

ACCION DINAMICA DEL AGUA EN UNA PRESA

SOLUCION DE WESTERGAARD

Durante un evento sísmico las paredes del embalse (fondo del embalse y paramento aguas arriba de la presa) están sometidas a movimientos. Estos movimientos generan en el agua del embalse ondas de presión.

La primera aproximación a este fenómeno fue propuesta por WESTERGAARD (VII-92), quien calculó la repartición de presiones sobre una pantalla vertical que limita a un embalse semi infinito de profundidad constante en la hipótesis de un movimiento horizontal armónico de la pantalla de período T.

La solución exacta está dada bajo la forma de un desarrollo en serie:

$$P = \frac{8\alpha \gamma h}{\pi^2} \sum_{1,3,5,\dots,n}^{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2 C_n} \operatorname{sen} o \frac{n\pi y}{2h} \quad \text{con} \quad C_n = \left(1 - \frac{16}{n^2} \cdot \frac{\gamma h^2}{g\varepsilon T^2}\right)^{0,5}$$

: O también,

$$C_n = \left(1 - \frac{1}{n^2} \cdot \frac{T_o^2}{T^2}\right)^{0,5} \quad \text{en que} \quad T_o = \frac{4h}{\sqrt{\varepsilon/\rho}} = \frac{4h}{c}$$

P = presión sobre el muro

α = coeficiente sísmico

γ = peso específico del agua

h = profundidad del embalse

ε = módulo de elasticidad del agua

T = período de movimiento del muro

T_o = período propio del embalse

ρ = densidad del agua

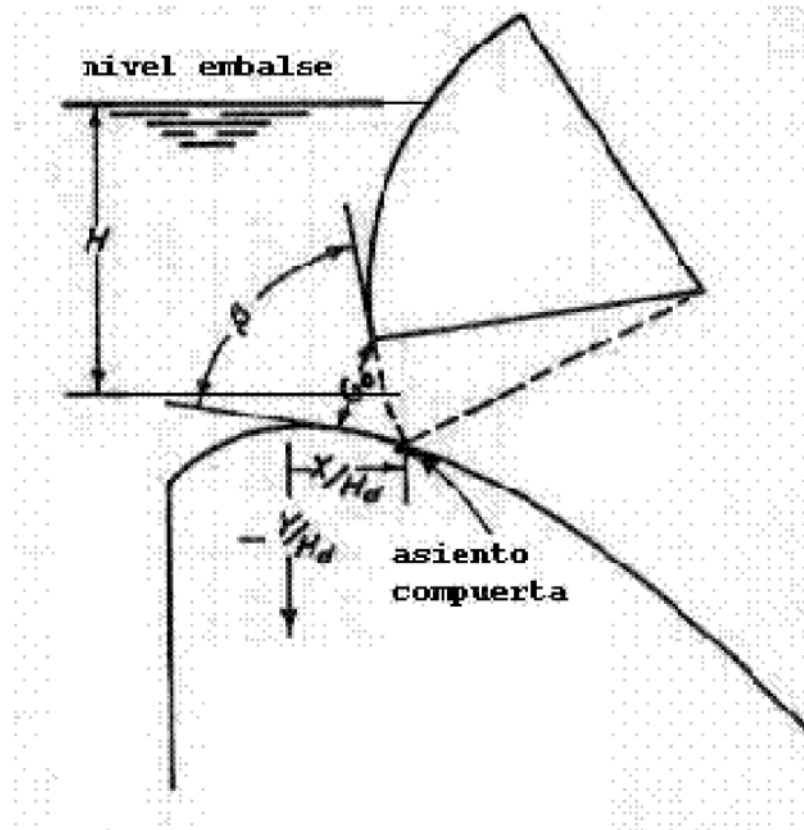
c = velocidad de las ondas de compresión en el agua (aprox. 1440 m/s)

Dado que el período propio del embalse T_o resulta pequeño en relación al período propio del muro, se puede despreciar el término correctivo de C_n , estableciéndose la siguiente expresión para la presión dinámica:

$$P_y = 7/8 \alpha \gamma h_y^{1/2} \quad \text{por lo que la fuerza aplicada resulta} \quad F = 7/12 \alpha \gamma h^2$$

La fuerza F se aplica en un punto situado a 2/5 de la altura del agua a partir de la base.

