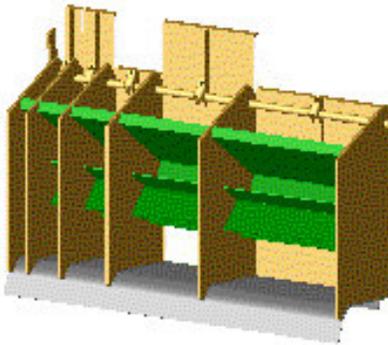


A25.05.0-E

MODULOS DE MASCARAS®

Equipos de caudal constante para escurrimiento en superficie libre

Los Módulos de Máscaras® son equipos de toma de agua utilizados para efectuar derivaciones a caudal constante, ajustable para escurrimiento de superficie libre.



Principio de operación

Mantener un caudal prácticamente constante se obtiene enteramente por medios estáticos; la asociación de una solera de perfil especial con una máscara fija arriba de la solera, disminuye el efecto del nivel de agua aguas arriba sobre el caudal de escurrimiento entre la solera y la máscara. Cuando el nivel es bajo, el escurrimiento es tipo superficie libre (Fig. 1, A). Cuando la elevación del nivel alcanza la máscara, el escurrimiento se efectúa bajo carga con coeficiente de caudal disminuido bruscamente y la salida del

chorro de agua presenta una contracción (Fig. 1, B).

Con el aumento de la carga, la contracción del chorro tenderá a acentuarse, disminuyendo la variación correspondiente del caudal (Fig. 1, C).

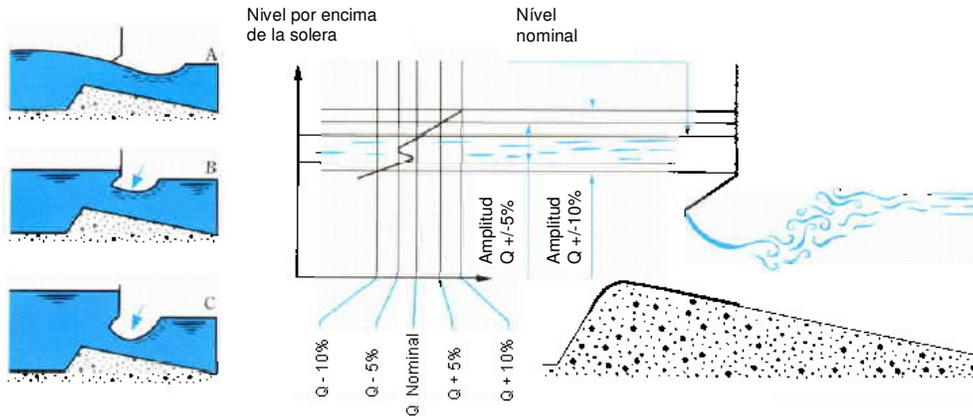
De esta forma, es posible, como se muestra en la figura 1, mantener, para una franja de niveles aguas arriba, el valor del caudal sensiblemente constante. La figura 1 indica la amplitud admisible de la variación del nivel, en relación a su valor nominal para variación de caudales entre $\pm 5\%$ y $\pm 10\%$.

La regulación del caudal se efectúa con la apertura o el cierre completo de pequeñas compuertas de vanos diferentes. Una vez que el equipo trabaja con determinada cantidad de compuertas abiertas, el caudal se mantiene a un valor fijo, aunque los niveles lado aguas arriba y aguas abajo presenten ciertas variaciones.



