

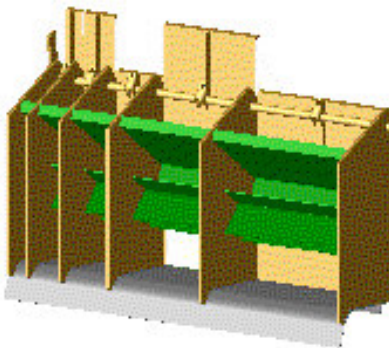
A25.05.0-P

MÓDULOS DE MÁSCARAS®

Equipamento de vazão constante para escoamento em superfície livre

Princípio de operação

Os Módulos de Máscaras® são equipamentos de tomadas d'água utilizados para efetuar derivações com vazão constante ajustável em escoamento de superfície livre.



A vazão quase constante deste equipamento é obtido por meios estritamente estáticos.

A associação de um perfil de soleira de forma especial com uma máscara fixa colocada por cima desta corrige o efeito sobre a vazão da elevação do nível montante. Se o nível for baixo, o escoamento efetua-se em superfície livre sobre a soleira. (Fig. 1, A). Se este subir a superfície d'água atinge a máscara, o escoamento se efetua sob pressão com um coeficiente de vazão diminuído bruscamente e o escoamento apresenta uma contração, que é visível na figura (Fig. 1, B).

Se o nível continua a aumentar, a contração terá tendência a acentuar-se. O que reduz consequentemente a variação correspondente da vazão (Fig. 1, C).

Desta forma é possível, como mostra a figura 1, manter para toda a gama de níveis montante a vazão no equipamento praticamente constante.

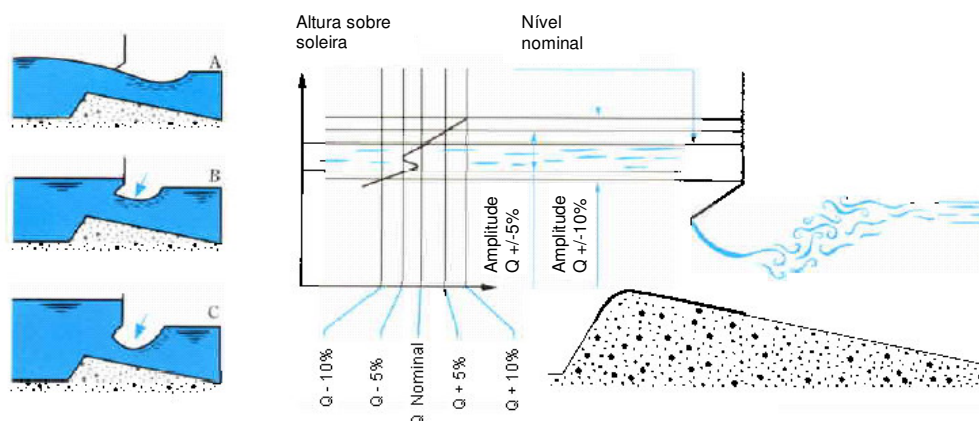
A figura 1 indica a variação admissível de nível em torno do seu valor nominal para vazões entre $\pm 5\%$ e $\pm 10\%$.

A regulação da vazão efetua-se abrindo ou fechando pequenas comportas de larguras diferentes. Com um determinado número de comportas abertas, a vazão mantém-se constante independentemente do nível montante apresentar eventuais variações.



Módulos de Máscaras® é marca registrada

Figura 1- Esquema de principio 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

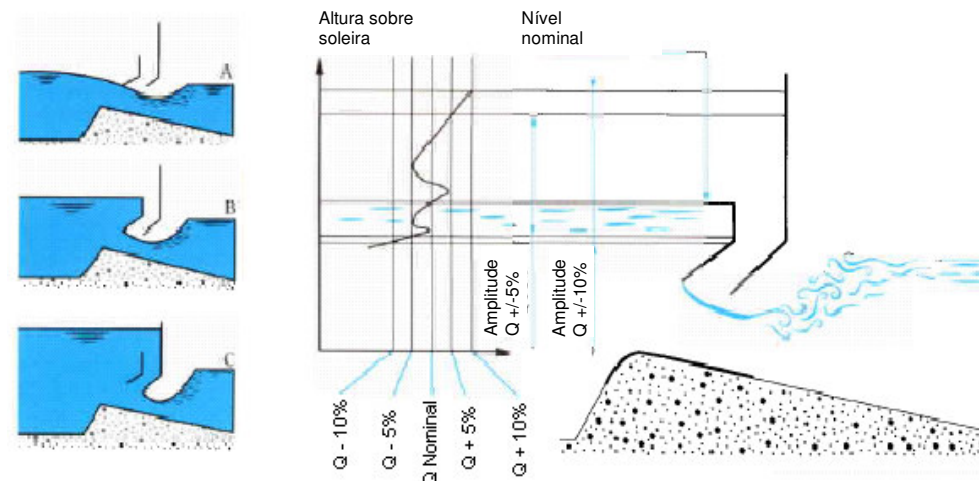
cota, la primera máscara queda sumergida, la segunda entra en acción y la tendencia de aumento del caudal queda neutralizada (figura 2C).

