

CAP. 2. OBRAS HIDRÁULICAS ESPECIFICAS

Transiciones

Las transiciones son las estructuras que cambian la sección transversal de una conducción hidráulica a otra, ya sea en un canal abierto o en un conducto a presión. Estas singularidades son sumamente comunes en las conducciones

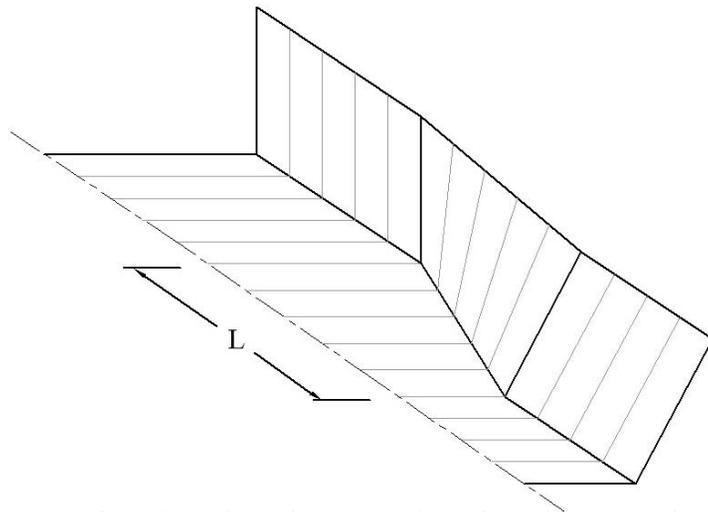
En general en las canalizaciones abiertas, estas singularidades se disponen en **escurrimientos subcríticos**.

En el caso de los escurrimientos supercríticos las transiciones deben estudiarse con modelos hidráulicos, siendo las de mayor utilización las rectas entre secciones rectangulares, como es el caso de los canales de descarga,

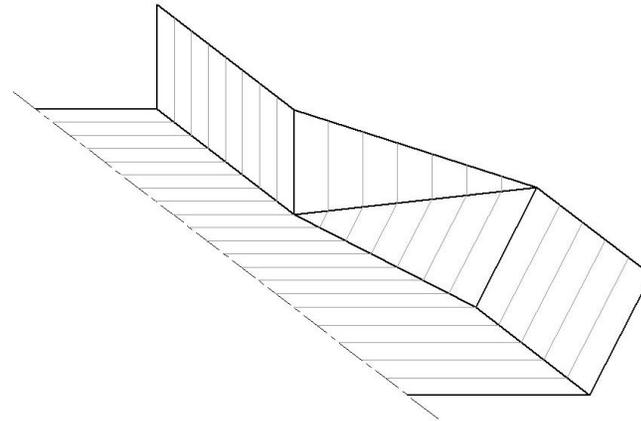
CAP. 2. OBRAS HIDRÁULICAS ESPECIFICAS

Tipos de Transiciones

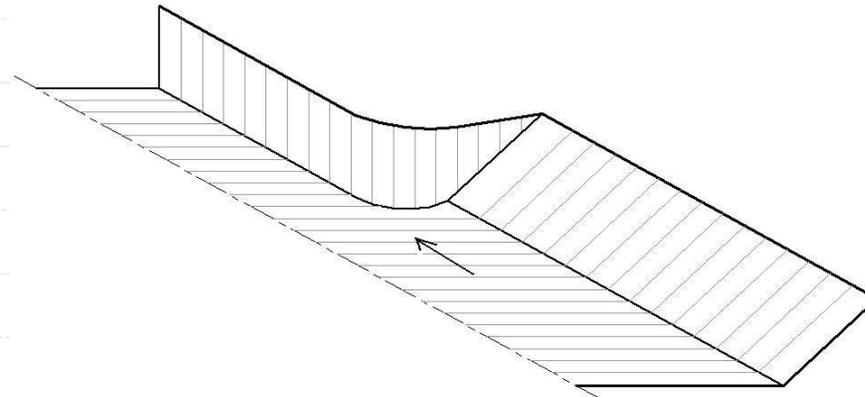
Alabeada recta



◆ Transición tipo cuña (broken-back)



