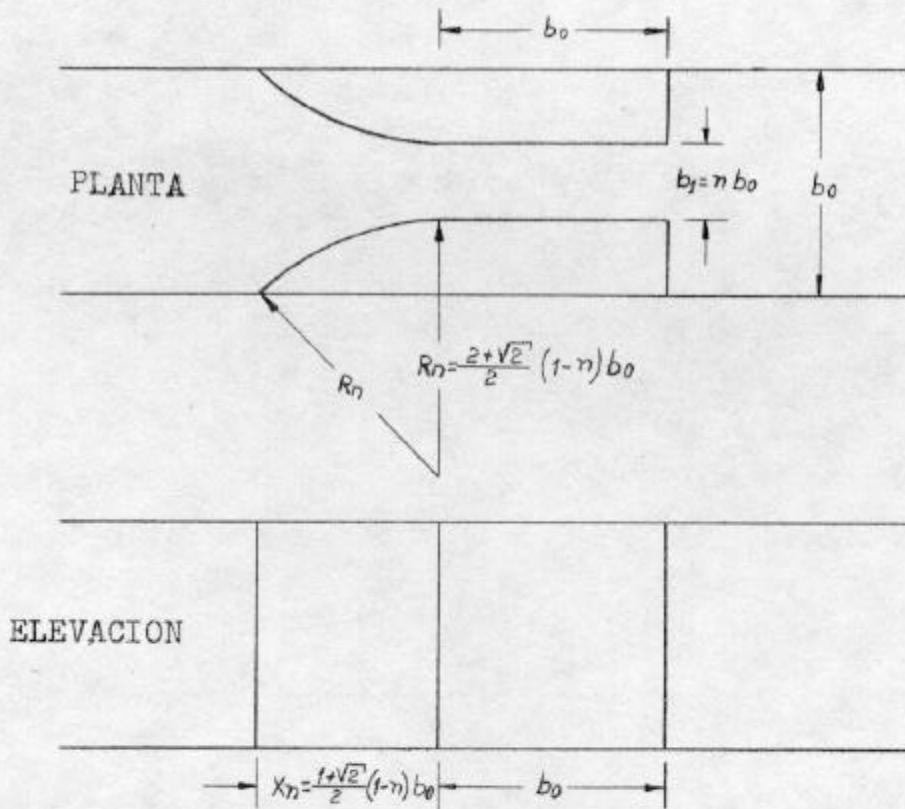


FIGURA N° 1

En la etapa que hemos desarrollado hasta ahora, nos hemos ocupado de la determinación del coeficiente de gasto de la estructura, de la submergencia, de la capa límite en la garganta, de la razón de angostamiento, del efecto de escala y de las condiciones a la entrada.

Reservamos para una etapa futura inmediata el estudio de la influencia de condiciones especiales de funcionamiento, tales como la influencia de la vegetación, de la sedimentación, del emplear este aparato en canales para los que no fue diseñado originalmente, etc.,.

II.- COEFICIENTES DE GASTO :

En una estructura de este tipo, pueden definirse dos importantes (Figura No. 2).