Módulos de Máscaras® es marca registrada

Figura 1- Esquema de principio de operación y curva de operación de un módulo con una máscara



La instalación de una segunda máscara, aguas abajo de la primera, (figura 2) permite un aumento importante en la amplitud de la variación del nivel aguas arriba (de 150 a 190%) en relación a los módulos de una máscara). Con la contracción del chorro por la primera máscara, la segunda puede quedar más próxima de la solera, formando un orificio de menor sección (figura 2B). Cuando el nivel aguas arriba sobrepasa una determinada

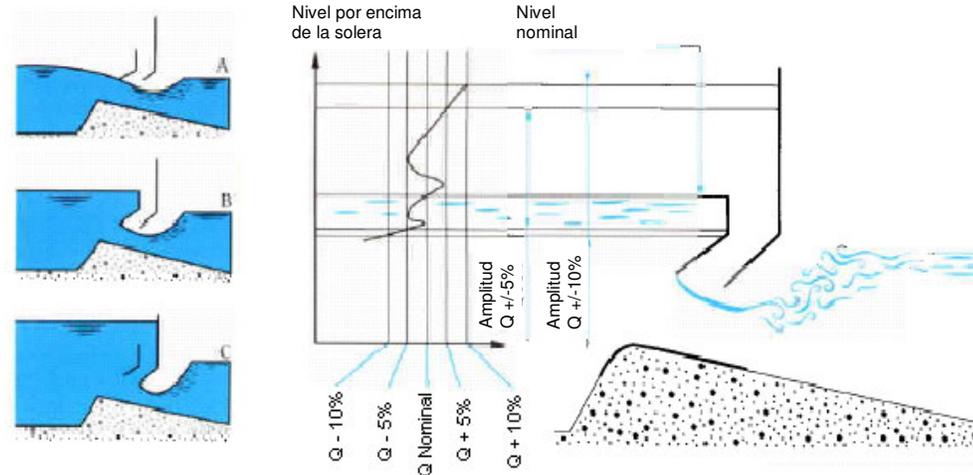
cota, la primera máscara queda submergida, la segunda entra en acción y la tendencia de aumento del caudal queda neutralizada (figura 2C).

Las formas y la disposición relativa de los diversos elementos constructivos del equipo están definidos para asegurar la corrección optimizada.

El caudal del equipo no es influenciado por la variación

del nivel de agua aguas abajo: la inclinación del perfil de la solera en la parte aguas abajo fue estudiada para provocar un flujo turbulento que crea un corte hidráulico; la formación de un resalto permite por otro lado, la recuperación de la energía potencial de la lámina de agua. Con eso, la pérdida de carga provocada por el equipo representa un valor bajo.

Figura 2- Esquema de principio de operación y curva de operación de un módulo con dos máscaras



Realización práctica

Los módulos están formados de conjuntos metálicos monobloques fijados en la cota correcta del vano de la parte civil de la obra, definida según el nivel aguas arriba y

con la amplitud de su variación.

Los Módulos de Máscaras® están normalizados en cuatro tipos de dimensiones con perfiles diferentes, caracterizados por el caudal

nominal que puede escurrir por unidad de ancho:

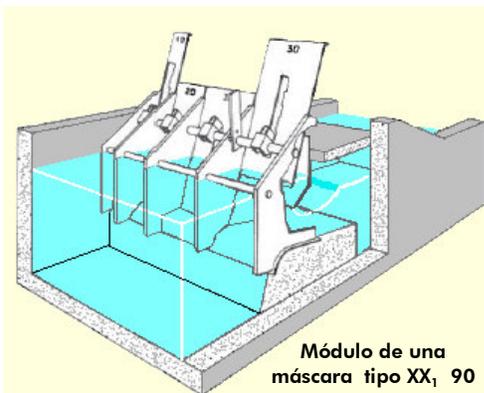
Serie X :	10 l/s / dm
Serie XX :	20 l/s / dm
Serie L :	50 l/s / dm
Serie C :	100 l/s / dm

El índice 1 ó 2, después de la letra de la serie, define el tipo del módulo, (con una o dos máscaras).