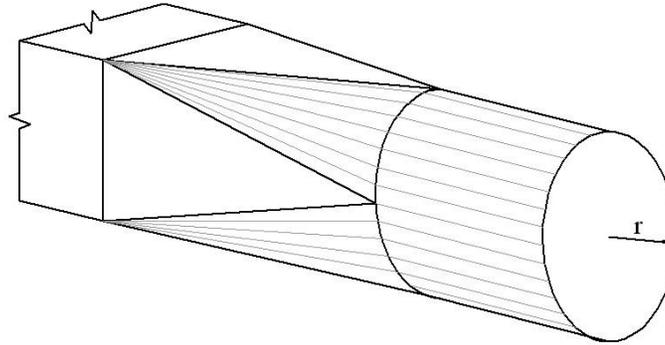
◆ Transición de muros cilíndricos.



Esta transición se utiliza para pasar de una sección trapecial a otra rectangular y normalmente corresponde a una aceleración de la corriente.

◆ Transición de sección rectangular a circular.

Esta transición es frecuente en la tubería de un sifón invertido.



◆ Pérdidas de carga en las transiciones.

$$P_T = C \times \Delta\left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

C = coeficiente experimental que depende del tipo de transición.

$$\Delta\left(\frac{v^2}{2g}\right) = \text{Diferencia de las alturas de velocidad.}$$

Coeficientes de pérdidas de carga en transiciones.

| Tipo de transición. | C_1 | C_2 |
|------------------------------------|-------|-------|
| Alabeada seg. Líneas de corriente. | 0,10 | 0,20 |
| Alabeada recta | 0,20 | 0,30 |
| Cuña. Trapecial a rectangular | 0,30 | 0,50 |
| Muros cilíndricos | 0,15 | 0,25 |
| Sec. circular a rectangular | 0,20 | 0,30 |
| Trapecial a circular. | 0,40 | 0,70 |

C_1 = Coeficiente correspondiente a una aceleración de corriente.

C_2 = Coeficiente correspondiente a una desaceleración de la corriente.

Largo de la transición

El criterio recomendado se basa en el ángulo de desviación que experimentan las líneas de corriente más desfavorables del flujo

Este ángulo puede precisarse en distintos planos del escurrimiento: en la superficie libre, en el fondo o a media profundidad.

Es recomendable considerar el plano más desfavorable para evaluar este ángulo de convergencia o divergencia.

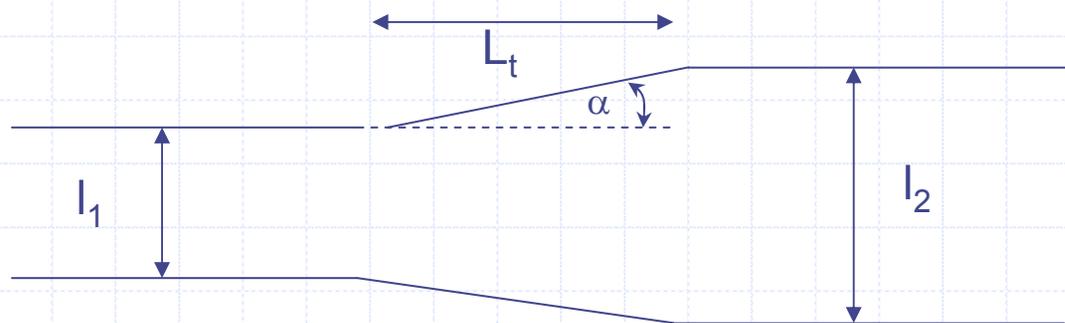
Para el ángulo del centro, se recomienda el siguiente criterio:

- Aceleración de corriente:

Angulo del centro: $2 * \alpha = 27,5^\circ$

- Desaceleración de corriente:

Angulo del centro: $2 * \alpha = 22,5^\circ$



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(l_2 - l_1) / 2}{L_{\text{transición}}}$$

$$L_{\text{transición}} = \frac{\Delta l / 2}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Si el ángulo se define al nivel del escurrimiento se usa el $\Delta l = l_1 - l_2$

(Si el ángulo se define al nivel del fondo se usa Δb)

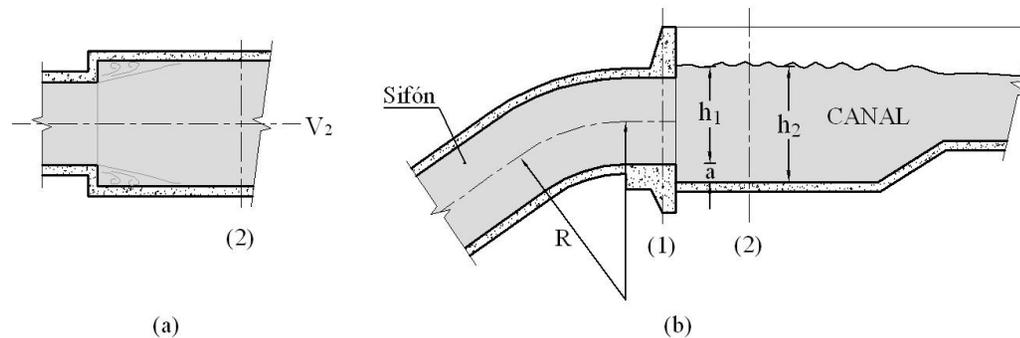
Pérdida de carga en ensanches paulatinos

Ensanche brusco.

$$P_T = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} \quad \text{Pérdida de carga en un conducto a presión (Borda)}$$

$$P_T = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g} - \frac{(\Delta h)^2}{2H_2} \quad \text{Pérdida de carga en una canalización abierta}$$

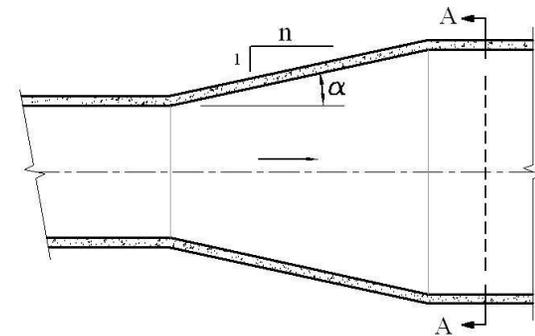
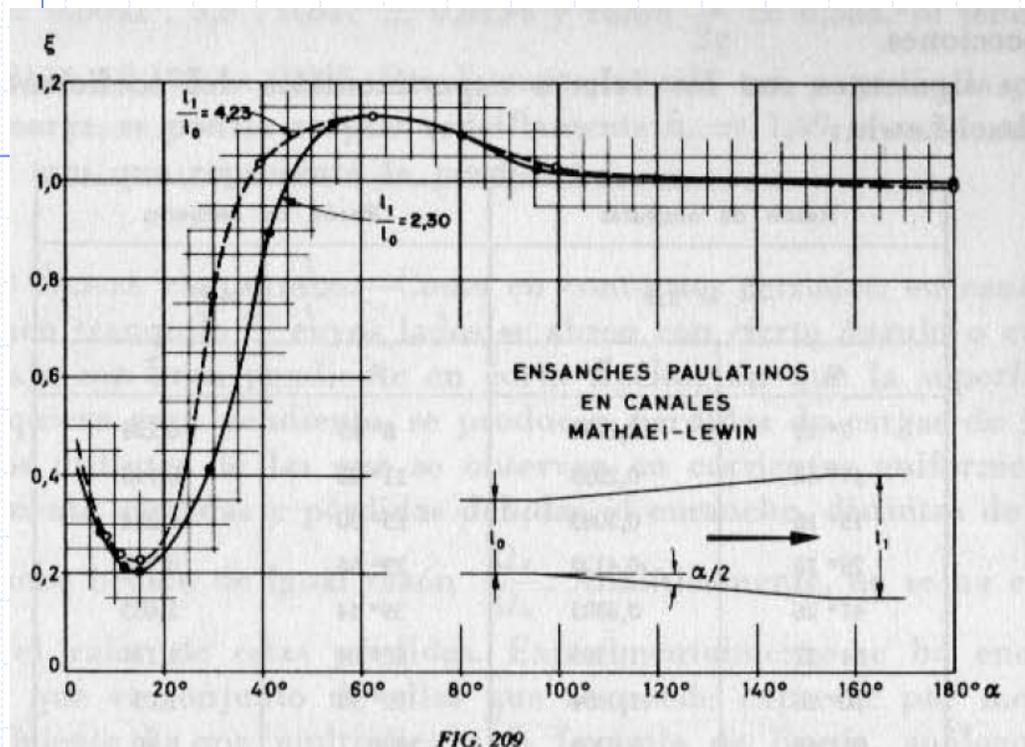
$$\Delta h = h_2 - (h_1 + a) \quad H_2 = \frac{h_2}{2} \quad \Delta h: \text{termino correctivo}$$



