

AGENCIA DE REGULACIÓN
Y CONTROL DEL AGUA



EL
GOBIERNO
DE TODOS

**ANEXO 1: GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE
MEDICIÓN DE AGUA CRUDA EN BASE A LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-
RG-008-2017**

SEPTIEMBRE 2018

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA	DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS		
	ANEXO 1: GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA EN BASE A LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-008-2017		Código: RH-SMCAC-REG-008-V01
			Versión: 2.0
		Página:	Página 2 de 22

CONTENIDO

1.	OBJETIVO	4
2.	USO DE LA GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA.....	4
2.1	CLASIFICACION DE USUARIOS DE ACUERDO AL CAUDAL AUTORIZADO	4
2.2	TIPO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE CONDUCCIÓN	4
3.	COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DE CONSUMOS DE AGUA CRUDA ..	4
3.1	INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE MEDICIÓN	4
3.2	APARATOS DE MEDICION	5
3.3	ELEMENTOS AUXILIARES	5
4.	LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA.....	6
5.	PRECISIÓN DE LOS APARATOS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA.....	6
6.	REGISTRO DE LECTURA DE DATOS.....	6
7.	REGISTRO Y REPORTE DE DATOS.....	6
8.	TABLA DE RESUMEN DE SELECCIÓN DE APARATOS DE MEDICIÓN	7
9.	CONSIDERACIONES GENERALES	8
10.	PLANOS TIPO PARA LA INSTALACIÓN DE LOS APARATOS DE MEDICIÓN	9
10.1	CONDUCCIÓN ABIERTA.....	9
10.1.1	CANAL PARSHALL (PREFABRICADO O CONSTRUIDO EN SITIO)	9
10.1.2	VERTEDEROS PARED DELGADA	11
10.1.2.1	VERTEDERO RECTANGULAR	11
10.1.2.1	VERTEDERO TRIANGULAR	13
10.1.2.2	VERTEDERO TRAPEZOIDAL	15
10.2	CONDUCCIÓN CERRADA	17
10.2.1	ELECTROMAGNETICO	17
10.2.2	ULTRASÓNICO	20

DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA	DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS		
	ANEXO 1: GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA EN BASE A LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-008-2017	Código:	RH-SMCAC-REG-008-V01
		Versión:	2.0
		Página:	Página 3 de 22

Elaboró: Ing. Esteban Criollo	Revisó: Ing. Yesenia Vega	Aprobó: Lcda. Jessica Liliana Palacios
Cargo: Analista Técnico	Cargo: Directora de Regulación y Control de Recursos Hídricos	Cargo: Coordinadora General Técnica
Firma: 	Firma: 	Firma: 

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA	DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS		
	ANEXO 1: GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA EN BASE A LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-008-2017	Código:	RH-SMCAC-REG-008-V01
		Versión:	2.0
	Página:	Página 4 de 22	

1. OBJETIVO

Proporcionar a los titulares de autorizaciones de uso y/o aprovechamiento de agua los términos para la selección e instalación de los aparatos de medición de consumos de agua cruda.

2. USO DE LA GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA

La presente guía proporciona a los titulares de autorizaciones de uso y/o aprovechamiento del agua, los términos para la selección e instalación de los Sistemas de Medición de Consumos de Agua Cruda – SMCAC, en base al tipo de infraestructura de conducción y al caudal autorizado. Además provee una guía de esquemas tipo para la implementación de los sistemas de medición.

Para la selección e implementación de los aparatos de medición de consumos de agua cruda, se debe considerar lo siguiente:

- Clasificación de usuarios de acuerdo al caudal autorizado.
- Tipo de infraestructura hidráulica de conducción.

2.1 CLASIFICACION DE USUARIOS DE ACUERDO AL CAUDAL AUTORIZADO

Los usuarios de acuerdo al caudal autorizado se clasifican de la siguiente manera:

- Extragrandes usuarios: con caudal mayor a 1.800 l/s.
- Grandes usuarios: con caudales mayores a 300 l/s y menores o iguales a 1.800 l/s.
- Medianos usuarios: con caudales mayores a 30 l/s y menores o iguales a y 300 l/s.
- Pequeños usuarios: con caudales mayores a 5 l/s y menores o iguales a 30 l/s.
- Microusuarios: con caudales menores o iguales a 5 l/s.