COMPUERTA DE SECTOR

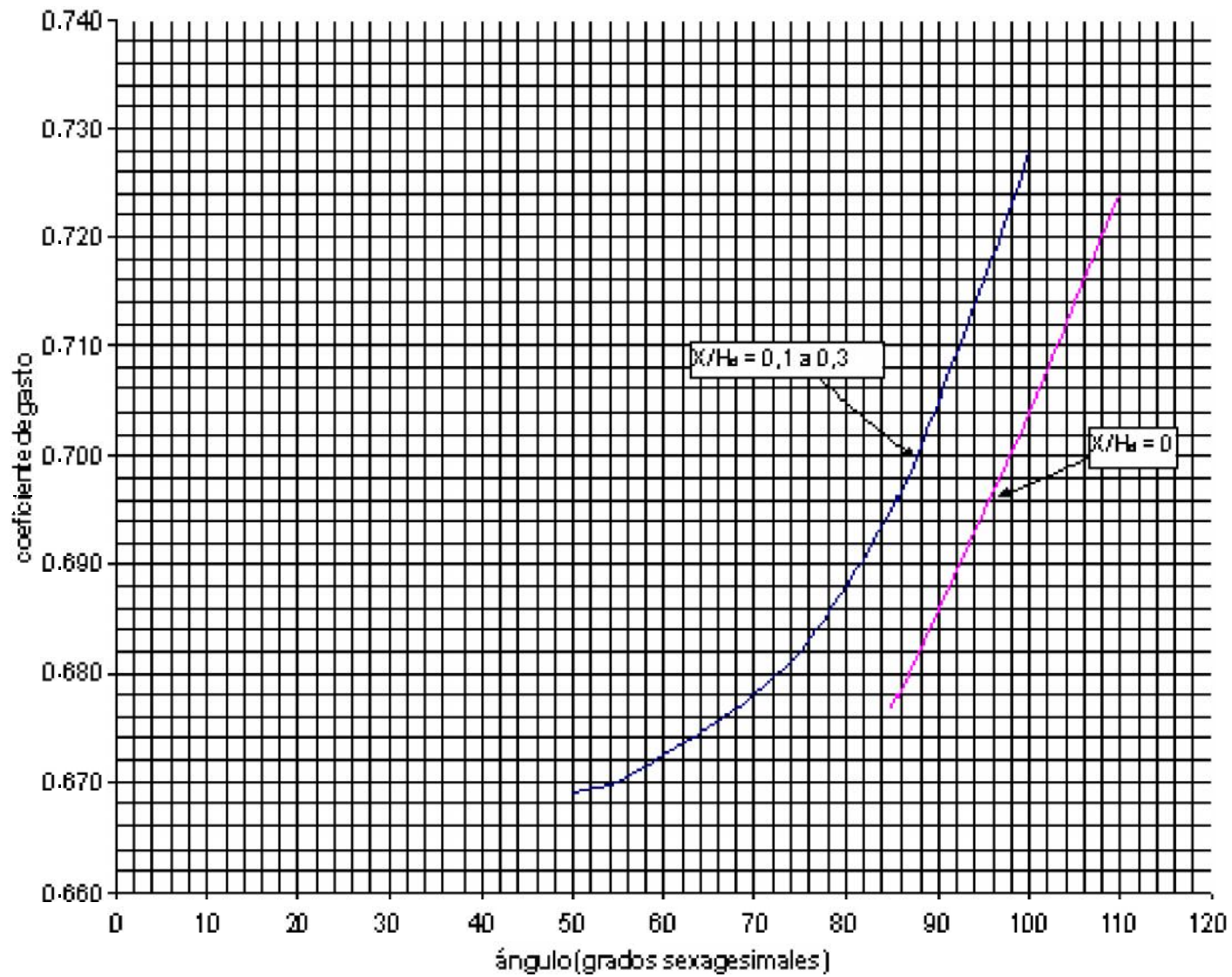


$$Q = C G_o B (2gH)^{0,5}$$

Curva diseño vertedero

$$X^{1.85} = -2 H_d^{0.85} Y$$

Compuerta de Sector



TUNEL

Q salida	385 m ³ /seg	sección int.	27.55 m ²	cota entreda	1091
longitud	3826 m	sección exc.	31.51 m ²	cota salida	997
diámetro útil	5.4 m	sección hor.	3.96 m ²	cota verted.	1121
vel. Salida	19.37 m/seg	volumen exc.	120,557 m ³		
altura agua	3.44 m	vol.Hormigón	3,030 m ³		
Bernoulli	22.58 m				

Consideremos un canal de salida rectangular de ancho b y longitud L.

$$b_1 = 5.34 \text{ m} \qquad L_1 = 25 \text{ m}$$

Siendo h₁ la altura de agua en el canal, se tendrá, igualando Bernoulli:

$$h_1 + 0.051Q^2 / (5.34h_1)^2 = 22.58 \quad B = \text{Bernoulli} \qquad h_e \text{ (m)}$$

de donde $h_1 = 3.75 \text{ m} \quad U_1 = 19.21 \text{ m/seg} \quad F_1 = 2.66 \qquad 8.12$

DISEÑO DEL DISIPADOR

Se considerará un disipador de estanque tipo III (Diseño de Presas pequeñas, pág. 328)

Se requiere que el número de Froude se mayor que 4.5 para que el resalto sea estable.

Por lo anterior se fijará un ancho del estanque $b_2 = 10.68 \text{ m}$

Dado que el canal tiene un ancho de 5.34 m, se tendrá que diseñar una transición

Transición del canal rectangular al estanque

Se debe tener para el ángulo de deflexión A la siguiente relación:

$$\cot A = 3.375F \qquad F = 2.66$$

$$\cot A = 8.96$$

La longitud de la transición será $L_2 = 23.93$

Se considerará $L_2 = 24 \text{ m}$

La altura al inicio del estanque se obtiene de la ecuación de energía:

$$h_2 + 0,051Q^2 / (10,68 h_2)^2 = 22.58 \quad (\text{se desprecian pérdidas friccionales})$$

$$h_c = 5.11 \text{ m}$$

de donde $h_2 = 1.79 \text{ m}$ $U_2 = 20.19$ $F_2 = 4.83$ cumple

y $h_3/h_2 = 0.5((1+8F_2^2)^{0.5} - 1) = 6.35$

$h_3 = 11.33 \text{ m}$, (de acuerdo a lo recomendado, el tirante T_3 debe ser $1.05h_3$)

$T_3 = 11.89 \text{ m}$ $U_3 = 3.03 \text{ m/seg}$

la longitud del estanque será:

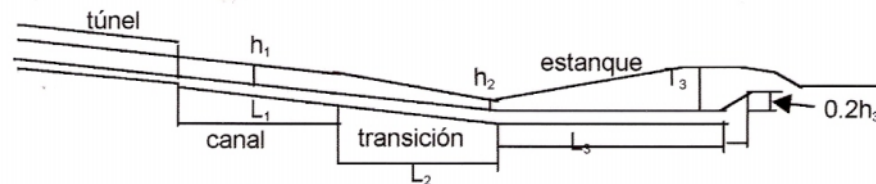
$L_3 = 3.75 h_3$ (Diseño de Presas Pequeñas, pág. 328)