El caudal es fraccionado como sigue:

- En fracciones de 5 l/s para la Serie X, que está constituida por módulos de 5, 10, 15 y 30 l/s,
- En fracciones de 10 l/s para la Serie XX, que está constituida por módulos de 10, 20, 30, 60 y 90 l/s,
- En fracciones de 50 l/s para la Serie L, que está constituida por módulos de 50, 100, 200 y 400 l/s,
- En fracciones de 100 l/s para la Serie C, que está constituida por módulos de 100, 200, 400, 600 y 1000 l/s).

A petición, pueden ser suministrados módulos de fraccionamiento diferente.



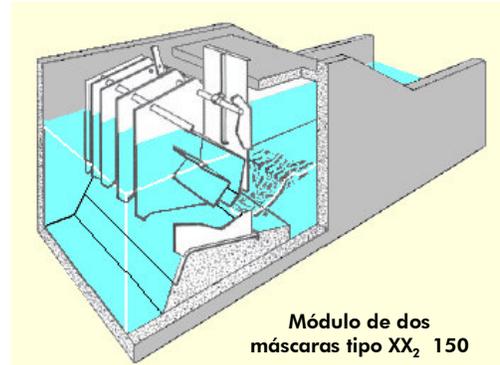
Por cuestión de uniformidad, las máscaras menores están localizadas siempre del lado orilla izquierda. Las dimensiones principales de todos los tipos de módulos se

encuentran en la página siguiente. La tabla de Fraccionamiento Normalizado indica los caudales nominales previstos para cada serie, y los anchos correspondientes.

Las máscaras instaladas lado a lado pueden funcionar abiertas o cerradas completamente y su posición puede ser bloqueada por el usuario, impidiendo de una forma simple la alteración del valor regulado por terceros.

Para instalaciones de gran capacidad, los módulos de la Serie C pueden presentar un ancho importante y conllevar dificultades en la instalación. En este caso, se pueden emplear dos módulos de la Serie CC (200 l/s/dm), que son módulos de máscaras fijas, embutidas encima de una solera de concreto de perfil especial. La obturación de los diversos vanos, separados por pilares de concreto se efectúa por compuertas deslizantes. El caudal es dividido en fracciones de 1 m³/s (Compuertas de 1, 2, 4 e 5 m³/s).

Las características de este quinto tipo de módulo son presentadas a título informativo, en la tabla correspondiente.

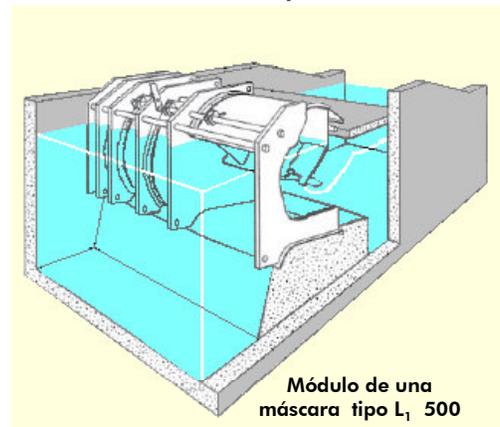


Construcción

Los Módulos de Máscaras[®] son realizados en plancha y perfiles de acero al carbono, de construcción mecanosoldada de precisión, con tolerancias de fabricación controladas.

Las compuertas de los módulos X y XX son planas y se deslizan en ranuras fresadas en las placas de separación.

Para disminuir los esfuerzos de maniobra, las compuertas de los módulos L y C son realizadas en forma de segmento circular y maniobradas por rotación.