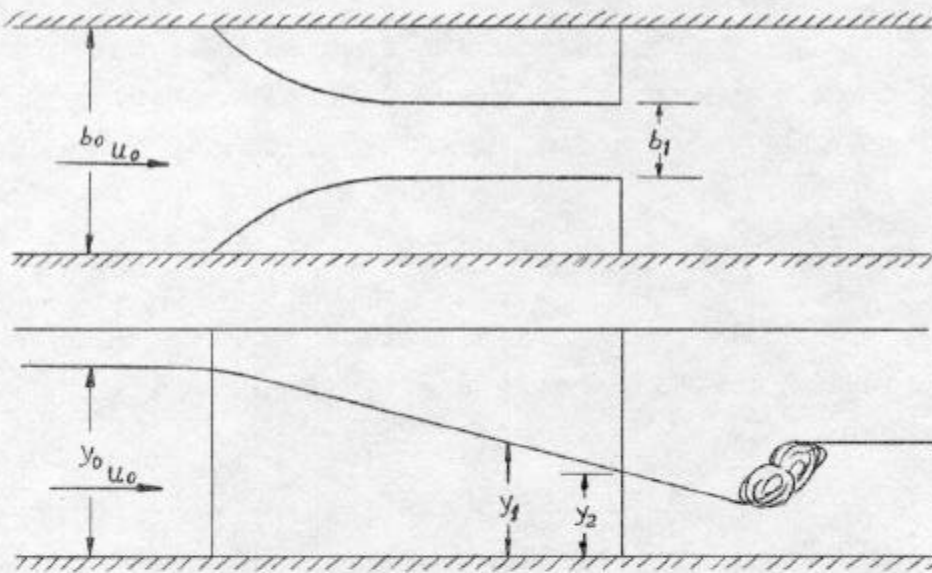


FIGURA N° 2

En la etapa que hemos desarrollada hasta ahora, nos hemos ocupado de la determinación del coeficiente de gasto de la estructura, de la submergencia, de la capa límite en la garganta, de la razón de angostamiento, del efecto de escala y de las condiciones a la entrada.

Reservamos para una etapa futura inmediata el estudio de la influencia de condiciones especiales de funcionamiento, tales como la influencia de la vegetación, de la sedimentación, del emplear este aparato en canales para los que no fue diseñado originalmente, etc.,.

II.- COEFICIENTES DE GASTO :

En una estructura de este tipo, pueden definirse dos importantes (Figura No. 2).

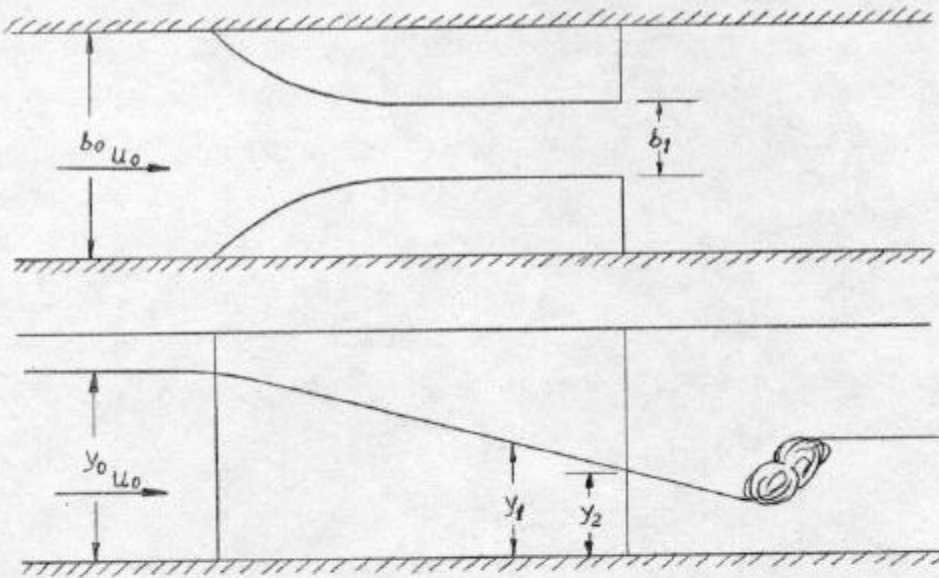


FIGURA N° 2

$$C_{Q0} = \frac{Q}{b_0 y_0 \sqrt{2g y_0}} \dots (1) \text{ o bien}$$

$$C_{Q1} = \frac{Q}{b_1 B_0 \sqrt{2g B_0}} \dots (2)$$

en donde : Q es el gasto y

$B_0 = y_0 + u_0^2 / 2g$. (3) es el Bernoulli aguas arriba del estrechamiento.

Ambos coeficientes pueden relacionarse entre sí eliminando Q entre las ecuaciones (1) y (2) y combinando con la (3). Se obtiene :

$$C_{Q1} = \frac{n C_{Q0}}{(1 + C_{Q0}^2)^{3/2}} \dots (4) \quad (n = b_1/b_0)$$

III.- CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE GASTO - APROXIMACION DE " DE MARCHI " :

Ella consiste en suponer que, en el estrechamiento existe un escurrimiento crítico a filetes paralelos y que no hay pérdida de carga, caso en el cual :

$$B_0 = \frac{3}{2} y_{c1} \dots (5)$$

en donde y_{c1} es la profundidad crítica correspondiente al gasto unitario en la sección estrechada.