$L_3 = 42.48 \text{ m}$, (se incrementará en aproximadamente 10% por seguridad)

luego $L_3 = 47 \text{ m}$



vista en planta



sección longitudinal

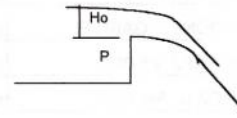
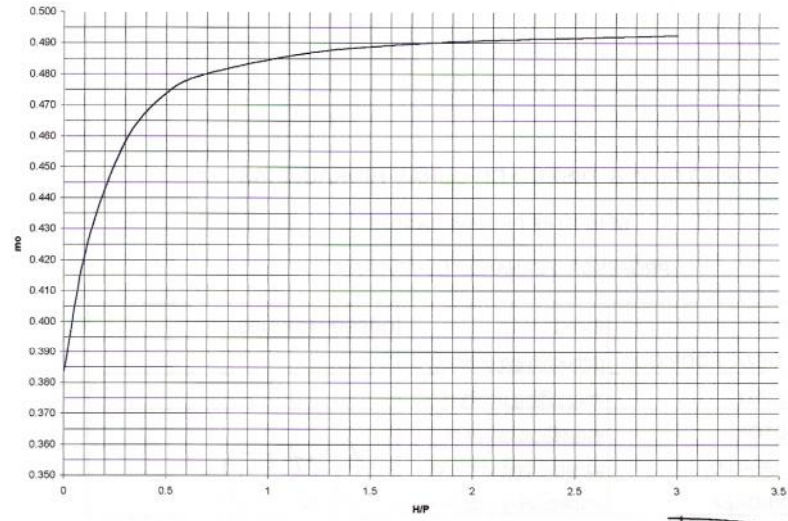
Cálculo Revancha:

Criterio Bureau: $R_1 = 0.8729 h^{0.5}$

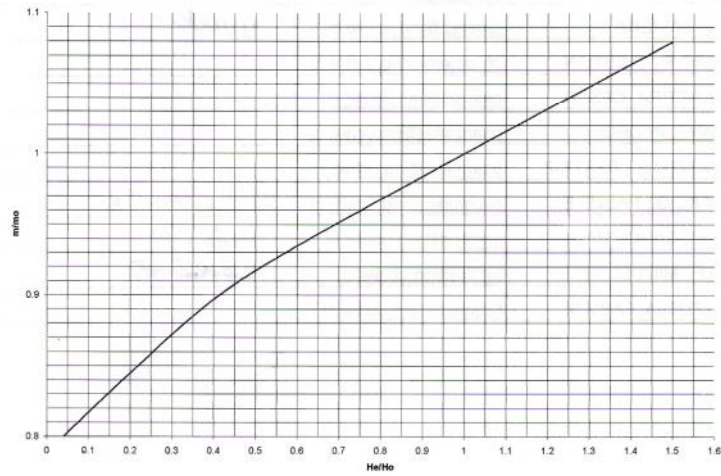
Criterio velocidad: $R_2 = 0.60 + 0.037Uh^{1/3}$

h	valor	U	R_1	R_2	h muro calc.	h adoptada
h_1	3.75	19.21	1.69	1.70	5.44	5.50
h_2	1.79	20.19	3.92	1.51	5.71	5.75
T_3	11.89	3.03	3.01	0.86	14.90	15.00

