

A10.02.0-E

COMPUERTAS AVIO® Y AVIS®

**Regulación de nivel
aguas abajo constante
en estanques y canales**

Entre las soluciones para la regulación de los niveles en estanques y canales, las Compuertas Automáticas AVIO® y AVIS® se destacan por su simplicidad.

Estas compuertas controlan el nivel de agua sentido aguas abajo, independiente de su apertura, del nivel aguas arriba y del caudal solicitado.

Esta característica se logra por medio de una sólo pieza móvil articulada alrededor de un eje.

La ausencia de cualquier tipo de accionamiento otorga a este equipo excelentes calidades de precisión, robustez y seguridad operacional y permite gracias a su fácil instalación el control

hidráulico de caudales en superficies libres a bajo costo.

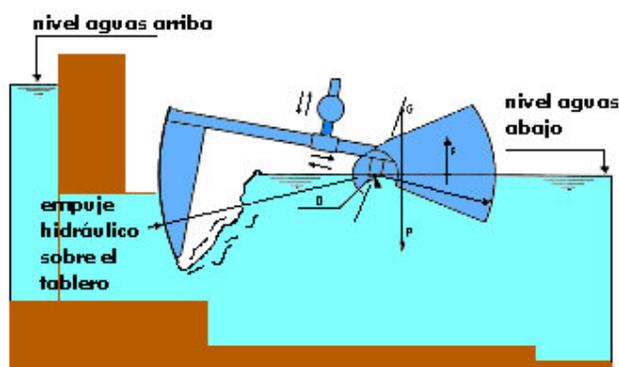
Las compuertas para el control del nivel aguas abajo son clasificadas en 2 grupos:

- Compuertas AVIO® para instalación de fondo,
- Compuertas AVIS® para instalación de superficie.



Compuertas AVIO® y AVIS® son marcas registradas

Principio de operación



Conforme la figura arriba, las compuertas AVIO® y AVIS® están constituidas por un tablero cilíndrico de sección trapezoidal, una estructura con sus cojinetes, un flotador toroidal y un contrapeso.

El eje de articulación en cuya cota se establece el nivel regulado, coincide con los centros del cilindro del tablero y flotador.

El contrapeso fijado en la estructura permite ubicar el centro de gravedad de la parte móvil en una posición ideal para su equilibrio.

El empuje hidráulico sobre la compuerta pasa por el eje de articulación y no interfiere en el equilibrio del conjunto, las únicas fuerzas que mueven el conjunto son los torques del peso propio P y del empuje de Arquímedes F sobre el flotador.

La compuerta está equilibrada de tal manera que los dos torques definidos arriba sean iguales y opuestos para todas las posiciones del tablero,

cuando el nivel de agua aguas abajo está en la cota del eje de articulación.

Cuando el nivel de agua aguas abajo no coincide con la cota del eje de articulación, el equilibrio en cuestión es interrumpido y la posición de la compuerta se define como sigue:

- Cuando el consumo de agua disminuye el nivel aguas abajo aumenta y la compuerta se cierra hasta permitir el paso del caudal consumido de forma que el nivel aguas abajo vuelva a coincidir con la cota del eje de articulación, estableciendo de este modo el equilibrio del conjunto.
- Cuando el consumo de agua aumenta, el nivel aguas abajo disminuye y la compuerta se abre hasta establecer otra vez el equilibrio del conjunto; este equilibrio se logra cuando el respectivo nivel de agua iguala la cota del eje de articulación.

Realización Práctica

En su realización práctica, como mostrado en las figuras de la página siguiente, el flotador es colocado en una caja que por una hendidura localizada en su parte inferior se comunica con el nivel de agua lado aguas abajo amortiguando las oscilaciones del flujo.

Cuando está cerrado, el tablero de la compuerta, obtura toda la sección trapezoidal del canal, en el caso de la Compuerta AVIS®, o del marco metálico, en el caso de la Compuerta AVIO®. La forma trapezoidal de la sección permite la operación de apertura y cierre de la compuerta de forma suave, sin contacto y, en consecuencia, sin ningún roce entre las partes móviles y fijas de la compuerta.

Aún más, para evitar cualquier atascamiento, en posición cerrada de la compuerta se ha previsto un pequeño juego entre las partes laterales de la compuerta y del marco metálico o del canal. Este juego no permite una hermeticidad total de la compuerta en posición cerrada.

Por este motivo, cuando se necesita una estanqueidad total por las paradas prolongadas, se debe prever aguas arriba de la compuerta, principalmente para las del tipo AVIO®, una compuerta de guardia (tipo plana, de deslizamiento o vagón con accionamiento manual o motorizado).

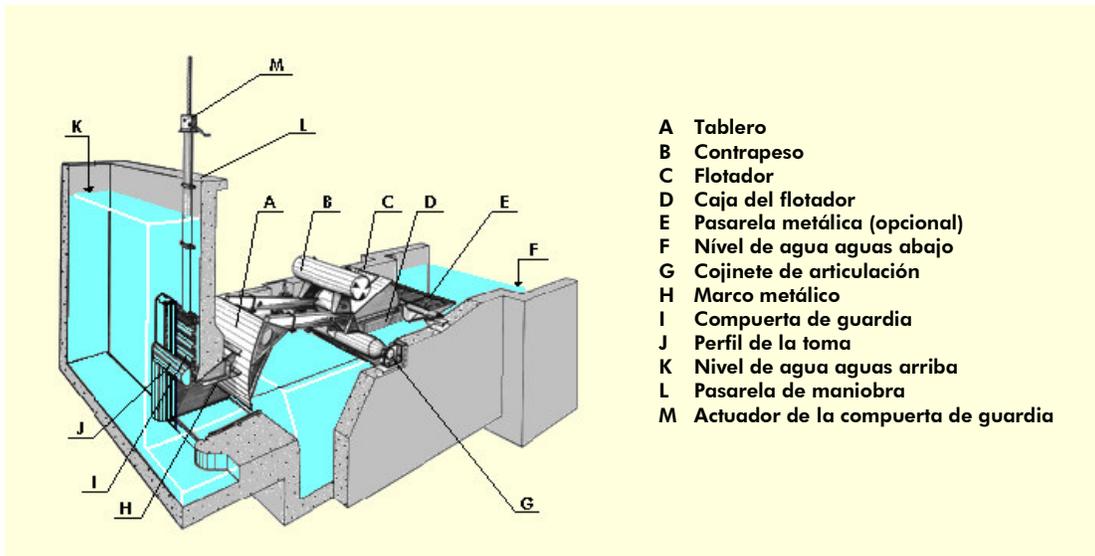
Construcción

Las compuertas son fabricadas en planchas, tubos y perfiles de acero al carbono, en construcción mecano-soldada