Se encuentra así :

$$C_{Q1} = \frac{2}{3} \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,385 , \text{ valor que permite}$$

calcular C_{Q0} para cada valor de la razón \underline{n} .

IV.- ESTUDIO GENERAL DE LOS PARAMETROS SUSCEPTIBLES DE MODIFICAR C_Q :

Tendremos en general :

$$Q = Q (b_0, b_1, y_0, g, \rho, \mu) \dots (6)$$

lo que nos permite obtener, por condiciones de análisis dimensional :

$$C_{Q0} = C_{Q0} (n, \frac{y_0}{b_0}, Re) \dots (7)$$

(el número de Reynolds Re que hemos empleado es $\frac{u_{c1} L}{\nu}$, en donde L es la longitud total de la estructura y u_{c1} , es la velocidad crítica en el angostamiento).

La función (7) ha sido estudiada en forma experimental. (+).

V.- EXPERIENCIAS :

Las experiencias se han realizado variando los diferentes parámetros de acuerdo al siguiente cuadro :

$$n = (\frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{1}{2})$$

$$\frac{y_0}{b_0} (0,28, 2,75)$$

La escala se ha variado tres veces, tomándose :

$$b_0 = 20 \text{ cm}, 40 \text{ cm y } 120 \text{ cm}.$$

(+) Se ha dado un modelo teórico para $C_Q = C_Q (n, y_1/B_0)$ pero él no nos ha dado aún resultados prácticos, pues depende de la magnitud y_1 , que no es accesible fácilmente a la medida como y_0 .

El gasto se varió entre 2 l:s y 500 l:s.

Además se ha estudiado en forma cuidadosa la submergencia y las condiciones de entrada, o sea la influencia del valor del coeficiente α de Coriolis que la corriente afluyente posee sobre el coeficiente de gasto C_{Q_0} .

Se ha explorado igualmente la capa límite en la garganta.

VI.- RESULTADOS :

Hemos dado aquí, a título de ejemplo, una muestra de los resultados experimentales obtenidos, los que están esquematizados sobre las Figuras Nos. 3 y 4.

Sobre la Figura No. 3 puede verse la evolución que sufre C_{Q_0} en función de y_0/b_0 para dos escalas diferentes ; se ve que la variación de C_{Q_0} con y_0/b_0 está lejos de ser despreciable (40%) y que el valor teórico de DE MARCHI (1) y los experimentales de MAZA (4) y BALLOFFET (3) obtenidos en estructuras parecidas, sólo pueden ser consideradas un promedio razonable de C_{Q_0} dentro de un cierto rango de y_0/b_0 .

En la Figura No. 4 se observa la influencia de una modificación de las condiciones a la entrada. Ella modifica poco el coeficiente de gasto C_{Q_0} haciéndolo más pequeño en un 1% respecto al de un canal con una entrada libre de obstáculos.

No se incluyen aquí por brevedad los resultados respecto a la submergencia y la capa límite.