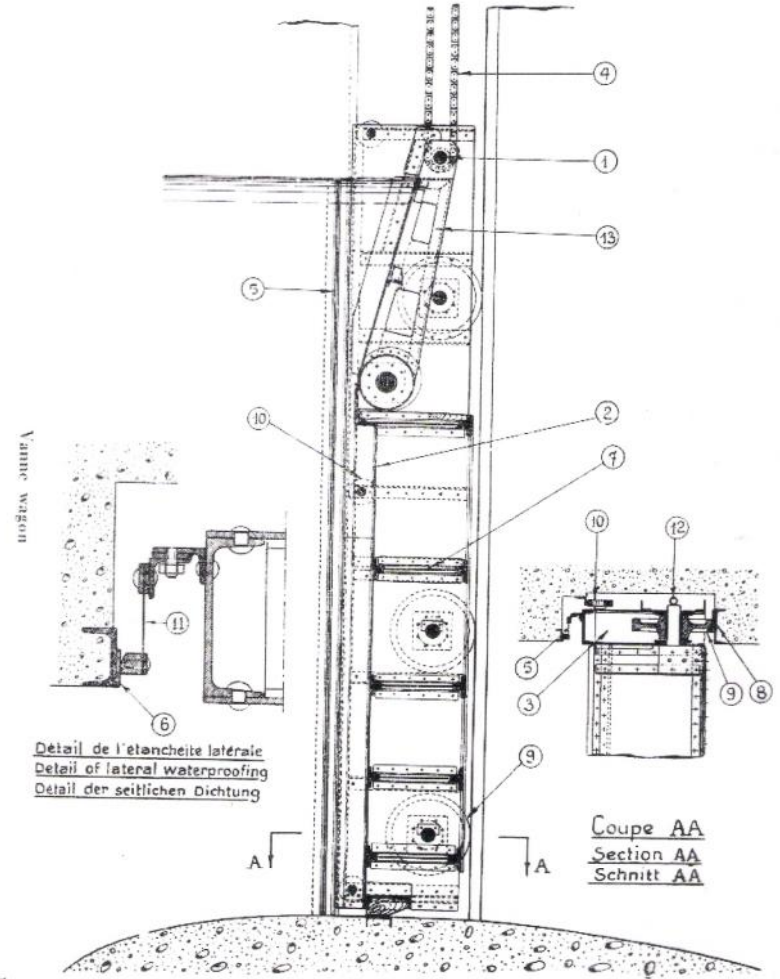
coeficiente de gasto



variación de coeficiente





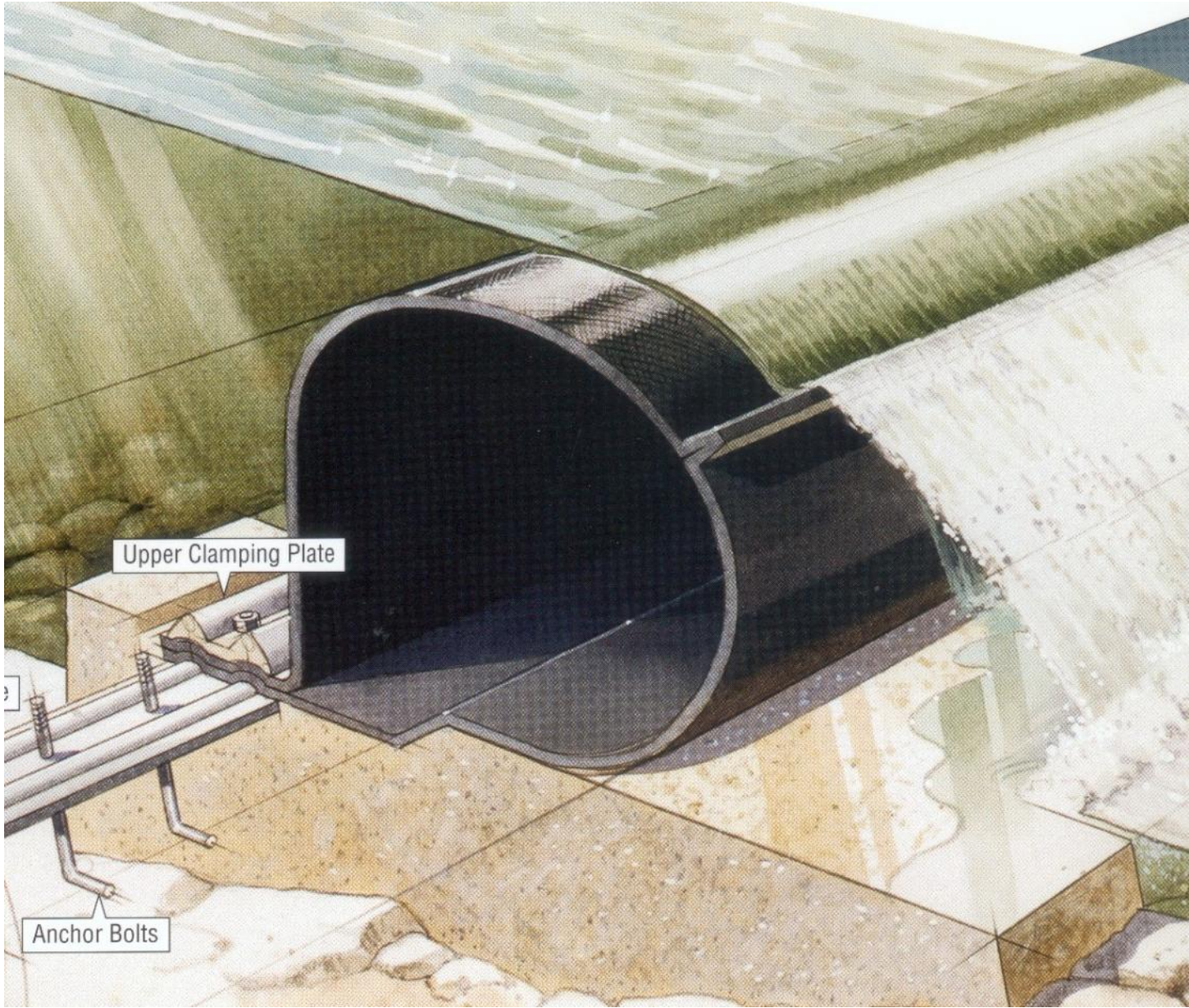


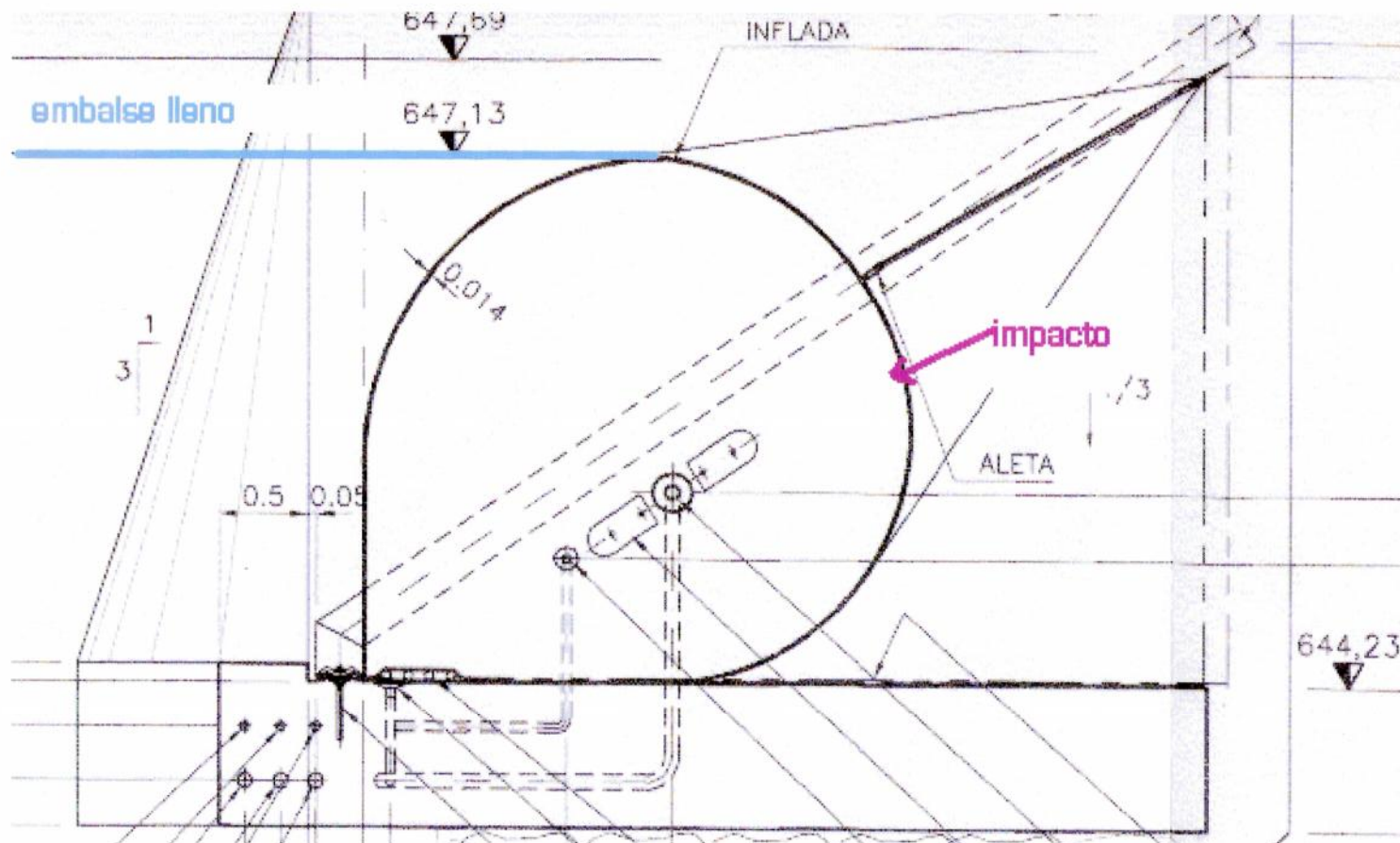
Vanne wagon

Détail de l'étanchéité latérale
 Detail of lateral waterproofing
 Detail der seitlichen Dichtung