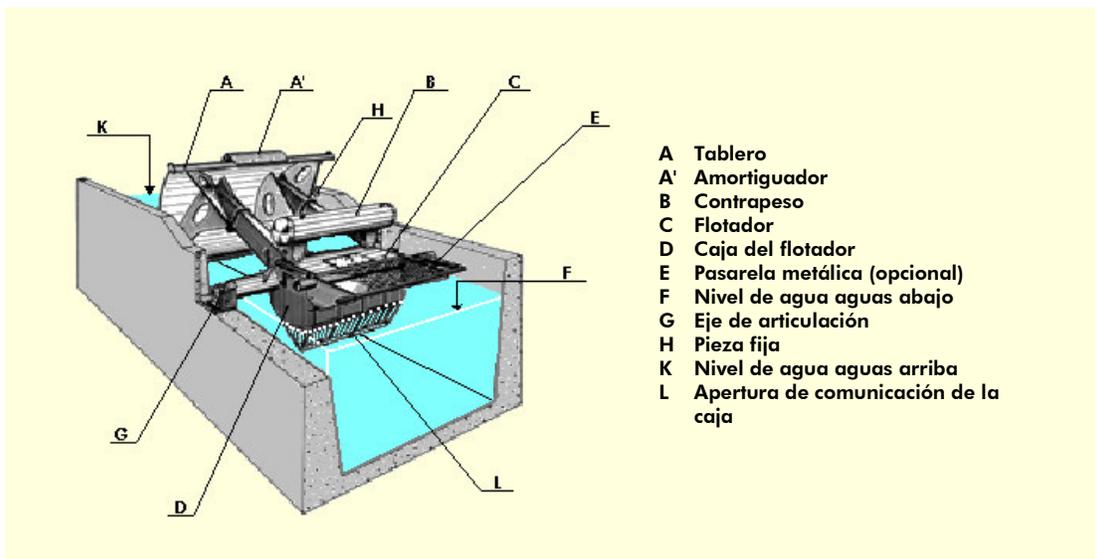
de precisión, con tolerancias de fabricación controladas para garantizar el funcionamiento correcto y sin fallas operacionales.

Los elementos constructivos de la compuerta, en particular la parte móvil, son eventualmente desmontables para facilitar el transporte hasta la obra.

Instalación Típica de una Compuerta AVIO®



Instalación Típica de una Compuerta AVIS®



COMPUERTA AVIO®

Características hidráulicas

Las compuertas AVIO® son identificadas por dos dimensiones:

- Radio externo del flotador (r), en cm,
- Sección (s) del vano, en dm².

Selección del equipo

Para la definición del tamaño de compuerta a instalar, son necesarios los siguientes datos:

- Caudal máximo Q_M [ℓ/s],
- Carga mínima J_m (cm),
- Carga máxima con caudal cero J_M [cm],

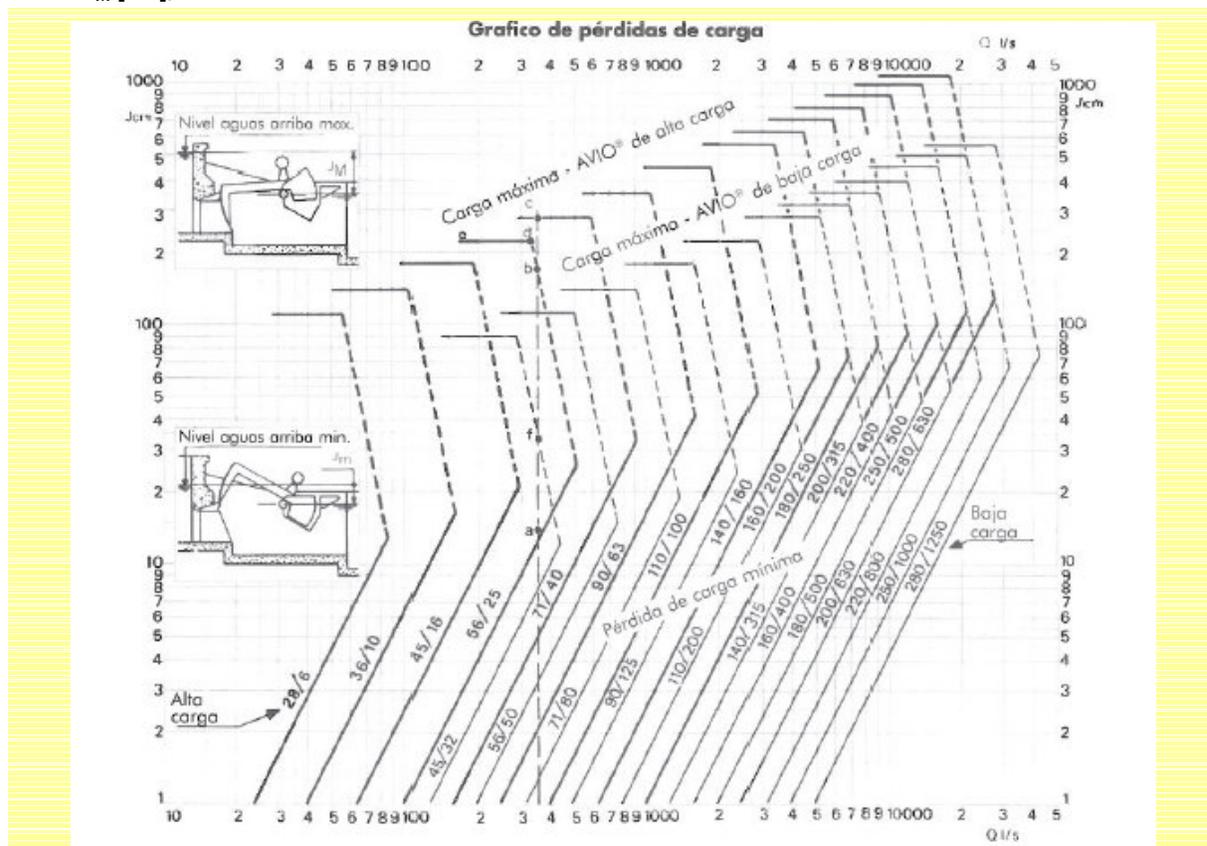
- Carga máxima con caudal máximo J'_M [cm] (En tomas de reservorios $J'_M = J_M$).