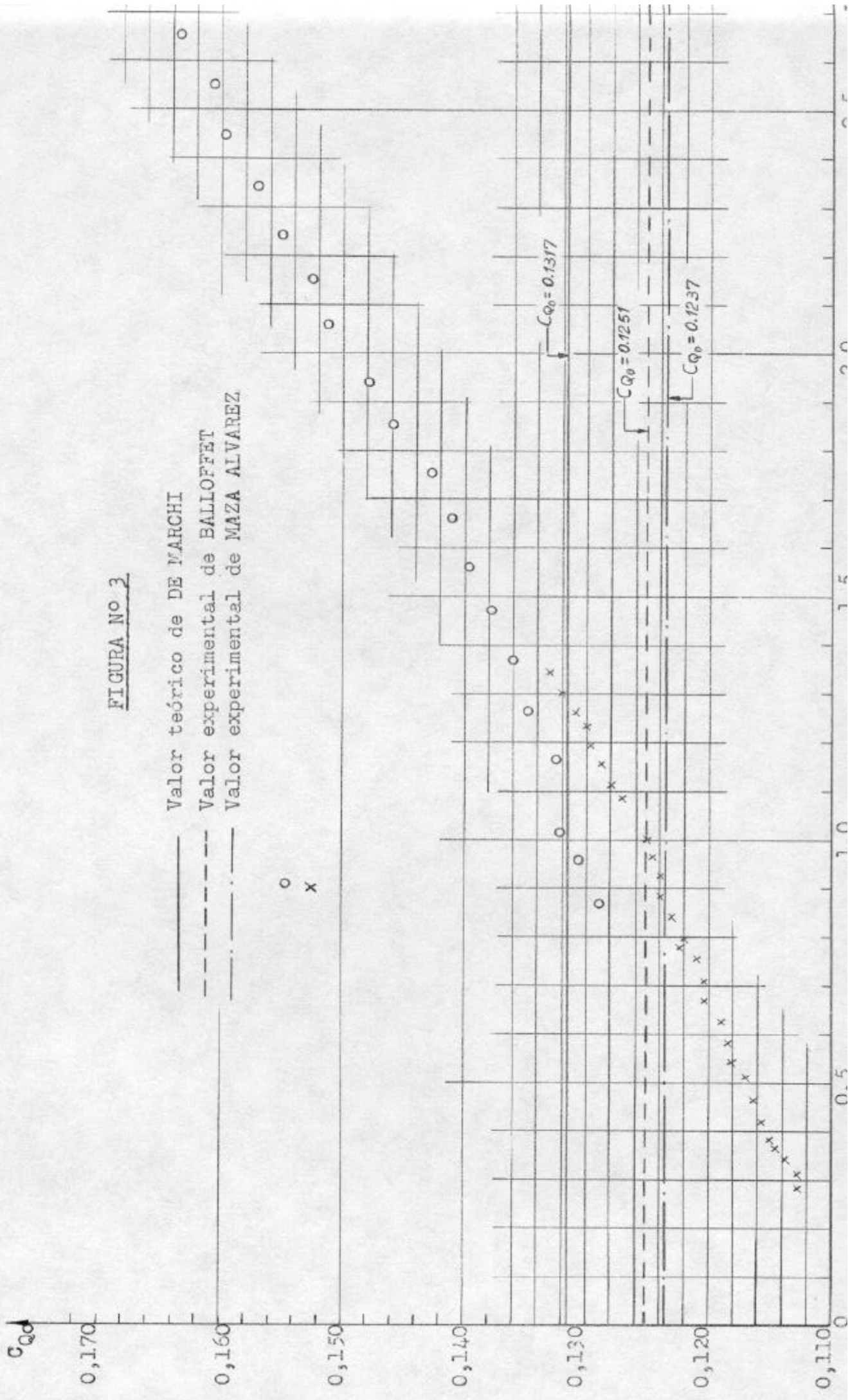
VII.- ETAPA FUTURA :

Se estudiará el efecto de la sedimentación y la vegetación sobre el coeficiente de gasto, toda vez que la influencia de los factores hidráulicos clásicos está cubierta ya por el actual estudio.

REFERENCIAS

1. G. De Marchi, " Nozione di Idraulica ", Ed. Agrícola la Bologna, 1948.
2. W.R. White, " The Flat-Vee-Weir". Water and water Engineering, Jan 1968.
3. A. Balloffet, " Aforadores de Resalto ". Revista de Ciencia y Técnica, vol. 112, No. 559, Enero 1949.
4. J.A. Maza y W. Zambrana, " Aforador de gasto constante tipo Venturi ". III Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Volumén II, Diciembre 1968, pp. HO40-HO47.
5. R.L. Parshall, " The Parshall measuring flume " Boletín 423, Marzo 1936.
6. F.J. Domínguez, " Hidráulica ", Edit. Universitaria, 1959, Santiago de Chile.
7. E. Goligorsky, " Salto Aforador ". Revista de la Ingeniería, No. 798, 1941.
8. A.J.M. Harrison, " The Streamlined Broad-Crested Weir"
9. A.J.M. Harrison, " Relative merits of various types of hydraulics structures for flow measurements in open channels ". Hydraulic Research Station. Overseas Engineers Course, 1968.
10. Neyrpic, " Umbrales aforadores ".
11. A.R. Robinson, " Trapezoidal Measuring Flumes for determining discharges in steep ephemerals streams " Colorado State University Research Foundation. Civil Engineering Section. Fort Collins, Colorado, February 1951.
12. P.L. Rossi, " Sur un type particulier de jaugeur de debit pour courants a surface libre " (Parabolic flume Type S). Pubblicazioni della Facoltà D'Ingegneria di Pisa. XVI Serie No. 761.