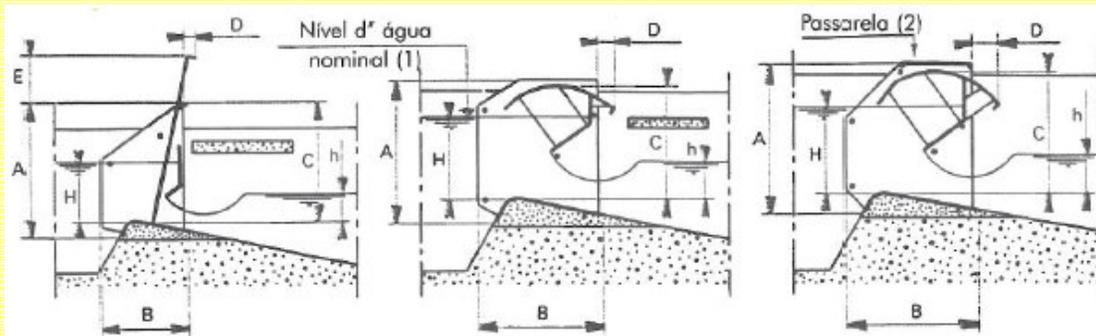
Módulos de Máscaras® – Dimensiones

Módulos de una máscara

Tipo X₁ y XX₁

Tipo L₁

Tipo C₁

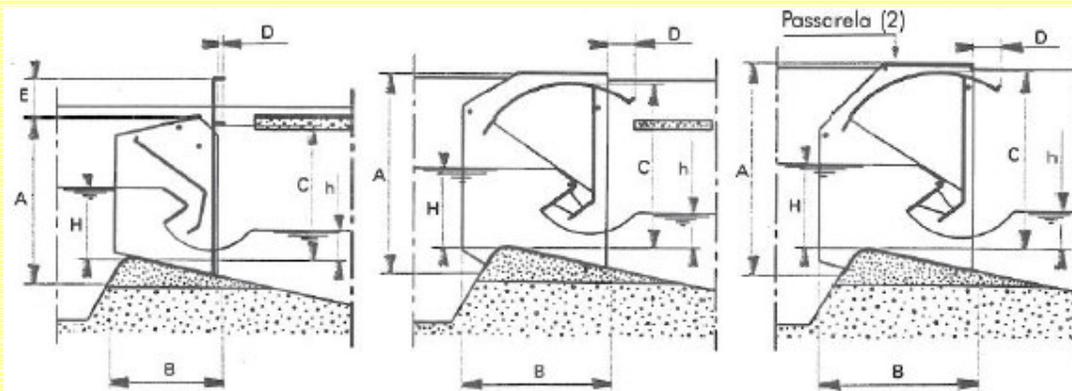


Módulos con dos máscaras

Tipo X₂ y XX₂

Tipo L₂

Tipo C₂



Dimensiones en cm

Tipo	A	B	C	D	E	Ancho para 100 l/s	H nominal	h (3)	Altura de retención máxima (compuerta cerrada)
X ₁	40	26	35	2	14	100	17	8 (10,5)	32
XX ₁	65	387	58	4	22	50	27	12 (16,5)	51
L ₁	88	77	72	16	-	20	50	22 (31)	68
C ₁	144	122	116	25	-	10	79	35 (49)	109
X ₂	47	27	36	2	8	100	17,5	8 (11)	35
XX ₂	66	43	54	2	15	50	28	12 (17)	51
L ₂	133	97	110	20	-	20	51	22 (31)	95
C ₂	205	152	180	28	-	10	81	35 (50)	147

(1) - Ver (1) tabla de Formas de Concreto

(2) - Ver (1) tabla de Formas de Concreto

(3) - Los números entre paréntesis pueden ser adaptados cuando el nivel aguas arriba excede siempre el nivel nominal.

Fraccionamientos Normalizados

Un módulo se caracteriza por una o dos letras que identifican el tipo, seguidas de la indicación del caudal nominal en l/s.

Ejemplo : X₁ 90

En las tablas siguientes, indicamos los fraccionamientos normalizados de todos los tipos de Módulos de Máscaras®.