Procedimiento

- La compuerta debe ser seleccionada de forma que la pérdida de carga a caudal máximo no exceda la carga mínima disponible.
- La compuerta debe soportar la carga máxima a caudal cero.
- Con caudal máximo, la carga máxima debe ser inferior a la carga indicada por el gráfico de pérdidas de carga.

- El punto de operación real debe estar siempre por debajo de la línea punteada correspondiente del gráfico y nunca a la derecha de esta línea compuesta de tres segmentos:

- . Un segmento ascendente, representando las pérdidas de carga de la compuerta (ley caudal-presión);
- . Un segmento horizontal, que define la carga máxima que la compuerta puede soportar;
- . Un segmento descendente, representado con línea punteada, que limita la carga máxima al caudal máximo por razones de estabilidad.



Notas:

- 1 Ningún punto de funcionamiento (Q, J) de una compuerta debe estar a derecha de la línea punteada.
- 2 Las líneas con trazo fuerte son relativas a las compuertas de "alta carga", las líneas con trazo fino son relativas a las compuertas de "baja carga" (excepto en los casos de superposición parcial con las compuertas de "alta carga". Por ejemplo las líneas de pérdida de carga de las compuertas 110/200 (baja carga) y 160/200 (alta carga), hasta J_m 30cm son superpuestas).

COMPUERTA AVIS®

Características hidráulicas:

Las Compuertas AVIS® son identificadas por dos dimensiones:

- Radio externo del flotador (r) en cm,
- Ancho (b) del vano en la altura de la solera en cm.

Selección del equipo:

Para la definición del tamaño de la compuerta a instalar son necesarios los siguientes datos:

- Caudal máximo Q_M [ℓ/s],
- Carga mínima J_m (cm),
- Carga máxima con caudal cero J_M [cm],

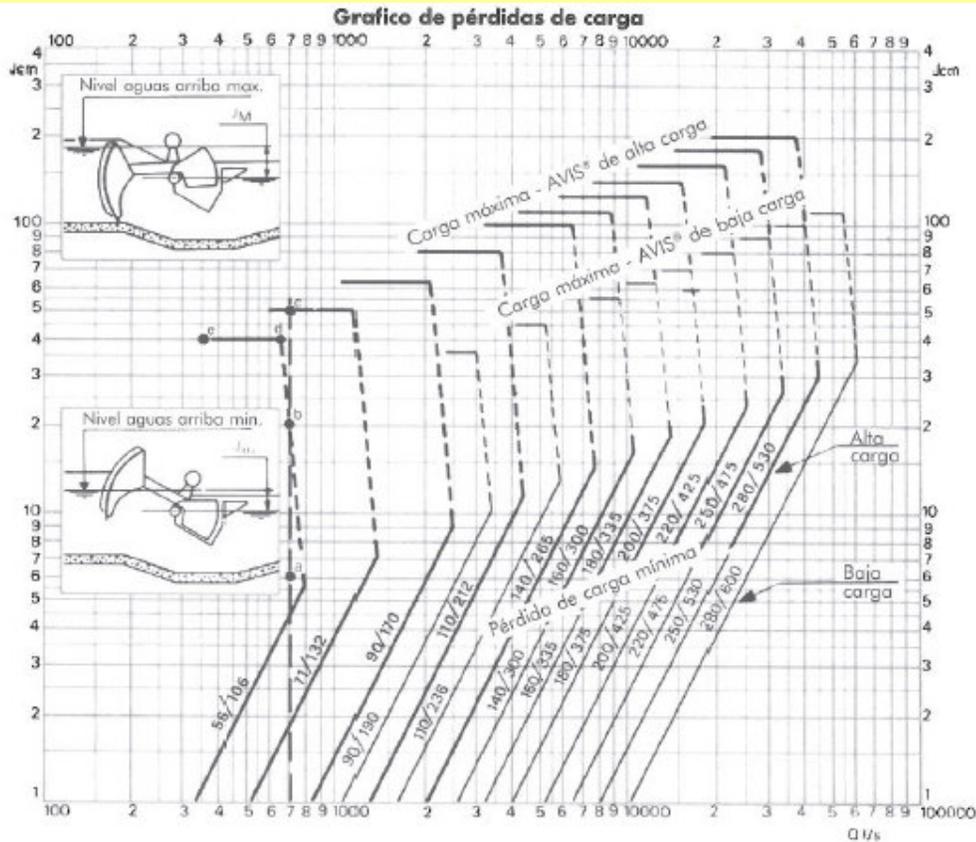
- Carga máxima con caudal máximo J'_M [cm] (En tomas de reservorios $J'_M = J_M$).

Procedimiento

- La compuerta debe ser seleccionada de forma que la pérdida de carga no exceda la carga mínima disponible.
- La compuerta debe soportar la carga máxima al caudal cero.
- Con caudal máximo la carga máxima debe ser inferior a la carga indicada por el gráfico de pérdidas de carga.
- El punto de operación real

debe estar siempre por debajo de la línea punteada correspondiente del gráfico y nunca a la derecha de esta línea compuesta de tres segmentos:

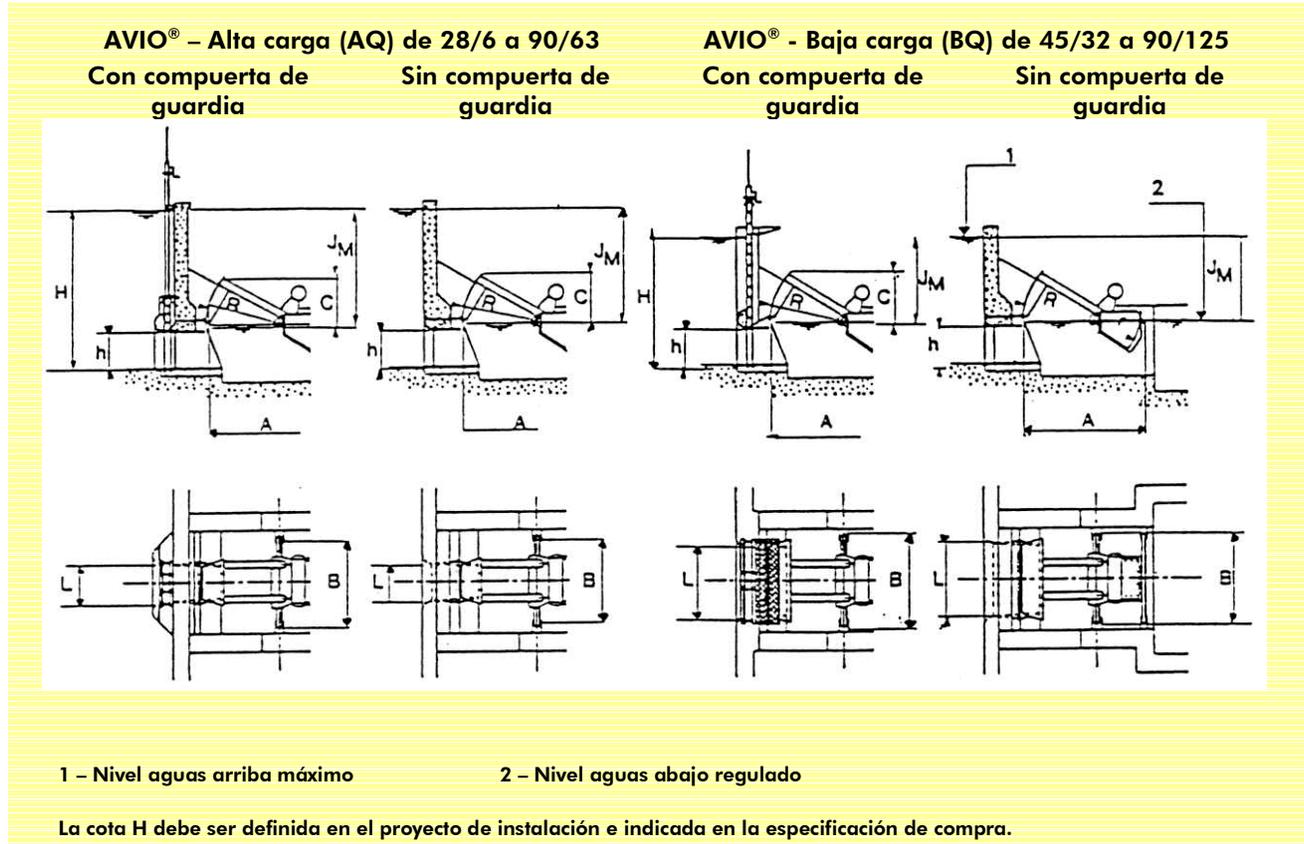
- . Un segmento ascendente, representando las pérdidas de carga de la compuerta (ley del caudal / presión);
- . Un segmento horizontal, que define la carga máxima que la compuerta puede soportar;
- . Un segmento descendente, representado con línea punteada, que limita, por razones de estabilidad, la carga máxima al caudal máximo.



Notas:

- 1 Ningún punto de funcionamiento (Q, J) de una compuerta debe estar a la derecha de la línea punteada.
- 2 Las pérdidas de carga indicadas en el gráfico consideran que las secciones del canal aguas arriba y aguas abajo de la compuerta son iguales a la sección de la compuerta. En caso existiera un estrechamiento de la sección después de la compuerta es conveniente considerar el descenso del nivel correspondiente.

Compuerta AVIO® - Dimensiones



Dimensiones en cm

AVIO® r / s		Dimensiones					Carga Máx.	Blindaje		Compuerta de guardia			
Alta carga	Baja carga	A	B	C	R	r	J _M	h	L	Tipo	Dimensiones	(*)	Curso
28/6		90	70	35	50	28	112	25	25	VGSL	25 x 25	C	25
36/10		110	85	45	63	36	140	32	32	VGSL	32 x 32	C	32
45/16		140	103	55	80	45	180	40	40	VGSL	40 x 40	C	40
	45/32	140	103	55	80	45	90	40	80	VG	80 x 143	S	40
56/25		170	120	70	100	56	224	50	50	VG	50 x 50	C	50
	56/50	170	120	70	100	56	112	50	100	VG	100 x 178	S	50
71/40		210	160	90	125	71	280	63	63	VG	63 x 63	C	63
	71/80	210	160	90	125	71	140	63	125	VG	125 x 220	S	63
90/63		265	200	110	160	90	355	80	80	VG	80 x 80	C	80
	90/125	265	200	110	160	90	180	80	160	VG	160 x 280	S	80

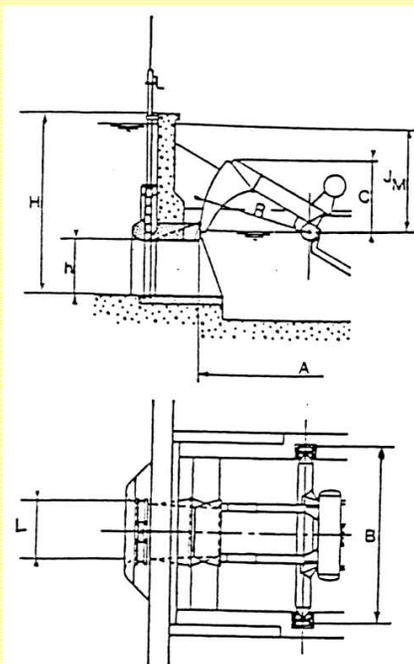
(*) C : Instalación en descargas de fondo
S : Instalación en canales

