

CAPTACIÓN EN RÍO

Generalidades

Las obras de captación de aguas superficiales pueden extraer las aguas desde una corriente de agua o desde una laguna. Los requisitos con que debe cumplir una adecuada captación superficial son los siguientes:

- Facilidad de operación.
- Que su ubicación garantice cierta calidad mínima del agua.
- Impida la entrada de materiales flotantes, peces y sedimento grueso como ripio y arena.
- Construcción debe ser económica.

Considerando sólo las captaciones desde corrientes, se puede mencionar que el diseño de estas obras depende, entre otros factores, de los siguientes:

- Forma en que se realiza el abastecimiento (por bombeo o gravitacional).
- Es posible controlar todo el caudal de la corriente o sólo parte de él.
- Magnitud del caudal que se capta.
- Variaciones de nivel de la corriente de agua.
- Cantidad de sedimento arrastrado.

El tipo de captación superficial más común, es la captación en río o estero con una barrera frontal al curso del agua y una cámara lateral de captación. En los cursos de agua con lecho estable y sin grandes variaciones estacionales, es posible prescindir de la barrera. A continuación se describen los elementos constitutivos de este tipo de captaciones superficiales:

Barrera: Corresponde a una estructura que se ubica interceptando el cauce, con el fin de regularizar su nivel y dar las condiciones hidráulicas para que el caudal ingrese en la obra de toma. Para aquellas captaciones que consideren una barrera frontal, el diseño de dicha barrera depende de la altura útil de ésta y del largo de la barrera.

Muro lateral: El muro lateral está encargado de proteger las cámaras húmeda y seca de la obra de captación.

Cámara lateral húmeda: Se considera que inmediatamente a continuación del muro lateral con vertedero, el agua caerá a una cámara aquietadora, en donde se instalará el colador de entrada de la aducción.

Cámara lateral seca: Esta cámara corresponde a la cámara de interconexiones hidráulicas, en donde se instalará la válvula de corta en la cañería de la captación y la válvula de desagüe.

Desarenador: Consiste en una estructura que permita eliminar por decantación las partículas que sobrepasen el tamaño máximo adecuado para la aducción.

Descripción de Obras y parámetros de diseño.

En general los elementos constitutivos de una captación superficial en río son: barrera frontal, muro lateral, cámara húmeda, cámara seca y desarenador. Algunos de estos componentes pueden no estar presentes en todos los diseños, como es el caso de la barrera frontal y el desarenador.

Las captaciones del tipo Toma Lateral podrán evaluarse con la matriz de captación superficial en canal; o captación superficial en río sin barrera frontal, según corresponda.

Para aquellas captaciones que consideren una barrera frontal, el diseño de dicha barrera depende de la altura útil de ésta y del largo de la barrera. El diseño de la barrera tipo eficiente considera un muro de hormigón con bolón desplazador, con un relleno de enrocado de 10 m de longitud aguas abajo del muro. Las barreras artesanales tipo "patas de cabra" o equivalentes no se consideran en la valorización de la infraestructura.

En las captaciones que consideren barreras mixtas (tramo con barrera fija vertedora y tramo de barrera fusible), matriz permite evaluar sólo el tramo de la barrera fija vertedora, debiendo introducirse la longitud de dicho tramo.

Se rellena con enrocados de tamaño medio tanto aguas arriba como aguas abajo de la barrera, con el fin de evitar la socavación del río. Se colocan compuertas desripiadoras a un costado de la barrera.

El muro lateral está encargado de proteger las cámaras húmeda y seca de la obra de captación.

Se considera que inmediatamente a continuación del muro lateral con vertedero, el agua caerá a una cámara aquietadora, en donde se instalará el colador de entrada de la aducción. El diseño de esta

estructura depende de la altura del agua sobre el lecho del río (H) y del caudal de diseño de la captación (Q).

Para captaciones con $Q \leq 1 \text{ m}^3/\text{s}$ se ha supuesto una cámara húmeda de forma rectangular, que se emplaza junto a una cámara seca.