Módulos X₁ y X₂

Q Nominal l/s	Número de compuertas de				l cm
	5 l/s	10 l/s	15 l/s	20 l/s	
30	1	1	1	-	32
60	1	1	1	1	63
90	1	1	1	2	94
120	1	1	1	3	125
150	1	1	1	4	156

Módulos XX₁ y XX₂

Q Nominal l/s	Número de compuertas de					l cm
	10 l/s	20 l/s	30 l/s	60 l/s	90 l/s	
30	1	1	-	-	-	16
60	1	1	1	-	-	2
90	1	1	2	-	-	48
120	1	1	1	1	-	3
150	1	1	2	1	-	79
180	1	1	1	2	-	4
210	1	1	1	1	1	109
240	1	1	1	3	-	25
300	1	1	1	1	2	155
360	1	1	1	2	2	86
420	1	1	1	3	2	217
480	1	1	1	1	4	47

Módulos C₁ y C₂

Q Nominal l/s	Número de compuertas de					l cm
	100 l/s	200 l/s	400 l/s	600 l/s	1000 l/s	
1000	2	1	1	-	-	105
1100	1	1	2	-	-	114
1200	2	1	2	-	-	125
1300	1	1	1	1	-	134
1400	2	1	1	1	-	145
1500	1	2	1	1	-	155
1600	2	2	1	1	-	166
1700	1	1	2	1	-	175
1800	2	1	2	1	-	186
1900	1	1	1	2	-	195
2000	2	1	1	2	-	206
2100	1	2	-	1	1	215
2200	2	1	2	-	1	226
2300	1	1	1	1	1	235
2400	2	1	1	1	1	246
2500	1	2	1	1	1	256
2600	2	2	1	1	1	268
2700	1	1	2	1	1	276
2800	2	1	2	1	1	288
2900	1	1	1	2	1	296
3000	2	1	1	2	1	308

Los elementos monobloques son de ancho inferior a 3.100mm. El caudal máximo de un elemento monobloque es de 3.000 l/s. Entre dos elementos monobloques deben ser previstos pilares de concreto con espesor no inferior a 300mm.

Para capacidades encima de 3.000 l/s, un módulo de la tabla arriba debe ser instalado en conjunto con uno o más módulos complementarios definidos en la tabla siguiente:

Q Nominal l/s	Número de compuertas de 1000 l/s	l cm
1000	1	100
2000	2	202
3000	3	303

Módulos L₁ y L₂

Los elementos monobloques son de ancho inferior a 3.100mm. El caudal máximo de un elemento monobloque es de 1.500 l/s. Entre dos elementos monobloques deben ser previstos pilares de concreto con espesor no inferior a 200mm.

Q Nominal l/s	Número de compuertas de				l cm
	50 l/s	100 l/s	200 l/s	400 l/s	
500	2	2	1	-	104
550	1	1	2	-	113
600	2	1	2	-	124
650	1	2	2	-	134
700	2	2	2	-	145
750	1	1	1	1	153
800	2	1	1	1	164
850	1	2	1	1	174
900	2	2	1	1	185
950	1	1	2	1	194
1000	2	1	2	1	205
1050	1	2	2	1	215
1100	2	2	2	1	226
1150	1	1	1	2	234
1200	2	1	1	2	245
1250	1	2	1	2	255
1300	2	2	1	2	266
1350	1	1	2	2	275
1400	2	1	2	2	286
1450	1	2	2	2	296
1500	2	2	2	2	307

Para capacidades encima de 1.500 l/s, un módulo de la tabla arriba debe ser instalado en conjunto con uno o más módulos complementarios definidos en la tabla siguiente:

Q Nominal l/s	Número de compuertas de 400 l/s	l cm
400	1	80
800	2	161
1200	3	242

Selección del equipo

El equipo es seleccionado en función de su capacidad de caudal y del tipo de sección (X, XX, L, C), que condicionan el ancho, el valor del fraccionamiento, la pérdida de carga admisible y la amplitud de variación del nivel aguas arriba tolerable en función de la cantidad de máscaras en los módulos (módulos de una o dos máscaras).