VGSL Compuerta mural
VG Compuerta deslizante
VW Compuerta vagón

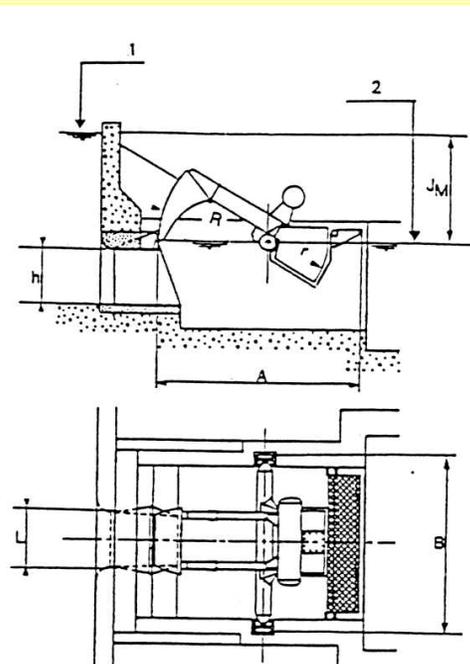
Comporta AVIO® – Dimensiones

AVIO® BQ y AQ de 110/100 a 280/1250

Con compuerta de guardia



Sin compuerta de guardia



Dimensiones en cm

AVIO® r / s		Dimensiones					Carga Máx.	Blindaje		Compuerta de guardia			
Alta carga	Baja carga	A	B	C	R	r	J _M	h	L	Tipo	Dimensiones	(*)	Curso
110/100		390	320	140	200	110	450	100	100	VG	100 x 100	C	100
	110/200	390	320	140	200	110	224	100	200	VG	200 x 100	C	100
140/160		470	410	180	250	140	560	125	125	VG	125 x 125	C	125
	140/315	470	410	180	250	140	280	125	250	VG	250 x 125	C	125
160/200		520	450	200	280	160	630	140	140	VG	140 x 140	C	140
	160/400	520	450	200	280	160	315	140	280	VG	280 x 140	C	140
180/250		580	510	220	315	180	710	160	160	(**)	160 x 160	C	160
	180/500	580	510	220	315	180	355	160	315	VG	315 x 160	C	160
200/315		640	560	250	355	200	800	180	180	VW	180 x 180	C	180
	200/630	640	560	250	355	200	400	180	355	VW	355 x 180	C	180
220/400		710	635	280	400	220	900	200	200	VW	200 x 200	C	200
	220/800	710	635	280	400	220	450	200	400	VW	400 x 200	C	200
250/500		790	710	320	450	250	1000	220	220	VW	220 x 220	C	220
	250/1000	790	710	320	450	250	500	220	450	VW	450 x 220	C	220
280/630		870	800	350	500	280	1100	250	250	VW	250 x 250	C	250
	280/1250	870	800	350	500	280	560	250	500	VW	500 x 250	C	250

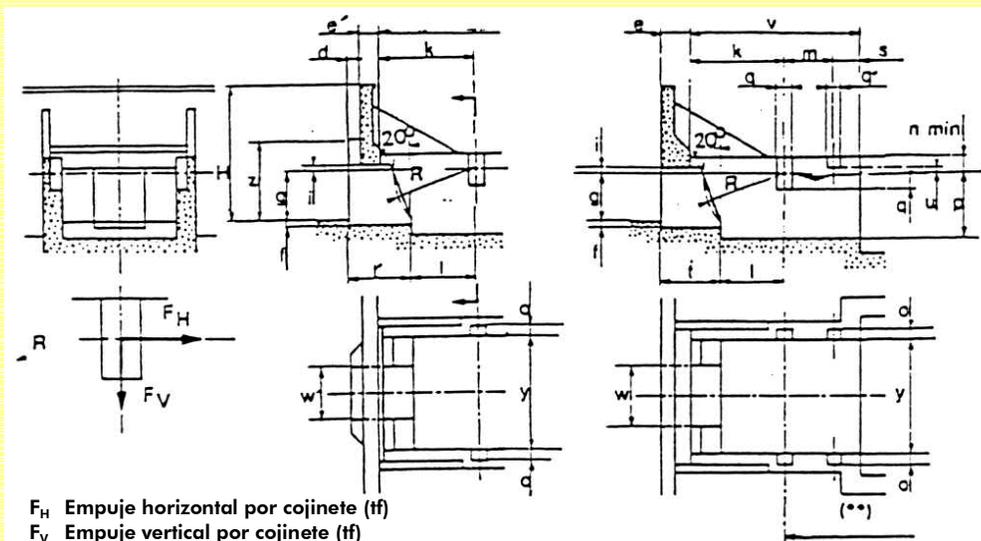
(*) C : Instalación en descargas de fondo
S : Instalación en canales