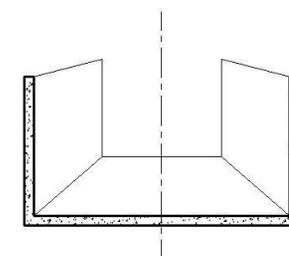
Ensanche paulatino (Mathaei – Lewin)

$$P_T = K_{ens.} \times \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

| n | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------|------|------|------|------|------|
| $K_{ens.}$ | 0,82 | 0,87 | 0,68 | 0,41 | 0,27 |



PLANTA



CORTE A-A

Transiciones en régimen supercrítico.

El diseño de una transición en régimen supercrítico es complejo debido a la formación de **ondas estacionarias que surcan la superficie libre debido al cambio de alineamiento**, las que pueden hacer necesario incrementar la altura de los muros.

Por ejemplo, en una estructura de compuertas de un evacuador de crecidas se producen fuertes elevaciones del nivel de agua en los muros de laterales cuando se opera un número limitado de compuertas o se generan penachos de agua (colas de gallo) debido al choque de láminas de agua de dos o más compuertas.

Contracción rectangular

“Hydraulic Design of Flood Control Channels” del USACE, recomienda utilizar transiciones rectas para “convergencias y divergencias”, con las siguientes tasas de cambio del ancho de la sección:

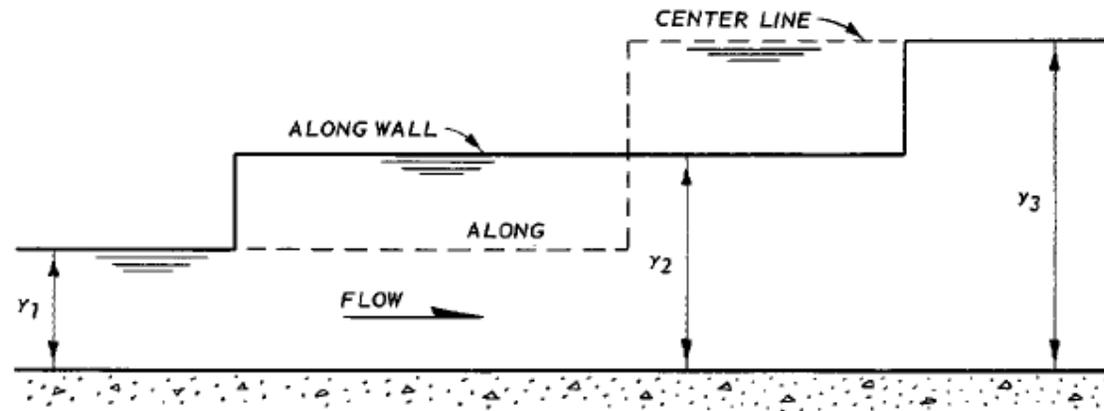
| Velocidad media | Tasa de cambio. |
|-----------------|-----------------|
| 3- 5 [m/s] | 1:10 |
| 5-10 “ | 1:15 |
| 10-12 “ | 1:20 |