Las tablas de la página anterior indican que :

- Los módulos X son para caudales entre 30 y 150 l/s, regulables por fracción de 5 l/s
- Los módulos XX son para caudales entre 30 y 480 l/s, regulables por fracción de 10 l/s.

- Los módulos L y C son respectivamente para caudales entre 500 y 1500 l/s, con fraccionamiento de 50 l/s y entre 1000 y 3000 l/s, con fraccionamiento de 100 l/s. Los módulos complementarios permiten el aumento del caudal para los valores deseados.

Pérdidas de carga y tolerancias de nivel – Dimensiones en cm

Tipo	Caudal por ancho unit.	H_{\min}	H_{\min}	H_{nom}	H_{\max}	H_{\max}	dH	dH	J_{\min} para H_{nom}	J_{\min} para H_{\min}	P_{\min}	
		Q - 10%	Q - 5%	Q	Q + 5%	Q + 10%						Q ± 10%
1 máscara	X ₁	10 l/s/dm	13	13,5	17	18,5	20	7	5	6,5	5	16
	XX ₁	20 "	20	21,5	27	29,5	31	11	8	10,5	8	25
	L ₁	50 "	37	39,5	50	54,5	58	21	15	19	15	47
	C ₁	00 "	59	62,5	79	86	92	33	23,5	30	24	75
	(CC ₁)	200 "	94	100	126	137	146	52	37	48	38	118
	Q_1 l/s/dm	Q	2,75 *	2,91 *	3,68 *	4,00 *	4,27 *	1,52 *	1,09	1,41 *	1,10 *	3,45 *
2 máscaras	X ₂	10 l/s/dm	13	13,5	17,5	28	31	18	14,5	6,5	5	17
	XX ₂	20 "	20	21	28	44	48	28	23	11	8	26
	L ₂	50 "	37	39	51	82	89	52	43	20	15	49
	C ₂	00 "	59	62	81	130	142	83	68	31	24	77
	(CC ₂)	200 "	94	99	129	206	225	131	107	50	38	122
	Q_2 l/s/dm	Q	2,75 *	2,88 *	3,77 *	6,02 *	6,58 *	3,83 *	3,14 *	1,45 *	1,10 *	3,57 *

(*) Al multiplicar por $Q^{2/3}$ para obtener las cotas correspondientes de un módulo homotético (semejante), evacuando por unidad de ancho Q l/s/dm.

(**) P es la profundidad, del fondo del canal por debajo de la solera lado aguas arriba ($P = a - H_{\text{nom}}$, de acuerdo con la tabla de formas de concreto de la pág. siguiente).

Observación importante :

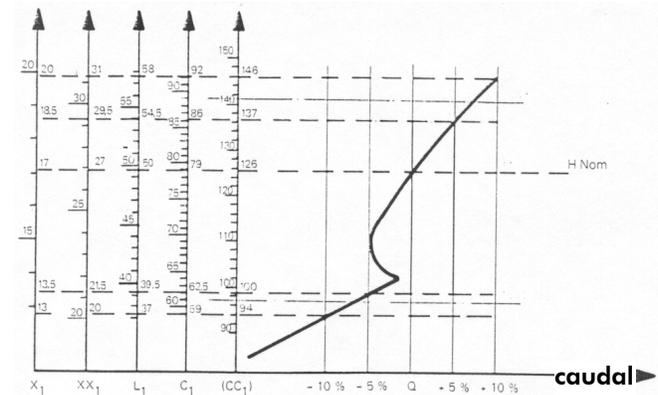
La relación $\frac{\text{amplitud tolerada}}{\text{pérdida de carga}}$ que es respectivamente:

- 0,99 para el módulo de 1 máscara a $Q \pm 5\%$
- 1,38 para el módulo de 1 máscara a $Q \pm 10\%$
- 2,85 para el módulo de 2 máscaras a $Q \pm 5\%$
- 3,48 para el módulo de 2 máscaras a $Q \pm 10\%$

pone en evidencia la ventaja de estos equipos en comparación con las tomas equipadas con compuertas de fondo con relación de 0,22 y 0,49 o tomas con solera de perfil hidráulico con relación de 0,17 e 0,35.