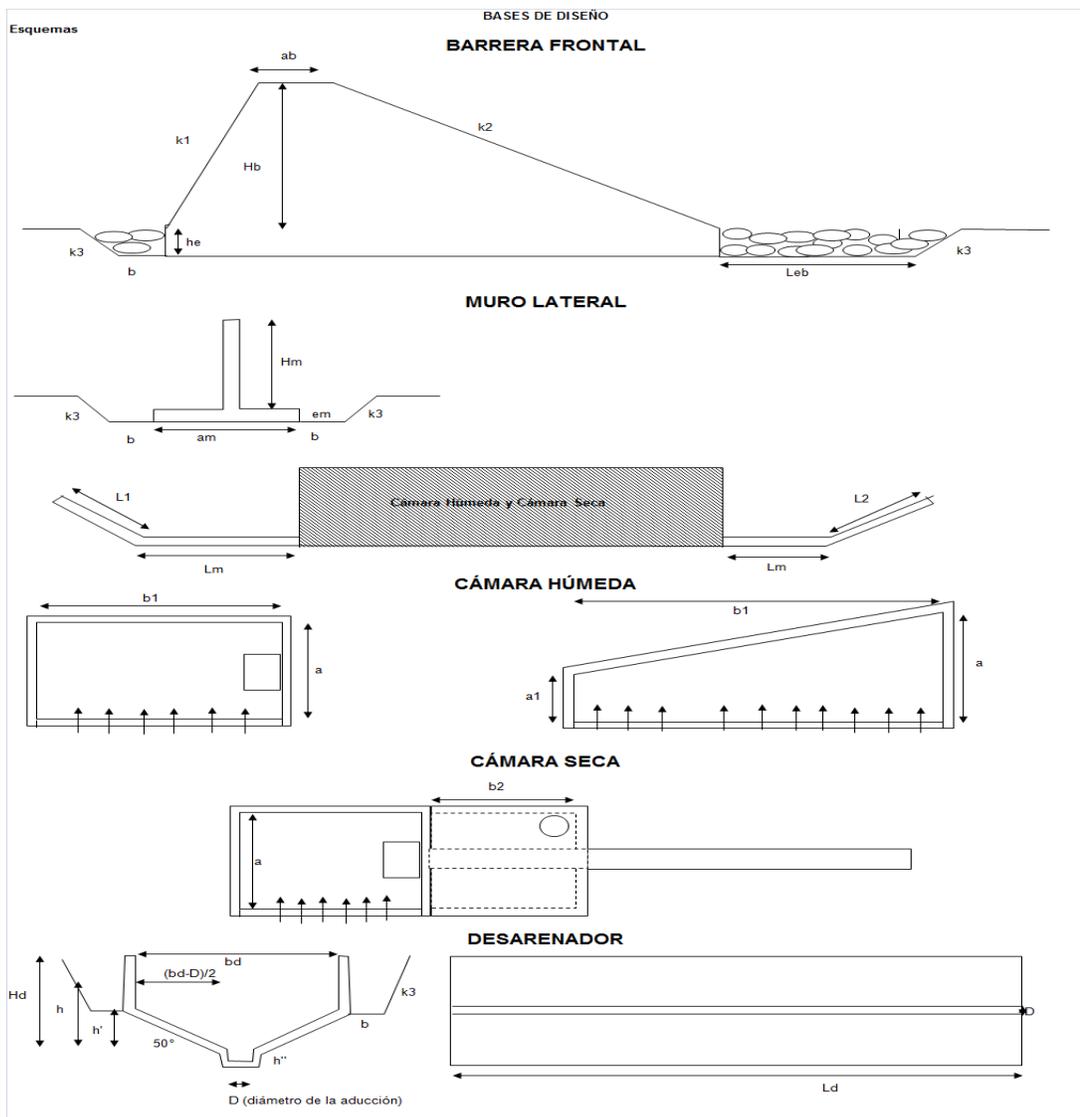
Para captaciones con $1 \text{ m}^3/\text{s} < Q \leq 2 \text{ m}^3/\text{s}$ se ha diseñado una cámara única de forma trapecial.

La cámara lateral seca corresponde a la cámara de interconexiones hidráulicas, en donde se instalará la válvula de corta en la cañería de la captación y la válvula de desagüe. El diseño de esta estructura depende de la altura del agua sobre el lecho del río (H) y del caudal de diseño de la captación (Q).

Se ha diseñado un desarenador para aquellos casos que se requiera, de acuerdo al arrastre de sólidos en el agua captada. El diseño de este tipo de estructura depende básicamente del caudal captado (Q), aunque también del contenido de arena en el agua. Ya que este último dato es difícil de obtener, se adoptará un valor fijo y se diseñará en función sólo del caudal captado. La aducción al desarenador será considerada de una longitud de 10 m.

Estas unidades pueden ser del tipo manual o mecanizado. Se ha definido que para caudales mayores a $1 \text{ m}^3/\text{s}$, las obras correspondientes al desarenador se mecanizarán.