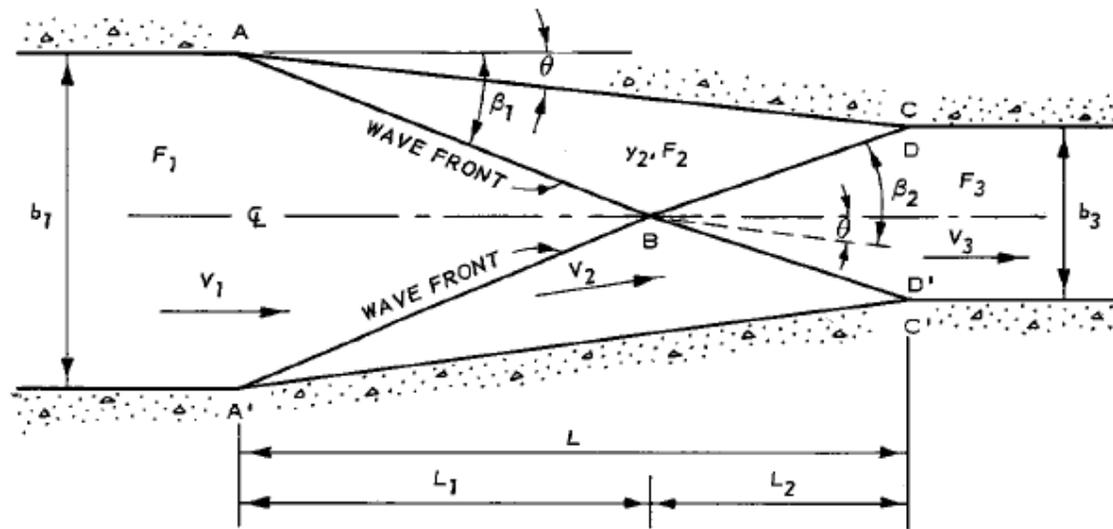
Horizontal / longitudinal



Esquema de transición en régimen supercrítico



a. SCHEMATIC PROFILE



b. PLAN

Cómo estimo la altura de flujo aguas abajo de la contracción?

Ippen (1950), aplicando la teoría de las ondas estacionarias en escurrimientos supercríticos, estableció que un muro de paramento vertical que presenta una deflexión $\Delta\alpha$, recomienda:

$$\tan \theta = \frac{\tan \beta_1 \times (\sqrt{1 + 8 \times (F_1 \text{sen} \beta_1)^2} - 3)}{2(\tan \beta_1)^2 + \sqrt{1 + 8 \times (F_1 \text{sen} \beta_1)^2} - 1}$$

$$\frac{h_2}{h_1} = 0,5 \times \left(\sqrt{1 + 8 \times (F_1 \text{sen} \beta_1)^2} - 1 \right)$$

$$F_2^2 = \frac{y_1}{y_2} \left[F_1^2 - \frac{1}{2} \frac{y_1}{y_2} \left(\frac{y_2}{y_1} - 1 \right) \left(\frac{y_2}{y_1} + 1 \right)^2 \right]$$

θ : ángulo de deflexión del muro

F: N° de Froude

β : ángulo frontal de la onda

H: altura de flujo

El subíndice 1 se refiere a las características del flujo antes del cambio de alineación y el subíndice 2 a las características del flujo aguas abajo del frente de onda.