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 y curva de operación de un módulo con dos máscaras



Realização prática

Os módulos apresentam-se sob a forma de conjuntos metálicos em monobloco fixos na cota correta do vão da parte civil da obra, sendo esta

definida de acordo com o nível d'água montante e com a amplitude da sua variação.

São fabricados 4 tipos de dimensões em perfis diferentes, caracterizados pela

vazão nominal que poderá passar por uma unidade de largura.

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

A designação X, XX, L ou C é acrescentada de um índice 1 ou 2 dependendo se o equipamento tem 1 ou 2 máscaras.

A vazão é fracionada do seguinte modo:

- Frações de 5 l/s para a série X que compreende os módulos de 5, 10, 15 e 30 l/s,
- Frações de 10 l/s para a série XX (módulos de 10, 20, 30, 60 e 90 l/s),
- Frações de 50 l/s para a série L (módulos de 50, 100, 200 e 400 l/s),
- Frações de 100 l/s para a série C (módulos de 100, 200, 400, 600 e 1000 l/s).

Poderão também ser produzidos por encomenda módulos com dimensões especiais.

Normalizados indica as vazões nominais previstas para cada série, e a largura correspondente.

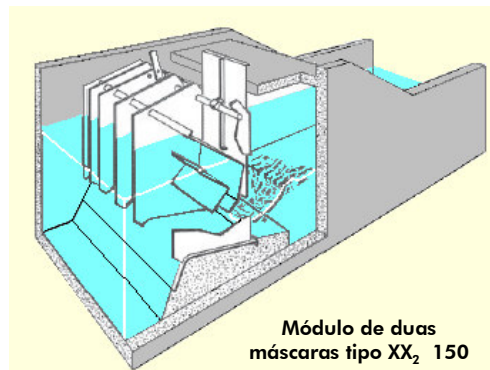
As pequenas comportas colocadas lado a lado, são geralmente totalmente abertas ou fechadas, podendo o operador bloquear a posição pretendida de forma simples, evitando que esta seja alterada por terceiros mantendo a vazão pretendida.

Para as instalações de maior capacidade, os módulos da série C serão de maior largura, provocando dificuldades na sua implantação. Neste caso poderão ser utilizados módulos compostos da série CC (200 l/s/dm), constituídos de máscaras fixas, embutidas

acima de uma soleira em concreto de perfil especial. A obturação dos diversos vãos, separados por pilares de concreto, é assegurada por comportas deslizantes.

A vazão é fracionada por intervalos de 1 m³/s (Comportas de 1, 2, 4 e 5 m³/s).

Na tabela correspondente as características hidráulicas deste quinto tipo estão também apresentadas, a título meramente indicativo.



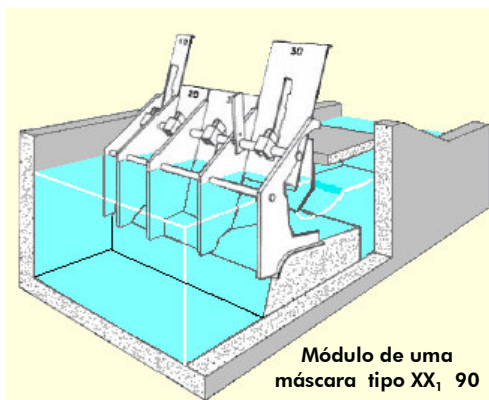
Módulo de duas máscaras tipo XX₂ 150

Construção

Os Módulos de Máscaras® são construídos com lâminas e perfilados de aço, unidos por soldas. Para a fabricação deste equipamento, recorre-se à solda de alta precisão, com tolerâncias de fabricação controladas.