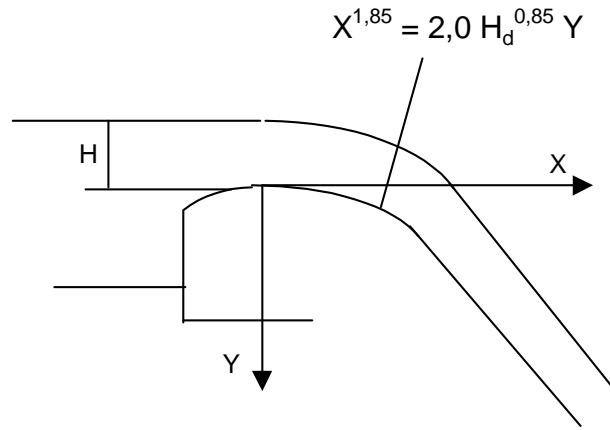
Coupe AA
 Section AA
 Schnitt AA

N° 3



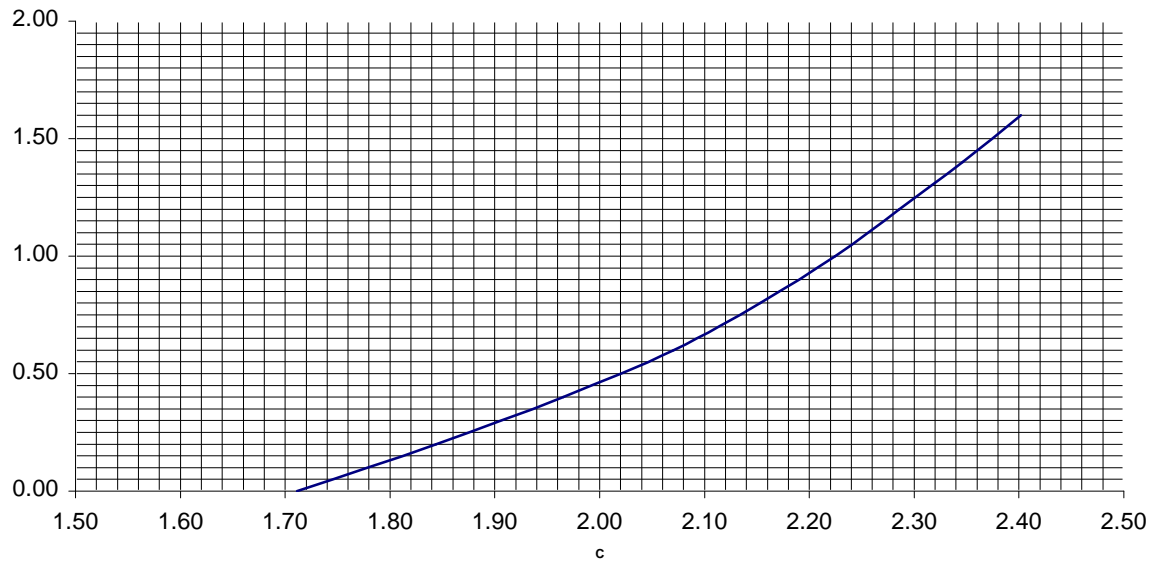


VERTEDERO LIBRE

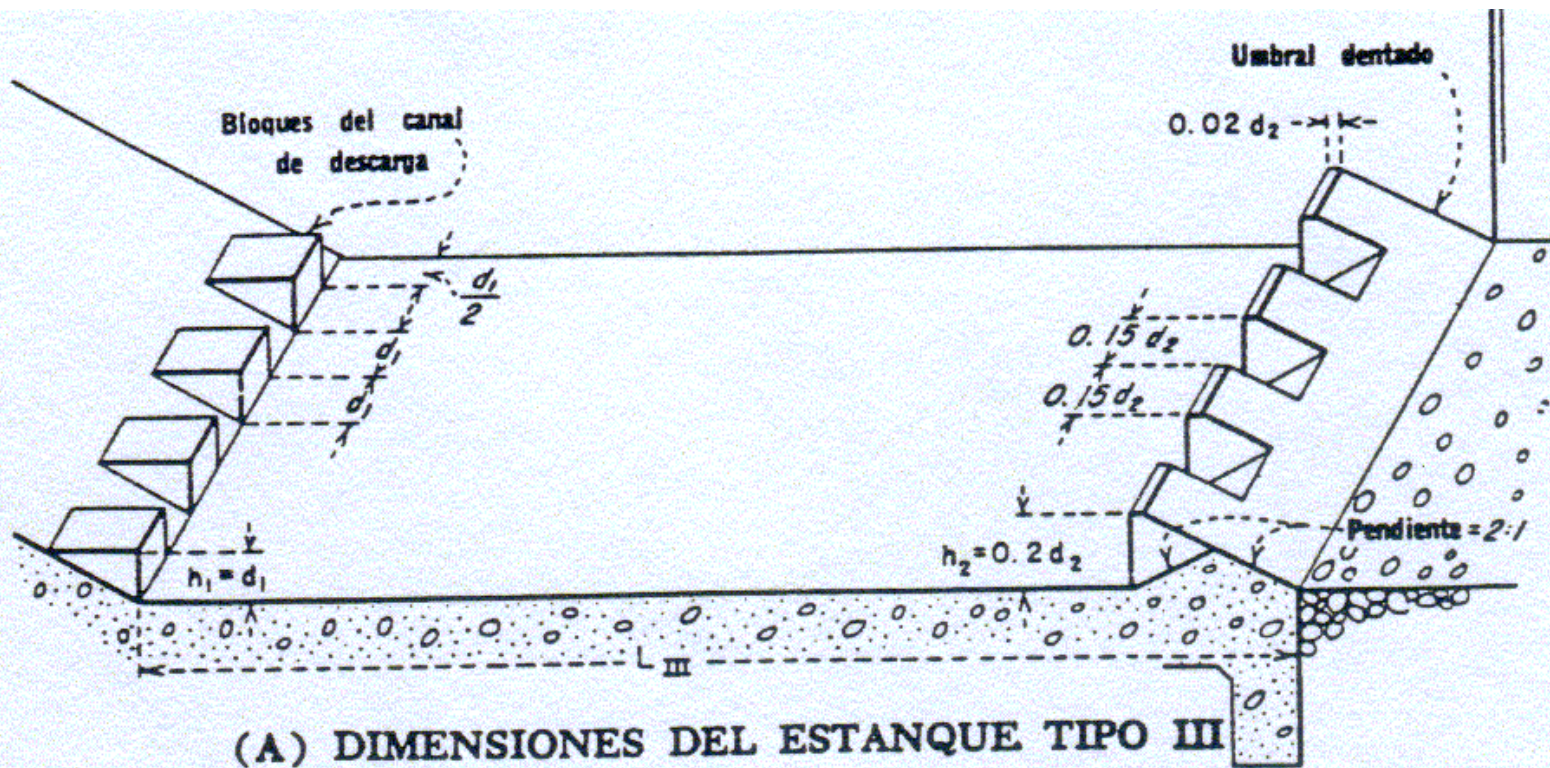


$$Q = C B H^{3/2}$$

COEFICIENTE VERTEDERO LIBRE







(A) DIMENSIONES DEL ESTANQUE TIPO III

SOCAVACION DE UN CHORRO VERTICAL