Recomendación del Small Dams

$$\tan \theta \leq \frac{1}{3F_m} \quad (\text{para evitar ondas estacionarias cruzadas de gran altura})$$

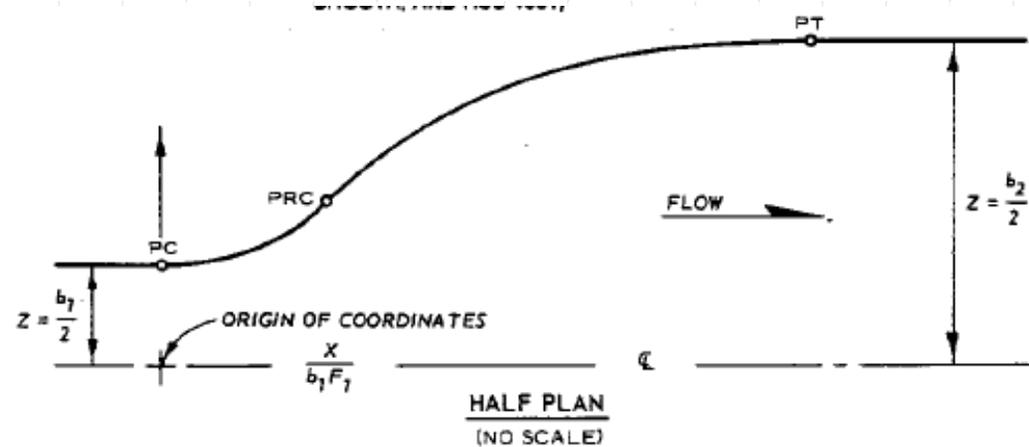
F_m = N° de Froude medio del escurrimiento en la transición.

θ = ángulo de deflexión de los muros laterales de la transición con la alineación del canal

Esquema de expansión rectangular

Régimen supercrítico Expansión rectangular

$$\frac{Z}{b_1} = \frac{1}{2} \left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)^{3/2} + \frac{1}{2}$$



| POINTS | $\frac{Z}{b_1}$ | $\frac{X}{b_1 F_1}$ |
|-----------|--|---|
| PC | $\frac{1}{2}$ | 0 |
| PRC | $\frac{11}{60} \left(\frac{b_2}{b_1} \right) + \frac{19}{60}$ | $\left[\frac{22}{15} \left(\frac{b_2}{b_1} - 1 \right) \right]^{2/3}$ |
| PT | $\frac{1}{2} \frac{b_2}{b_1}$ | $\frac{13}{4} \left(\frac{b_2}{b_1} \right) - \frac{9}{4}$ |
| PC TO PRC | $\frac{1}{8} \left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)^{3/2} + \frac{1}{2}$ | 0 TO $\left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PRC}$ |
| PRC TO PT | $\frac{b_2}{2b_1} - q \left[\left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PT} - \left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PRC} \right]^r$ | $\left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PRC}$ TO $\left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PT}$ |

WHERE

$$q = \frac{\frac{b_2}{2b_1} - \left(\frac{Z}{b_1} \right)_{PRC}}{\left[\left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PT} - \left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PRC} \right]^r} \quad \text{AND} \quad r = \frac{\left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PT} - \left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PRC}}{\frac{b_2}{2b_1} - \left(\frac{Z}{b_1} \right)_{PRC}} \left(\frac{3}{16} \right) \left(\frac{X}{b_1 F_1} \right)_{PRC}^{1/2}$$

b. EQUATIONS APPROXIMATING CURVES

Z: distancia transversal desde el centro del canal

b1: ancho canal de aproximación

X: distancia longitudinal desde el inicio de la expansión

F1: N° de Froude en la sección de aproximación