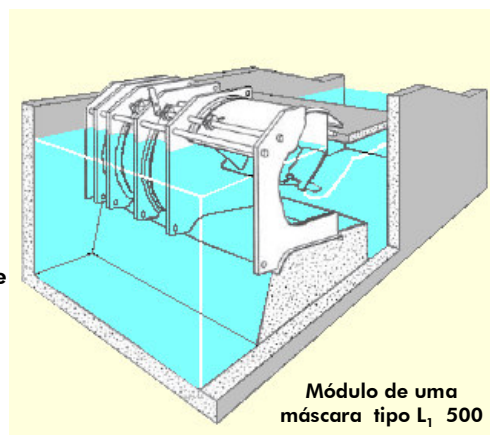
As pequenas comportas dos módulos X e XX são planas e deslizam sobre ranhuras fresadas nas placas de separação.

Para diminuir os esforços de manobra, as comportas dos módulos L e C são projetadas em forma de segmento, e são manobráveis em torno do seu eixo.



Módulo de uma máscara tipo XX₁ 90

Por questão de uniformidade, as comportas de menores dimensões encontram-se sempre na margem esquerda. As dimensões principais deste equipamento são dados na tabela da página seguinte, a tabela de Fracionamentos



Módulo de uma máscara tipo L₁ 500

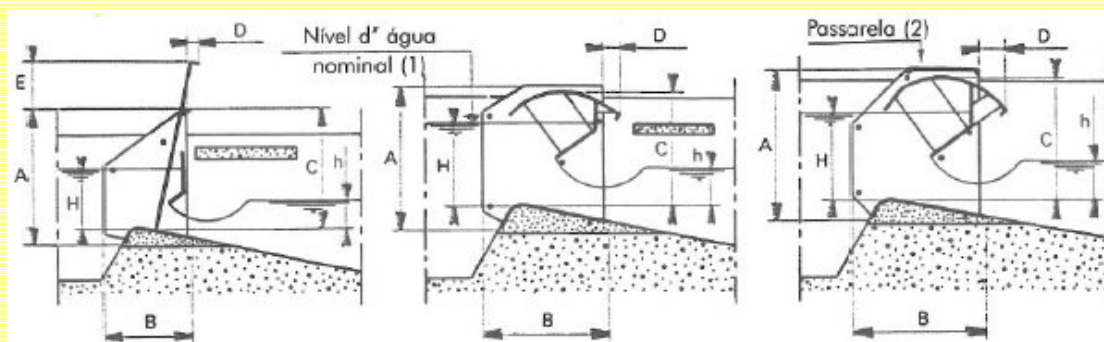
Módulos de Máscaras® – Dimensões

Módulos de uma máscara

Tipo X₁ e XX₁

Tipo L₁

Tipo C₁

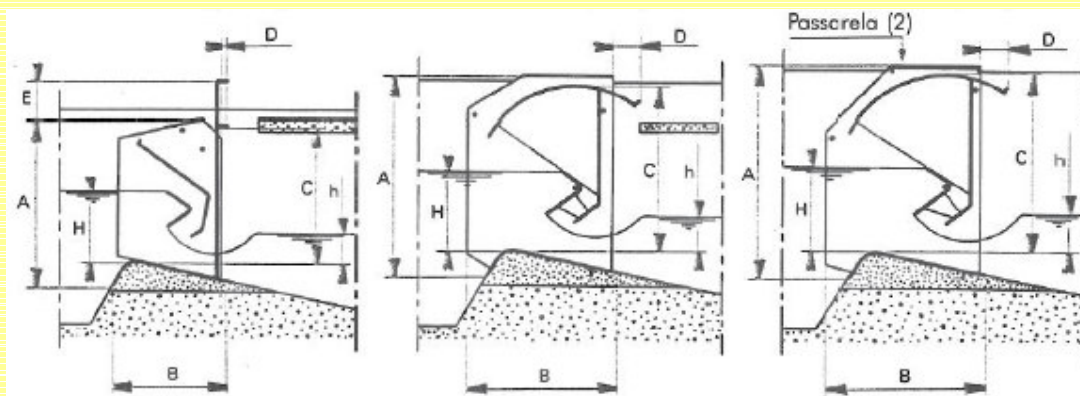


Módulos de duas máscaras

Tipo X₂ e XX₂

Tipo L₂

Tipo C₂



Cotas em cm

Tipo	A	B	C	D	E	Largura para 100 l/s	H nominal	h (3)	Altura de retenção máxima (módulo fechado)
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) tabela de Formas de Concreto

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

(3) - Os dados entre parênteses podem ser adotados caso o nível montante nunca fique inferior ao nível nominal.