VGSL Compuerta mural
VG Compuerta deslizante
VW Compuerta vagón

(**) VG para J < 430 cm
VW para J ≥ 430 cm

Compuerta AVIO® – Formas de concreto

AVIO® BQ y AQ de 110/100 a 280/1250



Con compuerta de guardia

Sin compuerta de guardia

Dimensiones en cm

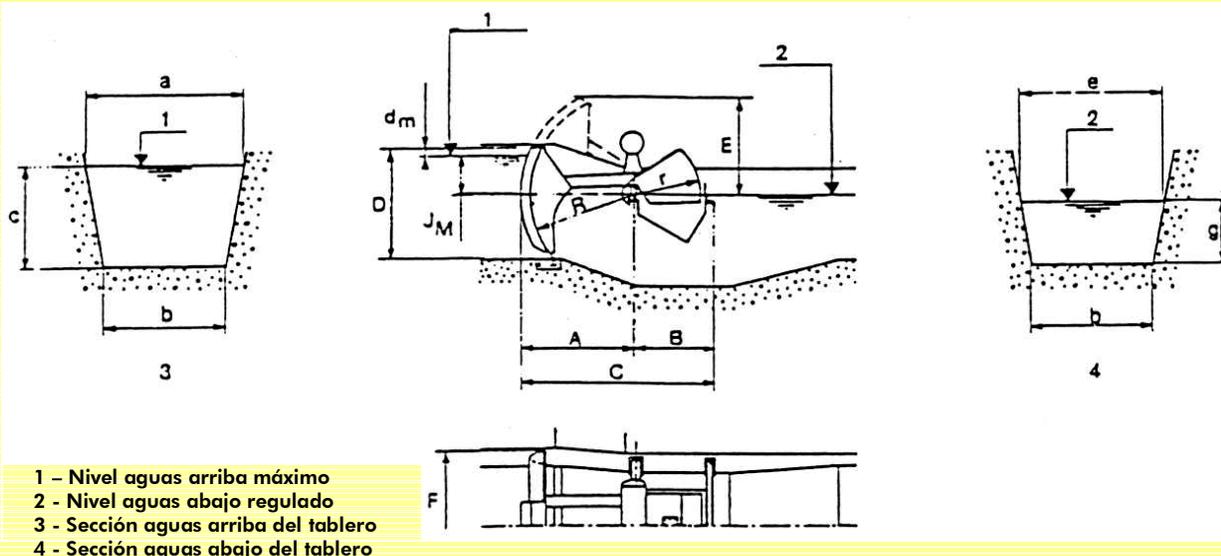
AVIO®		p min.	q	q'	s	t	t'	u	v	w	w' (*)	y	z (***)	F _H	F _V
Alta carga	Baja carga														
28/6		40	10	-	10	40	51	-	100	37	41	70	41	0,1	0,1
36/10		50	12	-	12	54	63	-	127	48	48	90	48	0,15	0,1
45/16		65	15	-	15	67	74	-	158	60	56	110	56	0,2	0,2
	45/32	65	15	-	15	67	60	-	158	-	-	110	-	0,3	0,2
56/25		80	18	-	18	80	90	-	196	74	74	140	107	0,4	0,3
	56/50	80	18	-	18	80	71	-	196	-	-	140	-	0,6	0,3
71/40		100	20	-	20	100	106	-	243	95	87	180	132	0,8	0,4
	71/80	100	20	-	20	100	87	-	243	-	-	180	-	1	0,5
90/63		125	25	-	25	121	129	-	307	120	110	224	167	1,5	0,7
	90/125	125	25	-	25	121	108	-	307	-	-	224	-	2	1
110/100		160	40	40	80	150	153	0	432	150	130	280	207	3	1,5
	110/200	160	40	40	80	150	160	0	432	250	236	280	H	4	2
140/160		200	50	40	80	185	189	5	520	187	161	355	257	6	3
	140/315	200	50	40	80	185	194	5	520	312	294	355	H	7	4
160/200		224	50	40	80	213	218	10	578	210	184	400	287	9	4
	160/400	224	50	40	80	213	218	10	578	350	324	400	H	10	6
180/250		250	60	40	80	240	260	15	639	240	230	450	H	12	6
	180/500	250	60	40	80	240	240	15	639	395	359	450	H	14	7
200/315		280	70	40	80	268	298	20	705	270	250	500	H	17	7
	200/630	280	70	40	80	268	298	20	705	445	425	500	H	19	9
220/400		315	80	50	80	296	321	25	785	300	270	560	H	23	10
	220/800	315	80	50	80	296	321	25	785	500	470	560	H	26	12
250/500		355	90	50	80	331	351	30	872	330	290	630	H	32	14
	250/1000	355	90	50	80	331	351	30	872	560	520	630	H	36	17
280/630		400	100	50	80	372	395	35	960	374	330	710	H	45	21
	280/1250	400	100	50	80	372	395	35	960	624	580	710	H	50	24

(**) Parte común para diversas disposiciones.

(***) Para las Compuertas AVIO® de Alta carga de 180/250 a 280/630 incluso, y de Baja carga de 110/200 a 280/1250 incluso, la cota "Z" es igual a H (altura de la pasarela de maniobra, por encima de la base).

Compuerta AVIS® – Dimensiones

AVIS® de 56/106 a 90/190

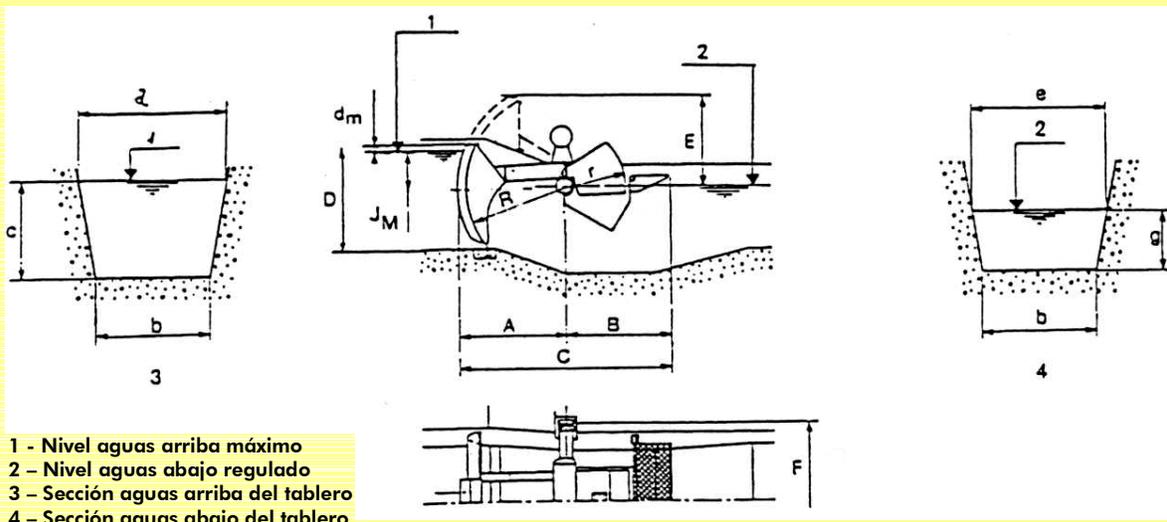


Dimensiones en cm

AVIS® r/b		Dimensiones								Carga máx.	Geometría del vano		
Alta carga	Baja carga	A	B	C	D	E	F	R	r	J _M	a	b	c
56/106		102	62	164	98	90	140	90	56	40	138,5	106	96
71/132		127	78	205	123,5	110	181	112	71	50	180	132	121
90/170		158	100	258	156	135	222	140	90	63	221	170	153
	90/190	180	100	280	138,5	130	237	160	90	35,5	236	190	135,5
110/212		202	190	392	196	175	286	180	110	80	277,5	212	192
	110/236	225	190	415	174	165	316	200	110	45	296	236	170
140/265		252	210	462	245	215	360	224	140	100	350,5	265	240
	140/300	282	210	492	221	205	400	250	140	56	374,5	300	216
160/300		282	233	515	275,5	240	402	250	160	110	393	300	270
	160/335	315	233	548	248,5	230	447	280	160	63	422,5	335	243
180/335		315	254	569	311	270	455	280	180	125	445	335	305
	180/375	355	254	609	276	260	505	315	180	70	476,5	375	270
200/375		355	274	629	347	300	507	315	200	140	502,5	375	340
	200/425	400	274	674	311	290	557	355	200	80	527	425	304
220/425		400	302	702	392	340	571	355	220	160	553,5	425	384
	220/475	450	302	752	348	325	631	400	220	90	590,5	475	340
250/475		450	331	781	439	380	634	400	250	180	621,5	475	430
	250/530	500	331	831	389	365	704	450	250	100	666	530	380
280/530		500	360	860	490	430	713	450	280	200	701,5	530	480
	280/600	565	360	925	435	405	793	500	280	110	748,5	600	425