Se ha considerado el esponjamiento inicial del 130% y el esponjamiento final del 110% y se han parametrizado la cuantía de acero por hormigón, el espesor de emplantillado, el espesor de los muros de hormigón armado, así como el tipo de terreno y napa donde se ejecuta la captación. Se ha definido también un porcentaje de instalación y prueba sobre los costos directos. A continuación se muestra unas figuras y unas tablas con cada una de las variables que se han utilizado en el cálculo de las matrices de captación superficial.



Variables Relevantes de Infraestructura

L: Ancho del río o canal (m)

H: Altura del agua (m)

Q: Caudal de toma (m³/s)

Qt: Caudal total en el caso de captación en canal (m³/s)

Ecuaciones Empleadas

Barrera Frontal

Ancho Compuertas <u>Desripiadoras</u> :	$Ac = \text{Máximo } (1, \text{redondear.más}(0.1 \cdot L; 0))$
Ancho Barrera Frontal:	$Ab = L - Ac$
Altura de muro:	$Hb = H$
Excavación:	$V_{exc} = L \cdot ((b + k1 \cdot Hb + ab + k2 \cdot Hb + Leb) \cdot he + he \cdot he \cdot k3)$
Relleno Enrocado:	$Rell = L \cdot ((b + Leb) \cdot he + (he \cdot he \cdot k3))$
Retiro Excavación:	$RE = (1 + ei) \cdot V_{exc}$
Hormigón Bolón <u>Desplazador</u> :	$Hor = L \cdot (he \cdot (k1 \cdot Hb + ab + k2 \cdot Hb)) + Ab \cdot Hb \cdot (a + k1 \cdot Hb/2 + k2 \cdot Hb/2)$
<u>Moldaje</u> :	$Mol = L \cdot (2 \cdot he) + Ab \cdot (\text{raiz}(Hb^2 + (k1 \cdot Hb)^2) + \text{raiz}(Hb^2 + (k2 \cdot Hb)^2))$
Ataguía:	$Ataguía = L \cdot H^2$

Muro Lateral

Altura de muro:	$Hm = H + he + r$
Ancho Zapata Fundación:	$am = Hm/3$
Excavación:	$V_{exc} = (L1 + L2 + 2 \cdot Lm) \cdot he \cdot ((2 \cdot b + am + he \cdot k3)$
Relleno:	$Rell = V_{exc} - (L1 + L2 + 2 \cdot Lm) \cdot (am \cdot em + e \cdot (he - em))$
Retiro Excavación:	$RE = (1 + ei) \cdot V_{exc} - (1 + ef) \cdot Rell$
Hormigón:	$Hor = (L1 + L2 + 2 \cdot Lm) \cdot (am \cdot em + Hm \cdot e)$
Emplantillado:	$Emp = (L1 + L2 + 2 \cdot Lm) \cdot (am \cdot Empl)$
<u>Moldaje</u> :	$Mol = (L1 + L2 + 2 \cdot Lm) \cdot (2 \cdot em + 2 \cdot Hm)$

Cámara Húmeda

Diámetro Aducción:	$D = \text{raiz}(4/\pi \cdot Q/v)$
Ancho Aducción:	Si $D = hc$ $D = \text{raiz}(Q/v)$
Ancho Cámaras:	$a = D + 2$ si $D > 500$ $a = D + 1.2$ si $D \leq 500$
	$a1 = 2/3 \cdot a$
Vertedero Lateral:	$b1 = Q / (0.4 \cdot hv \cdot \text{raiz}(2 \cdot 9.8 \cdot hv))$
Altura Cámara:	Hm
Altura Muro Vertedero:	$Hmv = Hm - r - hv$
Excavación:	$V_{exc} = b1 \cdot (k3 \cdot he + 2 \cdot b + a + 2 \cdot e) \cdot he$
Relleno:	$Rell = V_{exc} - b1 \cdot (a + 2 \cdot e) \cdot he$
Retiro Excavación:	$RE = (1 + ei) \cdot V_{exc} - (1 + ef) \cdot Rell$
Hormigón:	$Hor = Hm \cdot (2a + 2 \cdot e + b1 + 2 \cdot e) \cdot e + Hmv \cdot (b1 \cdot e)$
Emplantillado:	$Emp = (a + 2 \cdot e) \cdot (b1 + 2 \cdot e) \cdot Empl$
<u>Moldaje</u> :	$Mol = 4 \cdot Hm \cdot a + 2 \cdot Hm \cdot b1 + 2 \cdot Hmv \cdot b1$