Fracionamentos Normalizados

Um módulo é designado por uma ou duas letras que identificam o seu tipo, seguidos de um número correspondente à vazão nominal em l/s.

Exemplo : X₁ 90

Nas tabelas seguintes são indicados os fracionamentos normalizados de todos os tipos de Módulos de Máscaras®.

Módulos X₁ e X₂

Q Nominal l/s	Número de comportas 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 e XX₂

Q Nominal l/s	Número de comportas 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 e C₂

Q Nominal l/s	Número de comportas 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	-	-	111
1200	2	1	2	-	-	125
1300	1	1	1	1	-	131
1400	2	1	1	1	-	145
1500	1	2	1	1	-	151
1600	2	2	1	1	-	166
1700	1	1	2	1	-	171
1800	2	1	2	1	-	186
1900	1	1	1	2	-	191
2000	2	1	1	2	-	206
2100	1	2	-	1	1	211
2200	2	1	2	-	1	226
2300	1	1	1	1	1	231
2400	2	1	1	1	1	246
2500	1	2	1	1	1	251
2600	2	2	1	1	1	268
2700	1	1	2	1	1	271
2800	2	1	2	1	1	288
2900	1	1	1	2	1	291
3000	2	1	1	2	1	308

Os elementos monobloco têm uma largura inferior a 3100mm. A vazão máxima de um elemento monobloco é de 3000 l/s . Entre dois elementos monoblocos devem ser previstos pilares de concreto de espessura não inferior a 300mm.

Para capacidades acima de 3000 l/s, combinar com um dos elementos precedentes um ou mais complementos apresentados na seguinte tabela :

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

Módulos L₁ e L₂

Os elementos monobloco têm uma largura inferior a 3100mm. A vazão máxima de um elemento monobloco é de 1500 l/s. Entre dois elementos, prever pilares de espessura não inferior a 200mm.

Q Nominal l/s	Número de comportas de				l cm
	50 l/s	100 l/s	200 l/s	1000 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

Acima de 1500 l/s combinar com um dos elementos precedentes um ou mais complementos apresentados na seguinte tabela:

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

Escolha de equipamento

O equipamento é escolhido em função da sua capacidade e tipo de seção (X, XX, L ou C), que condiciona a largura, o valor do fracionamento, perda de carga admissível e a amplitude da variação do nível montante admissível em função da quantidade de máscaras (módulos de uma ou duas máscaras).

As tabelas da página anterior indicam que:

- Os módulos X aplicam-se para vazões compreendidas entre 30 e 150 l/s reguláveis por frações de 5 l/s.
- Os módulos XX aplicam-se para vazões compreendidas entre 30 e 480 l/s reguláveis por frações de 10 l/s.

- Os módulos L e C aplicam-se para vazões compreendidas respectivamente entre 500 e 1500 l/s com fracionamentos de 50 l/s e entre 1000 e 3000 l/s, com fracionamentos de 100 l/s. Os elementos de complemento permitem atingir as vazões desejadas.

Perdas de carga e tolerâncias de níveis – Cotas em cm

Tipo		Vazão por largura unit.	H _{min} Q -10%	H _{min} Q - 5%	H _{nom} Q	H _{max} Q + 5%	H _{max} Q + 10%	dH Q ± 10%	dH Q ± 5%	J _{min} para H _{nom}	J _{min} para H _{min}	P _{min}
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*

(*) Multiplicar por $Q^{2/3}$ para obter as cotas correspondentes de um módulo equivalente com escoamento por unidade de largura da soleira de Q l/s/dm.

(**) P é a profundidade, abaixo da soleira, do fundo do canal a montante ($P = a - H_{nom}$, de acordo com a tabela de formas de concreto da pág. seguinte).