Curva de operación de los módulos con una máscara

Altura arriba de la solera cm



Definición del nivel de instalación

Las curvas de operación representan la variación del caudal en función del nivel de agua aguas arriba para

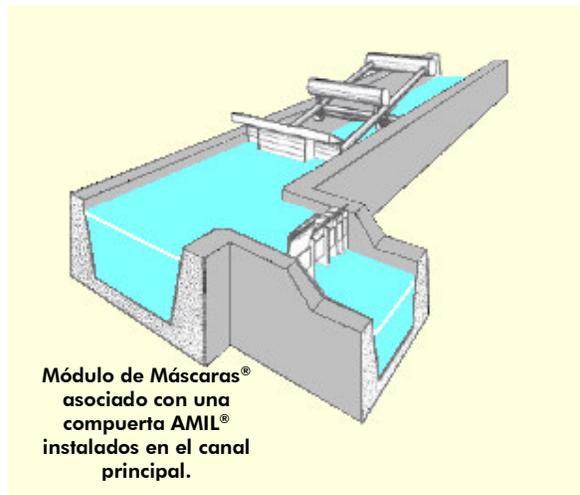
los módulos de una y dos máscaras.

Ellas permiten la definición correcta del nivel de instalación de los módulos, es decir, fijar la cota

absoluta del nivel de agua aguas arriba del módulo.

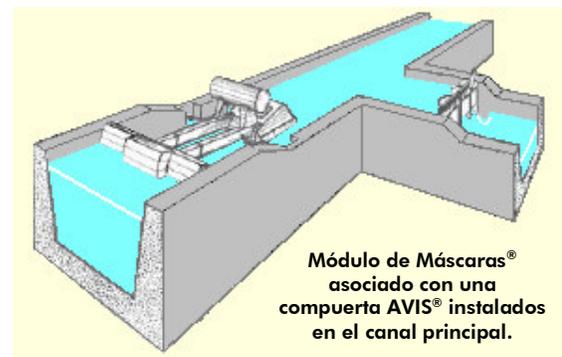
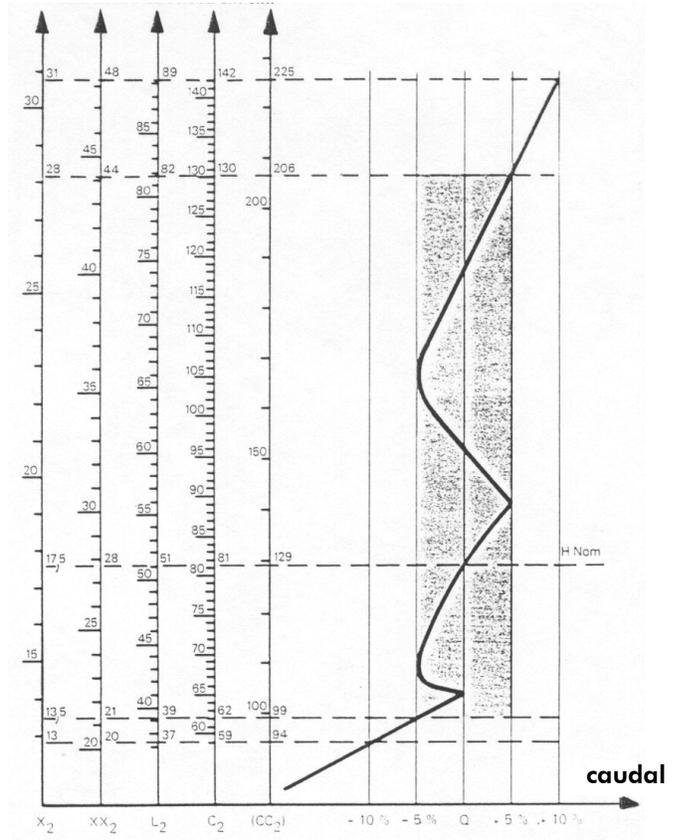
Las formas de concreto están indicadas en la tabla de la página siguiente.