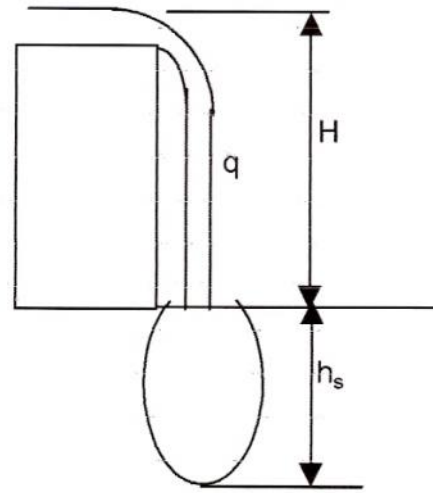
Fórmula de Veronese

$$h_s = 1,90 H^{0,225} q^{0,54}$$

h_s = profundidad de socavación (m)

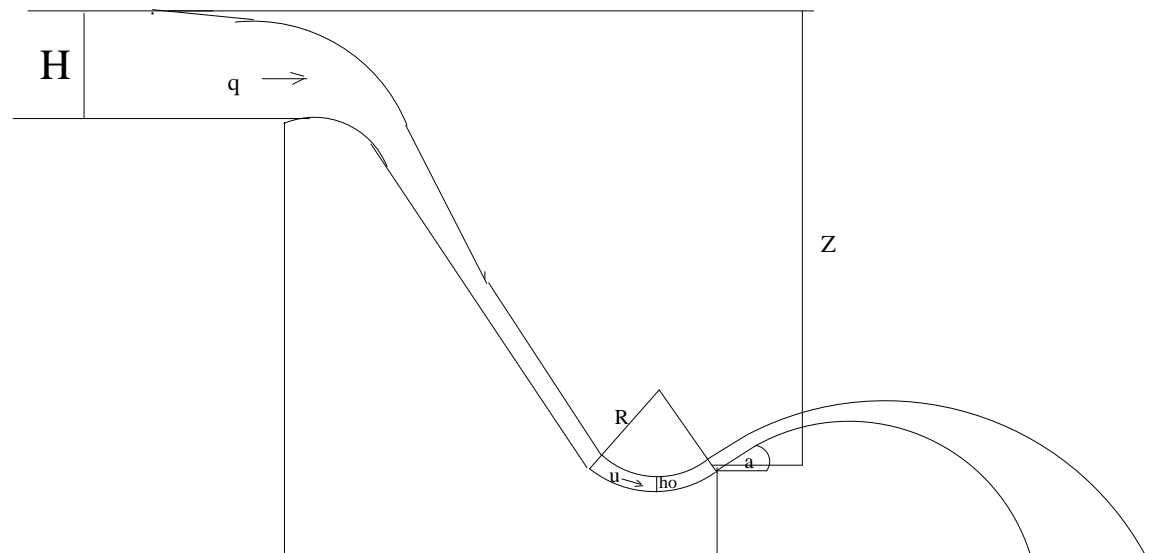
q = caudal por unidad de ancho (m^2/s)

H = energía efectiva del chorro (m)



DETALLES DE DISIPADOR SALTO EN SKI

En la figura se muestra un disipador del tipo Salto en Ski.