FIGURA NO 3



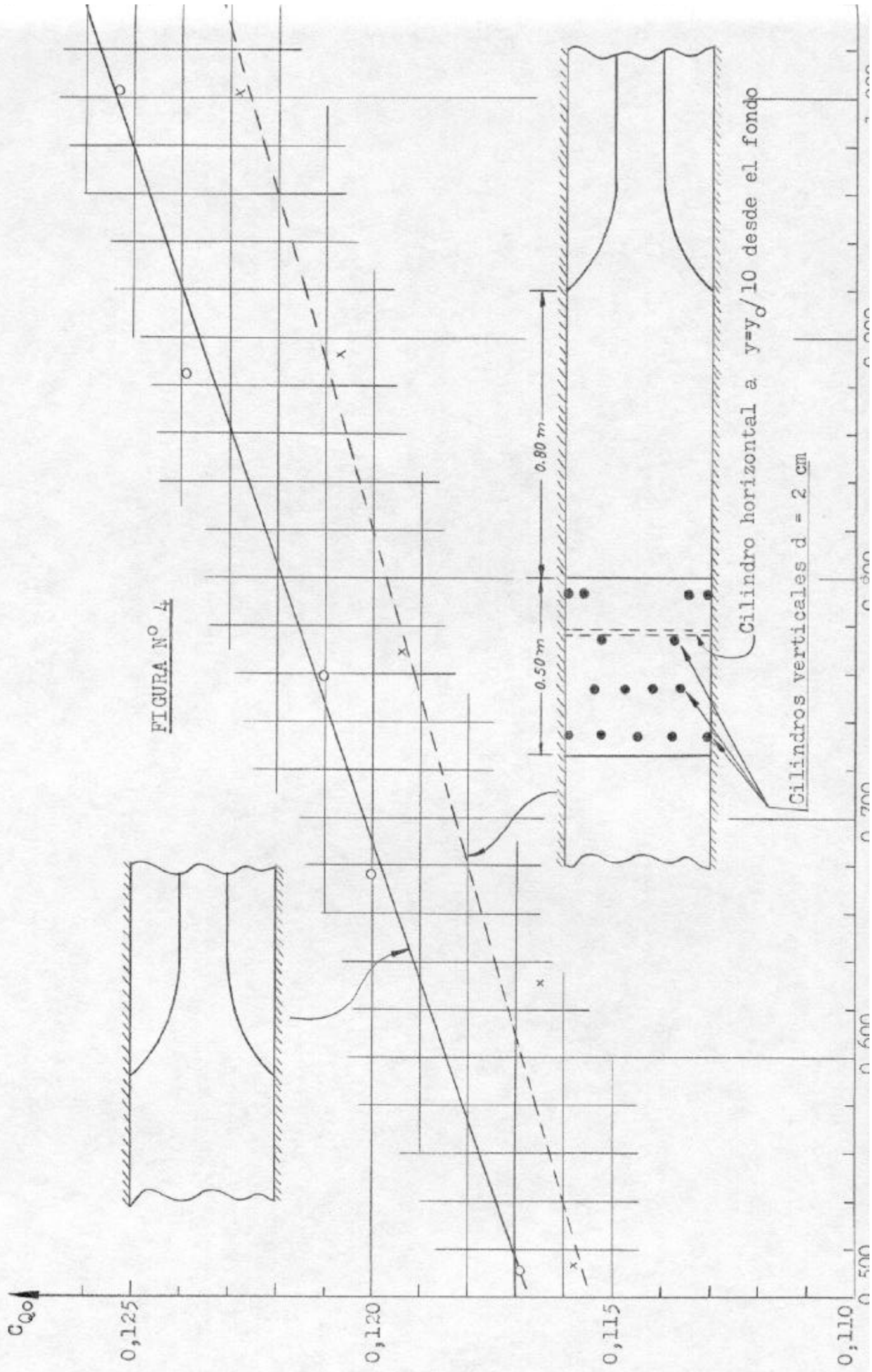


FIGURA N° 4