Compuerta AVIS® – Dimensiones

AVIS® de 110/212 a 280/600

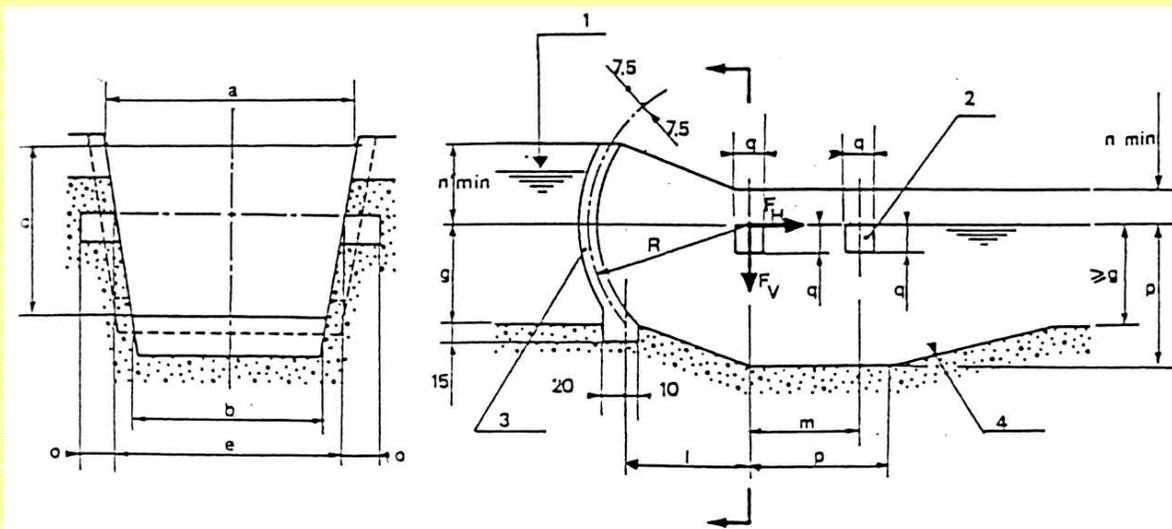


Dimensiones en cm y sección en dm²

AVIS® r/b		Carga Máx.	Tablero libre	Sección libre aguas abajo			
Alta carga	Baja carga	J _M	d _m	b	e	g	Sección
56/106		40	2	106	125	56	65
71/132		50	2,5	132	160	71	104
90/170		63	3	170	200	90	167
	90/190	35,5	3	190	224	100	207
110/212		80	4	212	250	112	269
	110/236	45	4	236	280	125	322
140/265		100	5	265	315	140	406
	140/300	56	5	300	355	160	524
160/300		110	5,5	300	355	160	524
	160/335	63	5,5	335	400	180	662
180/335		125	6	335	400	180	662
	180/375	70	6	375	450	200	825
200/375		140	7	375	450	200	825
	200/425	80	7	425	500	224	1035
220/425		180	8	425	500	224	1035
	220/475	90	8	475	560	250	1295
250/475		180	9	475	560	250	1295
	250/530	100	9	530	630	280	1625
280/530		200	10	530	630	280	1625
	280/600	110	10	600	710	315	2065

Compuerta AVIS® – Formas de concreto

AVIS® de 56/106 a 90/190



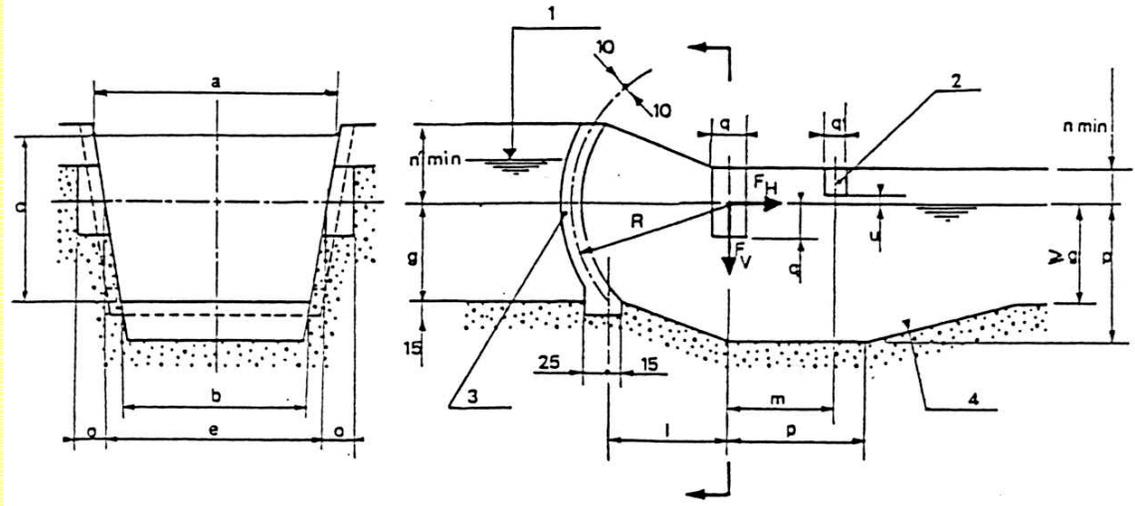
- 1 – Nivel aguas arriba máximo
- 2 – Profundidad de la ranura del cojinete "O"
- 3 – Profundidad de la ranura : 15cm
- 4 – Inclinación máxima : 25%