Se definen las siguientes variables:

Carga sobre vertedero = H (m)

Caudal unitario = q (m^2/seg)

Radio de la cuchara = R (m)

Altura agua en cuchara = h_0 (m)

Velocidad agua en cuchara = u (m/seg)

Angulo lanzamiento = a (grados sexagesimales)

Altura de caída = Z (m)

Número de Froude $F = u/(gh_0)^{1/2}$

Una fórmula empírica para calcular R es la siguiente:

$$R = t 10^q$$

En que $t = 0,305$

$$y \quad q = (u+6,4Z+4,88)/(3,6Z+19,52)$$

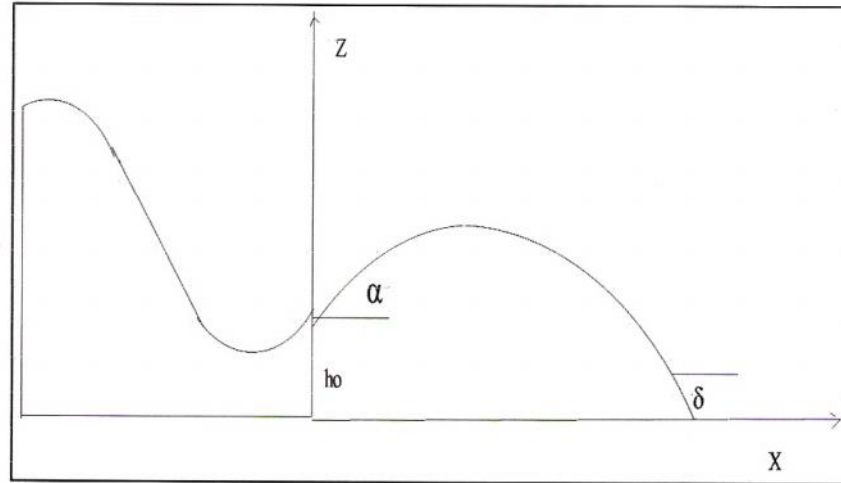
Para un funcionamiento adecuado deben cumplirse las siguientes condiciones:

- a) $4 < F < 10$
- b) Para valores de R entre 10 y 20 m, el flujo en la cuchara es circular
- c) El ángulo de lanzamiento debe variar entre 20° y 40°
- d) Las pérdidas de energía a lo largo del recorrido se pueden descomponer en de la siguiente forma, de acuerdo a mediciones realizadas por Engez en la presa de Elmali situada en Turquía.
 - 11,5% a lo largo del vertedero
 - 7,5% en la cuchara
 - 15% en el aire
 - 55% en el lugar de impacto
 - 11% en el resalto

La fórmula teórica, según el Bureau, para determinar la velocidad es $u = (2g(Z-0,5H))^{0,5}$

SOCAVACION DE UN CHORRO INCLINADO

SALTO DE SKI



$$z = h_0 + x \operatorname{tg} \alpha - g x^2 / (2v_0^2 \cos^2 \alpha)$$

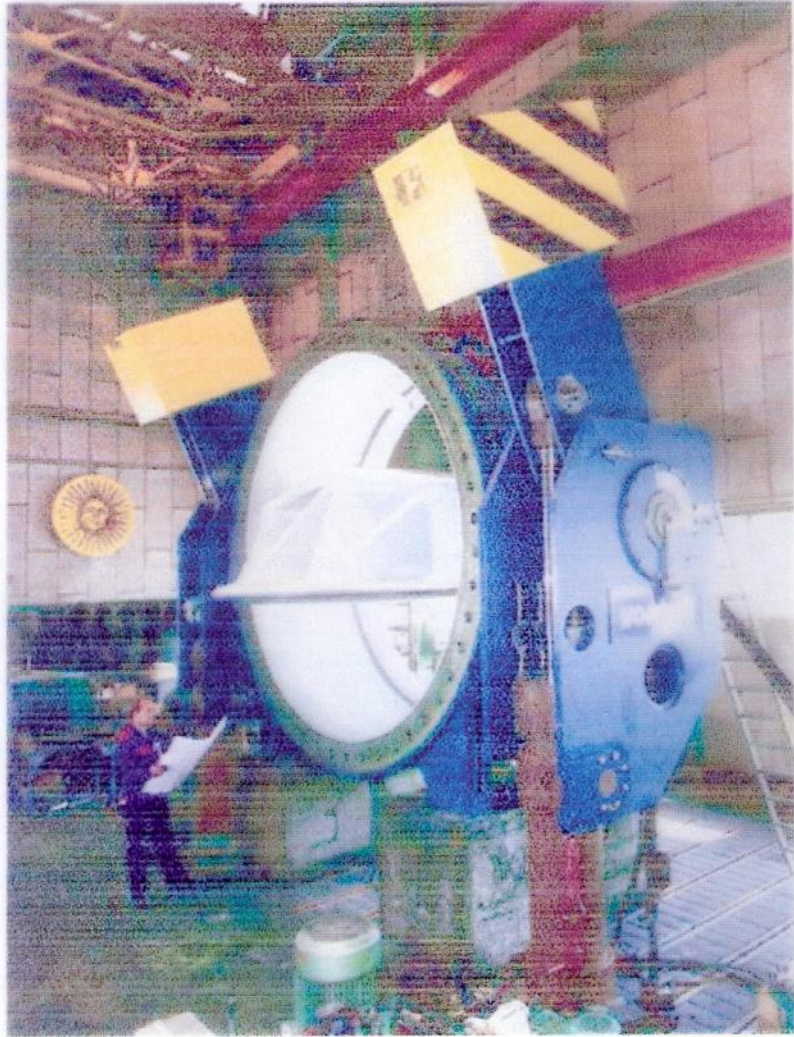
Fórmula de Veronese

$$h_s = 1,90 \operatorname{seno} \delta H^{0,225} q^{0,54}$$

h_s = profundidad de socavación (m)