Nota importante :

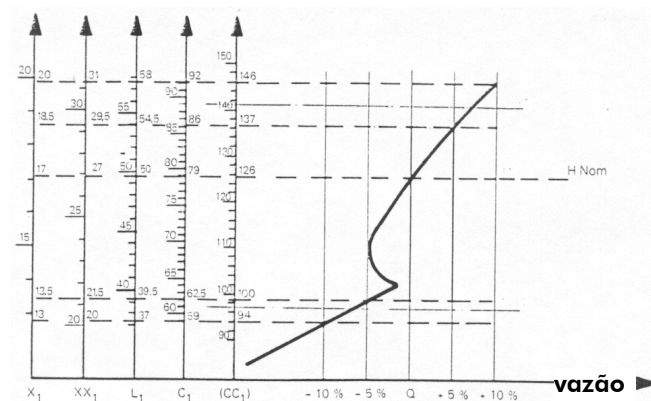
A relação $\frac{\text{amplitude tolerada}}{\text{perda de carga}}$ que é respectivamente de :

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

demonstra a vantagem deste equipamento em comparação com as tomadas equipadas com comportas de fundo com relações de 0,22 e 0,49 ou tomadas com soleira de perfil hidráulico com relação de 0,17 e 0,35.

Curva de operação dos módulos com uma máscara

Altura acima da soleira cm



Definição do nível de instalação

As curvas de funcionamento representam a variação da vazão em função do nível montante tanto para os módulos de uma máscara

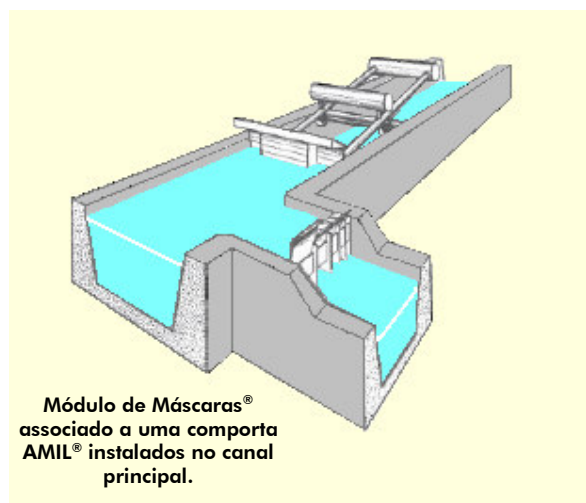
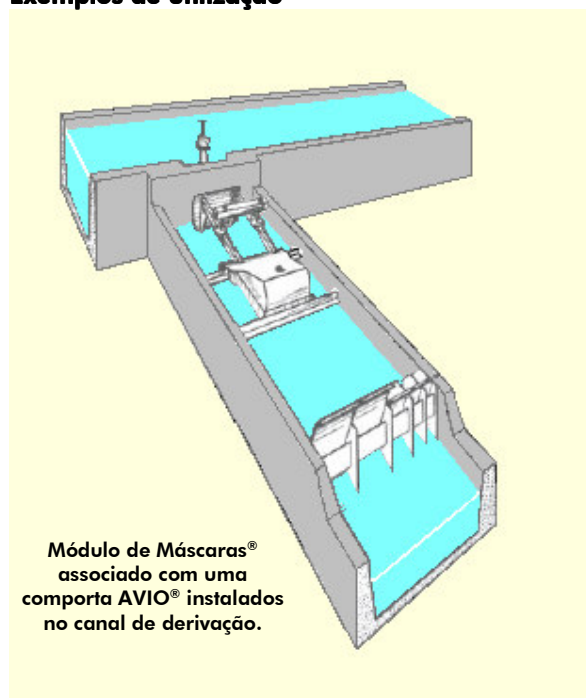
como para os módulos de duas máscaras.

Elas permitem potenciar ao máximo o equipamento, fixando a cota absoluta do seu nível nominal em função das variações de

nível montante a que está sujeito.