Dimensiones en cm

AVIS®		Geometría del vano			R	e	g	l	m	n mín.
Alta carga	Baja carga	a	b	c						
56/106		138,5	106	96	90	125	56	70,5	62	24
71/132		180	132	121	112	160	71	86	78	28
90/170		221	170	153	140	200	90	107	97	32
	90/190	236	190	135,5	160	224	100	125	97	22
110/212		277,5	212	192	180	250	112	141	120	40
	110/236	296	236	170	200	280	125	156	120	25
140/265		350,5	265	240	224	315	140	175	150	50
	140/300	374,5	300	216	250	355	160	192	150	32
160/300		393	300	270	250	355	160	192	173	56
	160/335	422,5	335	243	280	400	180	215	173	36
180/335		445	335	305	280	400	180	215	194	63
	180/375	476,5	375	270	315	450	200	243	194	40
200/375		502,5	375	340	315	450	200	243	214	71
	200/425	527	425	304	355	500	224	275	214	45
220/425		553,5	425	384	355	500	224	275	242	80
	220/475	590,5	475	340	400	560	250	313	242	50
250/475		621,5	475	430	400	560	250	313	271	90
	250/530	666	530	380	450	630	280	353	271	56
280/530		701,5	530	480	450	630	280	353	300	100
	280/600	748,5	600	425	500	710	315	388	300	63

Compuertas AVIS® – Formas de concreto

AVIS® de 110/212 a 280/600



- 1 – Nivel aguas arriba máximo
- 2 – Profundidad de la ranura del cojinete "O"
- 3 – Profundidad de la ranura : 15cm
- 4 – Inclinación máxima : 25%

F_H Empuje horizontal por cojinete (tf)
 F_V Empuje vertical por cojinete (tf)

Dimensiones en cm

AVIS®		n' mín.	o	p	q	q'	u	F_H	F_V
Alta carga	Baja carga								
56/106		45	20	80	18	-	-	0,5	0,5
71/132		56	26	100	20	-	-	1	0,7
90/170		71	32	125	25	-	-	2	1,5
	90/190	40	32	125	25	-	-	1,5	1,5
110/212		90	35	160	40	40	0	3	3
	110/236	50	35	160	40	40	0	2,5	3
140/265		110	45	200	50	40	5	5	4
	140/300	63	45	200	50	40	5	4,5	4
160/300		125	50	224	50	40	10	7,5	6
	160/335	71	50	224	50	40	10	6,5	6
180/335		140	55	250	60	40	15	10	8
	180/375	80	55	250	60	40	15	9	8
200/375		160	60	280	70	40	20	14	10
	220/425	90	60	280	70	40	20	13	10
220/425		180	65	315	80	50	25	20	14
	220/475	100	65	315	80	50	25	18	15
250/475		200	70	355	90	50	30	30	19
	250/530	110	70	355	90	50	30	25	21
280/530		220	75	400	100	50	35	40	26
	280/600	125	75	400	100	50	35	35	29

(*) La cota "n' mín" representa la altura mínima de la berma del canal necesaria para la instalación correcta de las piezas fijas.

Consejos prácticos

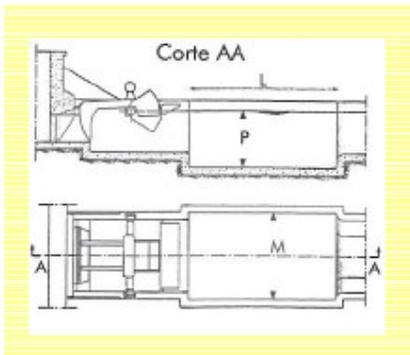
Cámara de disipación:

Para disminuir los costos de las obras, facilitar su operación y asegurar la protección de las bermas del canal cuando éstas no están revestidas, se recomienda utilizar una cámara de disipación instalada sentido aguas abajo de las Compuertas AVIO®.

El volumen de la cámara, de acuerdo con la figura abajo, puede ser definido por la expresión:

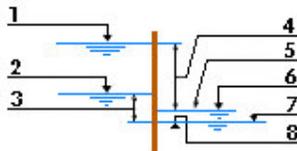
$$V = L \times M \times P = 21,2 Q_M (J_M)^{1/2}$$

donde L, M y P son respectivamente el largo, el ancho y la profundidad de la cámara, en metros. La proporción recomendada entre estas dimensiones es: $L \approx 3M \approx 4,5P$ con la condición que las cotas M y P sean mayores, respectivamente, que las cotas "y" y P_{\min} indicadas en las tablas respectivas y $L \approx (13,5V)^{1/3}$.



Cota de instalación, decremento

En la instalación de las compuertas AVIO® y AVIS® debe ser respetada la particularidad básica de mantener el nivel de agua abajo en la cota del eje de articulación. El croquis abajo indica los niveles de agua en los regímenes extremos de operación, en relación a la cota del eje de articulación de la compuerta.



- 1 - Nivel de agua máx para $Q = 0$
- 2 - Nivel de agua mín para $Q = \text{max.}$
- 3 - Carga mínima = pérdidas de carga de la compuerta.
- 4 - Carga máxima.
- 5 - Eje de articulación de la compuerta.
- 6 - Nivel de agua aguas abajo para $Q = 0$
- 7 - Nivel de agua aguas abajo para $Q = \text{máx.}$
- 8 - Decremento (nivel 6 - nivel 7)

La altura de seguridad de las bermas debe ser como mínimo igual a 1/10 de la profundidad del agua en el canal, respectivamente aumentada en las secciones expuestas al viento.

El decremento, (diferencia de los niveles aguas abajo correspondientes a $Q = 0$ y $Q_{\text{max.}}$) puede ser ajustado dentro de cierto límite, con lastre, durante la operación de equilibraje del conjunto en obra. El valor práctico de este ajuste es de $r/20$ ($r =$ radio del flotador).

En determinados casos de aplicación, cuando es necesario conferir mayor estabilidad de operación, el valor del decremento puede ser aumentado, pero sin sobrepasar $r/10$.

Reservas operacionales (estabilidad)

Las reservas de agua se forman en las zonas determinadas entre las líneas de agua correspondientes a $Q=0$ y $Q = \text{máx.}$ (área rayada de la fig. abajo). Dentro de un canal equipado con varias compuertas automáticas en serie, se debe confirmar la estabilidad del conjunto verificando si el volumen de agua en cada zona, que depende de la distancia (L) entre dos compuertas en serie, es mayor o igual a: $(Q \times T)/2$; donde $Q =$ caudal máximo; $T =$ Tiempo de ida y vuelta de las olas dentro de determinado tramo, siendo:

$$T = \frac{L}{\sqrt{gh + V}} + \frac{L}{\sqrt{gh - V}}$$

donde

$h =$ (sección del canal) / (ancho del plano de agua) [m]

$V =$ (caudal) / (sección)

[m^3/s]