Ejemplos de aplicación

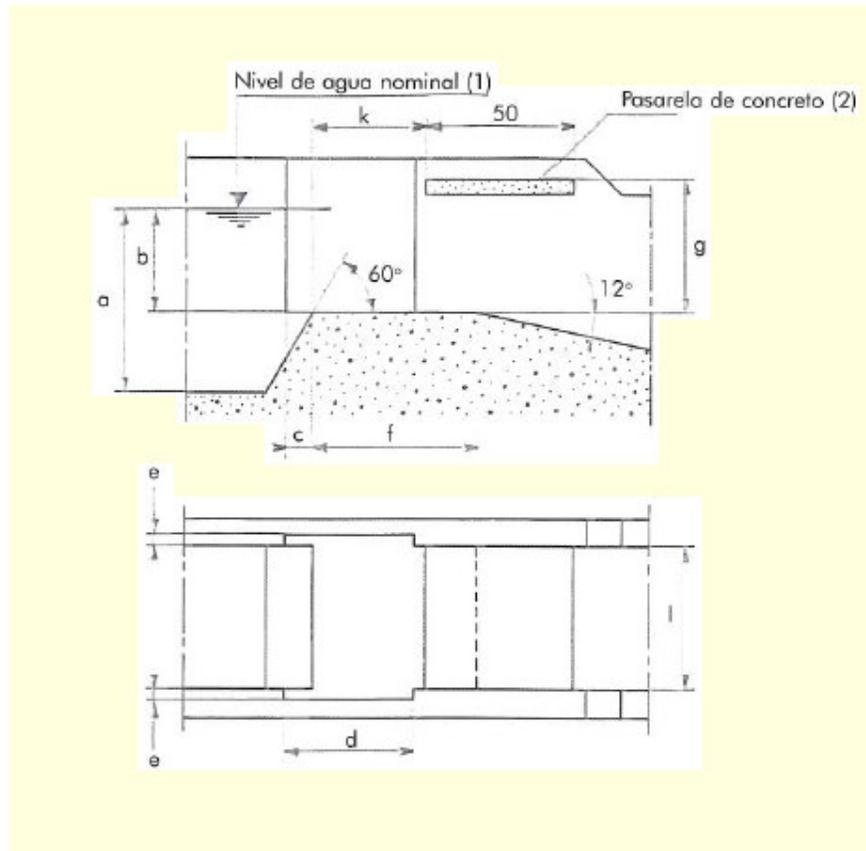


Curva de operación de los módulos con dos máscaras

Altura arriba de la solera cm



Módulos de Máscaras® – Formas de concreto



Módulo tipo	a min.	b	c	d	e	f	g	k	l
X ₁	33	25	9	34	5	45	35	25	Ver tabla de los fraccionamientos estandarizados
XX ₁	52	37	10	46	5	57	47	36	
L ₁	97	68	16	94	10	103	68	85	
C ₁	154	105	25	140	15	146	-	-	
X ₂	35	26	3	36	5	48	49	40	
XX ₂	54	40	4	54	5	68	70	60	
L ₂	100	75	20	115	10	135	105	100	
C ₂	158	120	25	170	15	210	-	-	

- (1) El nivel de agua nominal es fijado en relación al nivel de agua real en el canal, lo más próximo posible del nivel medio del intervalo de variación del nivel aguas arriba, de acuerdo con las indicaciones de la tabla "Pérdidas de carga y tolerancias de nivel".
- (2) Para vanos con ancho superior a 1m se debe prever una pasarela de concreto. Los módulos del tipo C son suministrados con pasarela metálica fijada encima del módulo.