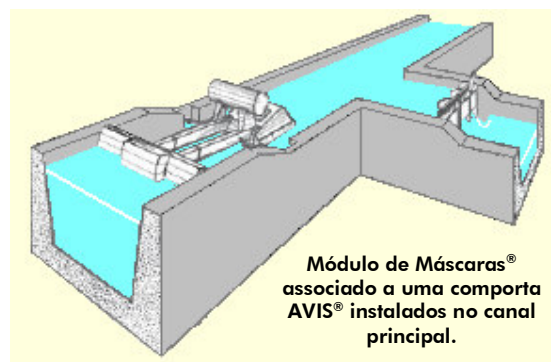
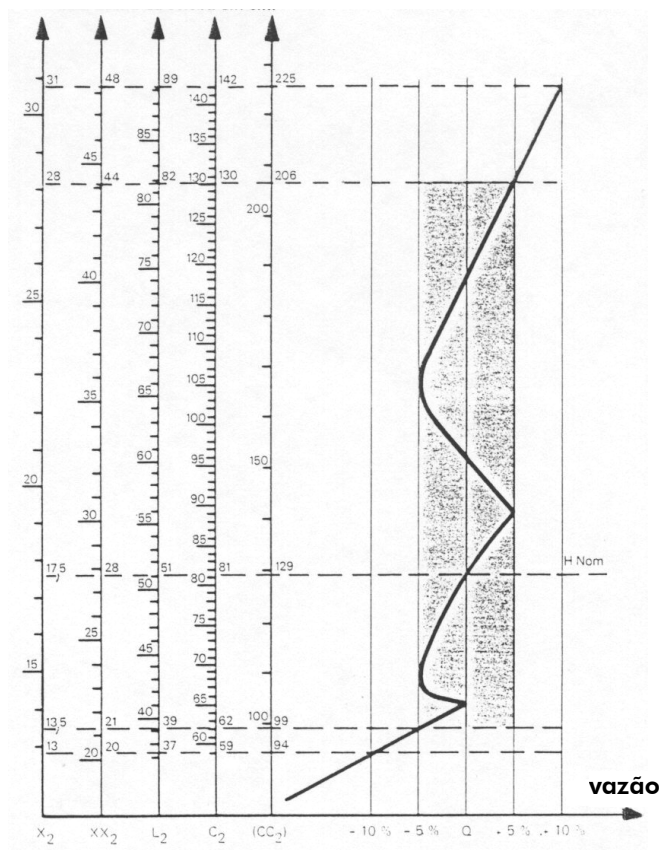
As formas de concreto são dadas na tabela da página seguinte.

Exemplos de utilização

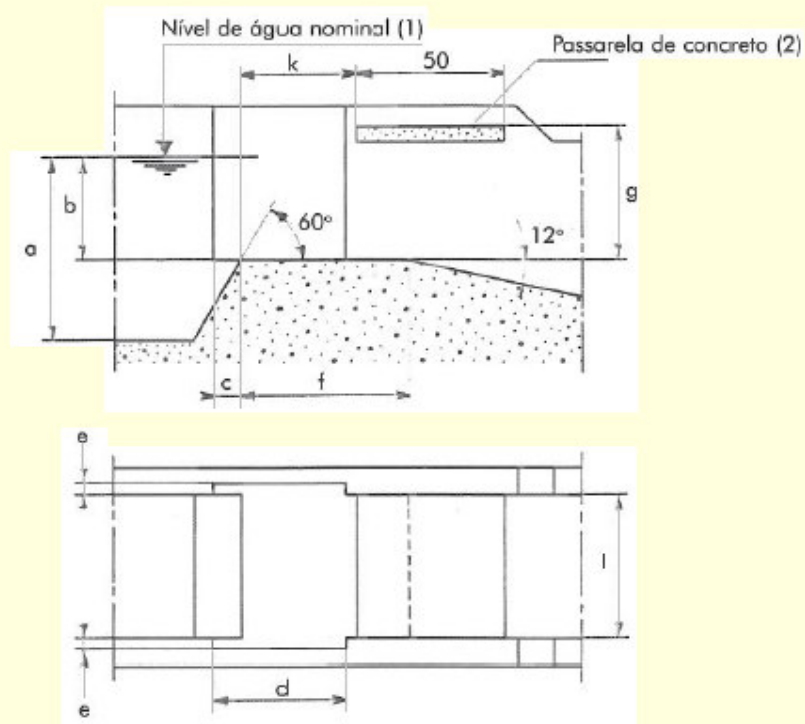


Curva de operação dos módulos com duas máscaras

Altura acima da soleira cm



Módulo 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 tabela dos fracionamentos normalizados
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) O nível d'água nominal é fixado em relação ao nível d'água real no canal mais próximo possível do nível médio do intervalo de variação do nível montante de acordo com as indicações dadas na tabela "Perdas de carga e tolerâncias de nível".
- (2) Para vãos com largura acima de 1 m deve ser prevista uma passarela de concreto. Os módulos do tipo C são fornecidos com uma passarela metálica fixada acima do módulo.