Cámara Seca

Largo Cámara:	$b2 = D + 1.2$
Altura Cámara:	Hm
Excavación:	$V_{exc} = b2 \cdot (k3 \cdot he + 2 \cdot b + a + 2 \cdot e) \cdot he$
Relleno:	$Rell = V_{exc} - b2 \cdot (a + 2 \cdot e) \cdot he$
Retiro Excavación:	$RE = (1 + ei) \cdot V_{exc} - (1 + ef) \cdot Rell$
Hormigón:	$Hor = Hm \cdot (2a + 2 \cdot e + 2b2 + 2 \cdot e) \cdot e + a \cdot b2 \cdot e$
Emplantillado:	$Emp = (a + 2 \cdot e) \cdot (b2 + 2 \cdot e) \cdot Empl$
<u>Moldaje</u> :	$Mol = 2 \cdot Hm \cdot a + 4 \cdot Hm \cdot b2 + a \cdot b2$

Desarenador

Ancho Desarenador:	$bd = Q / (Ld \cdot vs)$
Altura Quiebre:	$h' = \text{tag} 50^\circ \cdot (bd - D) / 2 \leq h = 2$
Excavación:	$V_{exc} = Ld \cdot ((2 \cdot b + bd + 2 \cdot e + k3 \cdot (Hd - h')) + (bd - D) / 2 \cdot h' + (D + 2 \cdot e) \cdot h')$
Relleno:	$Rel = Ld \cdot (Hd - h') \cdot ((2 \cdot b + k3 \cdot (Hd - h')) \cdot (Hd - h'))$
Retiro Excavación:	$RE = (1 + ei) \cdot V_{exc} - (1 + ef) \cdot Rel$
Hormigón:	$Hor = 2 \cdot Ld \cdot e \cdot (Hd - h' + h' + D / 2 + \text{raiz}(h'^2 + ((bd - D) / 2)^2)) + 2 \cdot (bd \cdot (Hd - h') + D \cdot h' + h' \cdot (bd - D) / 2)$
Emplantillado:	$Emp = Ld \cdot (2 \cdot \text{raiz}(h'^2 + ((bd - D) / 2)^2) + D)$
Moldaje:	$Mol = Ld \cdot (2 \cdot h' + 2 \cdot (Hd - h'))$

Normativa Considerada

Referencias

- NCh 777/1.Of2008 Agua potable – Fuentes de abastecimiento y obras de captación – Parte 1: Terminología, clasificación y requisitos generales.
- NCh 1367. Of 79 Agua Potable – Plantas de tratamiento – Desarenadores y sedimentadores simples (sin coagulación previa)

Variables Relevantes

Las variables relevantes que se deben ingresar para cada una de las dos matrices desarrolladas para este tipo de infraestructura son las siguientes:

VARIABLE	SÍMBOLO	UNIDAD	RANGO	DESCRIPCIÓN
Desarenador	Ds	-	S/N	Captación dispone de desarenador (S) o no (N).
Altura Agua	Hagua	m	0.5-6	Altura media del agua medida sobre el lecho del río.
Caudal de Diseño	Qdiseño	l/s	2-2000	Caudal de diseño de la captación.
Barrera	Bf	-	S/N	Captación posee barrera frontal (S) o no la posee (N).
Longitud de Barrera	Lbarrera	m	2-60	Corresponde al ancho medio del río en la zona de la captación. También se puede utilizar la longitud de la barrera informada.
Urbanización desarenador			S/N	Capatación dispone de una urbanización en el recinto del desarenador (S) o no. (N)
Urbanización Cámara			S/N	Capatación dispone de una urbanización en el recinto de la camara (S) o no. (N)
Gastos generales, instalación de faena y utilidades	GG-IF-UT		1-6	Permite seleccionar uno de los 6 tipos de Gastos generales, instalación de faena y utilidades presentes en el vector.
Ingeniería	ING		1-6	Permite seleccionar uno de los 6 tipos de Ingeniería presentes en el vector.
Inspección Técnica de Obra	ITO		1-6	Permite seleccionar uno de los 6 tipos de Inspección Técnica de Obra presentes en el vector.