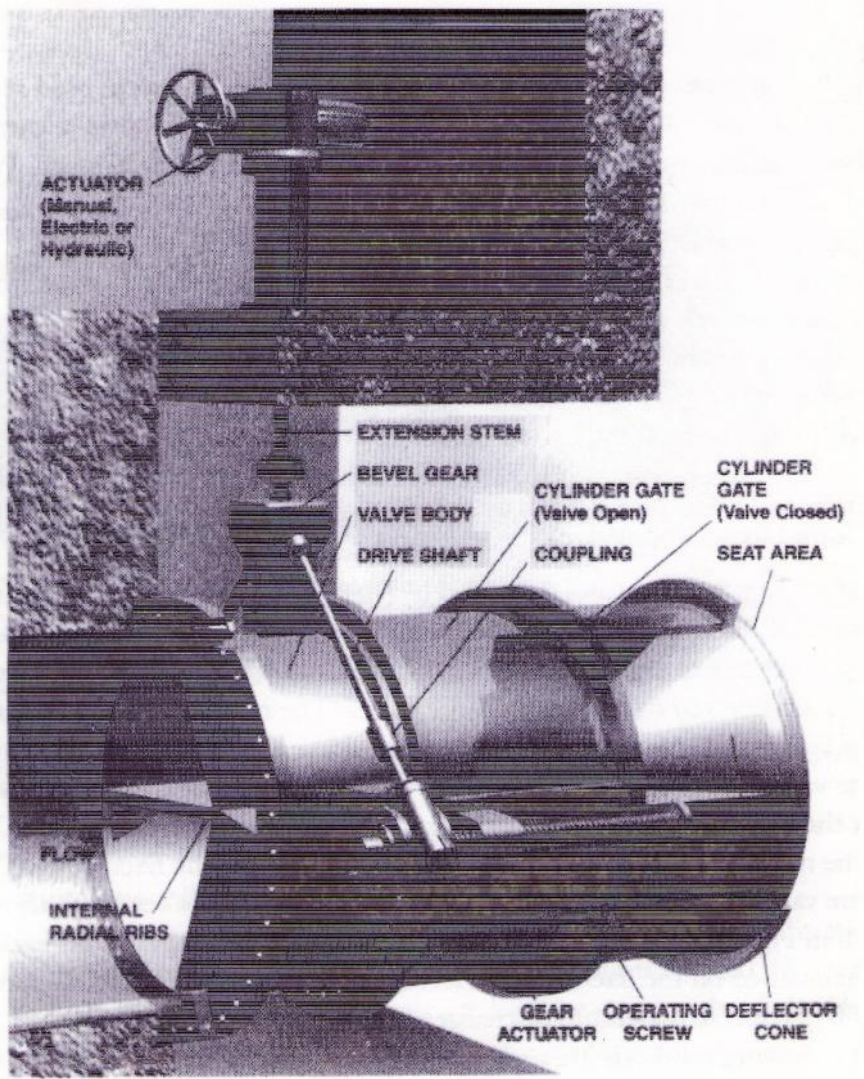
q = caudal por unidad de ancho (m^2/s)

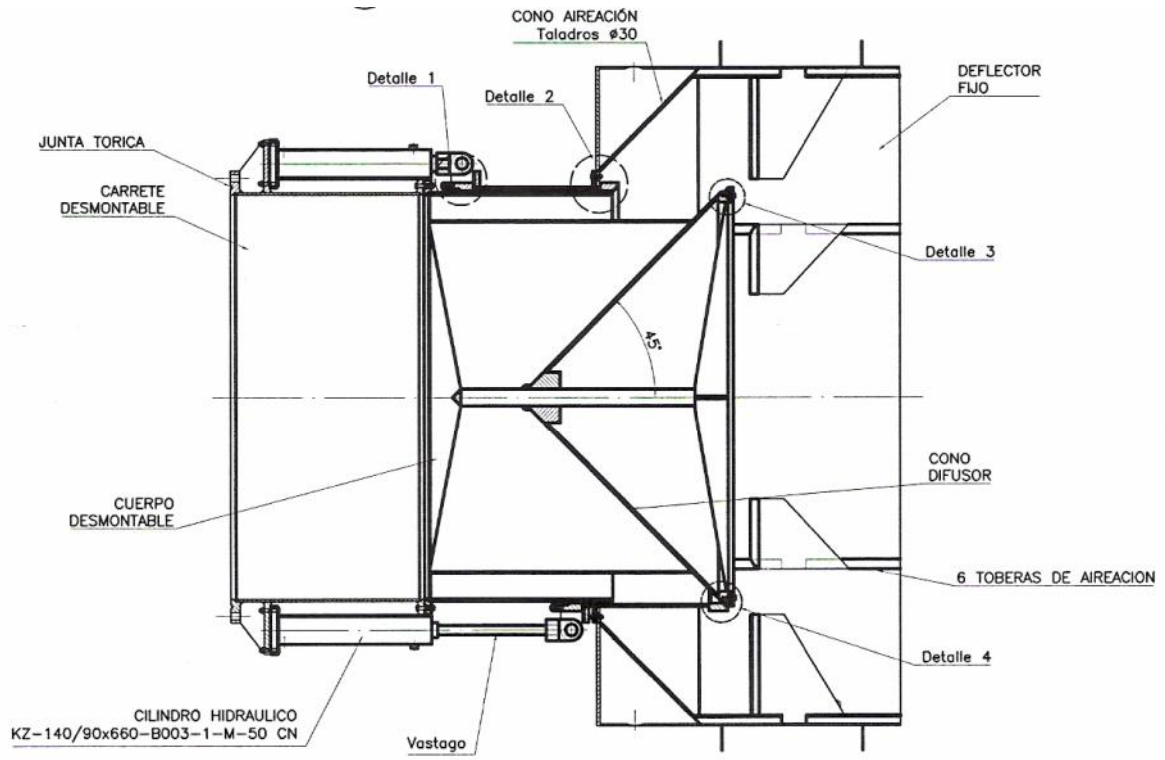
H = energía efectiva del chorro (m)











CILINDRO HIDRAULICO
KZ-140/90x660-B003-1-M-50 CN

Vastago

Corte **B**
Escala 1:20

1