Componentes y Partidas Relevantes

Equipos

Los equipos se han desagregado en las siguientes obras:

CÓDIGO	DESCRIPCION	UN
EQ_CO_PR_1010	Compuerta plana de rodillo de acero estructural. Espesor=6mm	UF/m2
EQ_CO_PD_1010	Compuerta plana deslizante de acero estructural. Espesor=6mm	UF/m2
EQ_VA_CO_6	Válvula de compuerta de cierre elastomérico, cuerpo ovalado y vástago fijo, PN 6 BB de D=100 mm a D= 700mm	UF/Un
EQ_VA_MA_0	Válvula de mariposa de cierre elastomérico PN 10 BB D=800 mm a D=1000 mm	UF/Un
EQ_CO_AC_0001	Actuador de compuerta Tipo 1 (compuerta S < 2,0 m2)	UF/Un
EQ_CO_AC_0002	Actuador de compuerta Tipo 2 (compuerta S < 4,0 m2)	UF/Un
EQ_CO_AC_0003	Actuador de compuerta Tipo 3 (compuerta S > 4,0 m2)	UF/Un

Tuberías y accesorios

Las tuberías y accesorios se han desagregado en las siguientes obras:

CÓDIGO	DESCRIPCION	UN
TA_PE_FF	Piezas especiales de fierro fundido sin mecanismo	UF/kg
TA_TU_PL_6	Tubería polietileno alta densidad PE 100 PN 6 D=110 mm a D= 1000 mm	UF/m
TA_PE_UG_0100	Unión Gibault completa D=100 mm a D=1000 mm	UF/m

Obras Civiles

Las obras civiles se han desagregado en las siguientes obras:

CÓDIGO	DESCRIPCION	UN
OC_EX_M	Desglose de excavación a mano y a máquina en suelo Tipo III, profundidad de 0 a 2 m	UF/m3
OC_EX_M	Desglose de excavación a mano y a máquina en suelo Tipo IV, profundidad de 0 a 2 m	UF/m3
OC_EX_M	Desglose de excavación a mano y a máquina en suelo Tipo V, profundidad de 0 a 2 m	UF/m3
OC_EX_M	Desglose de excavación a mano y a máquina en suelo Tipo VI y VII, profundidad de 0 a 2 m	UF/m3
OC_EX_M	Desglose de excavación a mano y a máquina en suelo Tipo III, profundidad de 0 a 2 m	UF/m3
OC_RE_CO	Relleno con material compactado proveniente de la misma excavación	UF/m3
OC_RE_EN	Relleno de enrocado e=20cm	UF/m3
OC_OT_RT_01	Retiro y transporte de excedentes provenientes de las excavaciones de las obras	UF/m3
OC_HO_30	Hormigón H-30	UF/m3
OC_HO_05	Hormigón H-5	UF/m3
OC_HO_BO	Hormigón con bolón desplazador	UF/m3
OC_OE_EN	Acero Redondo A-63-42 H para enfierradura de hormigón armado	UF/kg
OC_MO_PM	Moldaje plano de madera. Se consideran dos usos	UF/m2
OC_OE_AC_RG	Reja gruesa usada en captaciones superficiales	UF/m2
OC_OE_AC_RF	Reja fina usada en captaciones superficiales	UF/m2
OC_OT_AT	Ataguía para la construcción de las obras de captación superficial. Se considera de tierra y material del mismo lecho del río.	UF/m3
OC_OE_FV_RE	Rejilla de Piso tipo floorgrating	UF/m2
OC_CI_AP	Cierro de alambres púas con postes de madera	UF/m

Instalaciones Eléctricas

Las instalaciones eléctricas que se consideran, en caso de existir algún actuador, son las siguientes:

CÓDIGO	DESCRIPCION	UN
IE_EM_	Empalme eléctrico 5 kVA y 10 KVA	UF/GL
IE_SE_AE_	Suministro y montaje subestación 5 kVA y 10 kVA	UF/GL
IE_TG_	Suministro y montaje Tablero General (TG), 5 kVA y 10 kVA	UF/GL
IE_TDFA_	Suministro y montaje Tablero Distribución de Fuerza y Control (TDFyC), 5 kVA y 10 kVA	UF/GL
IE_LI_GE_	Suministro y montaje Alimentador General (TG - TDFyC), 5 kVA y 10 kVA	UF/m
IE_MT_	Suministro e instalación Malla de tierra para instalaciones de 5 kVA y 10 kVA	UF/GL
IE_INS_INT_	Suministro y montaje Instalación interior 5 kVA y 10 kVA	UF/GL
IE_INS_EXT_	Suministro y montaje Instalación exterior 5 kVA y 10 kVA	UF/GL
IE_PR_	Prueba de instalaciones eléctricas 5 kVA y 10 kVA	UF/GL
IE_LI_CON_	Suministro e instalación Enlaces de Control para instalaciones de 5 kVA	UF/m
IE_MONT_INST_	Montaje y Confeccionado de Instrumentos para instalaciones de 5 kVA	UF/GL