2.2 TIPO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE CONDUCCIÓN

Los tipos de conducción de agua cruda son:

- Conducción abierta.
- Conducción cerrada.

3. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DE CONSUMOS DE AGUA CRUDA

Los componentes de los sistemas de medición son los siguientes:

- Infraestructura hidráulica: obras civiles.
- Aparatos de medición: sensores y medidores de nivel.
- Elementos auxiliares: conexión a tierra, alimentación eléctrica y transmisión de datos.

3.1 INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE MEDICIÓN

Los diseños de la infraestructura hidráulica que deberán instalar los usuarios del agua, se indican en el numeral 10.1 de la presente guía.

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA	DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS		
	ANEXO 1: GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA EN BASE A LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-008-2017	Código:	RH-SMCAC-REG-008-V01
		Versión:	2.0
	Página:	Página 5 de 22	

Para las conducciones abiertas, se deberá considerar uno de los siguientes tipos de infraestructura hidráulica que debe formar parte de los sistemas de medición de consumos de agua cruda, adicionalmente a lo indicado en la Tabla 2 de este documento:

- a) Canal Parshall (prefabricado o construido en sitio).
- b) Vertedero de pared gruesa.
- c) Vertedero de pared delgada: triangular, rectangular, trapezoidal.

Esta infraestructura deberá cumplir con las características detalladas en el numeral 10.1, basadas en las Norma INEN ISO 1438, INEN ISO 4359 y ASTM D1941-91.

3.2 APARATOS DE MEDICION

Los aparatos de medición propuestos, tomando como referencia los planos tipo que se indican en el numeral 10 de la presente guía, son los siguientes:

- a) Sensor ultrasónico de nivel.
- b) Sensor de nivel con tecnología Radar.
- c) Sensor ultrasónico efecto Doppler.
- d) Sensor ultrasónico de tiempo en tránsito.
- e) Medidor Electromagnético.
- f) Regla limnimétrica.

Complementariamente, en el caso de conducciones cerradas, se podrá construir cajas tipo para sensores electromagnéticos y/o ultrasónicos con la finalidad de brindar seguridad al aparato de medición. Además, en el tramo de medición, se debe garantizar que la tubería esté totalmente llena.

Los aparatos de tipo sensores serán instalados considerando la Norma ISO 6817 y la norma NTE INEN-ISO 4064-2. La capacidad máxima del medidor deberá ser al menos un +20% más alta que el caudal otorgado en la autorización.

Es importante indicar que se requiere de una obra civil para la fijación de los aparatos de medición.

El usuario debe mantener un archivo de las especificaciones técnicas del aparato de medición, el instructivo o manual de instalación del equipo y documentación que respalde el mantenimiento del aparato de medición.

3.3 ELEMENTOS AUXILIARES

Los elementos auxiliares son las obras eléctricas que suministren la energía requerida para su acoplamiento con los aparatos de medición, los cuales deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a) Conexión a tierra (puesta a tierra): para protección eléctrica, particularmente contra sobre voltajes de la instrumentación.
- b) Alimentación eléctrica: podrá ser por paneles solares, eólicos o baterías para sitios remotos o alimentación desde una red, en caso de tener una cercana al sitio de medición.

DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA	DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS		
	ANEXO 1: GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA EN BASE A LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-008-2017	Código:	RH-SMCAC-REG-008-V01
		Versión:	2.0
	Página:	Página 6 de 22	

4. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA

Los sistemas de medición de flujo a ser implementados se deben situar en la captación o en el punto geográfico definido por la Autoridad Única del Agua, en la resolución de autorización.

En caso de que un usuario esté autorizado a captar agua para diferentes usos o aprovechamientos en un mismo punto geográfico implementará un solo Sistemas de Medición de Consumos de Agua Cruda.

5. PRECISIÓN DE LOS APARATOS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA

La precisión de los aparatos de medición en conducciones abiertas es de ± 3 mm. Esto depende del cumplimiento de las condiciones de construcción de la infraestructura hidráulica y de la instalación del aparato de medición.

La precisión de los aparatos de medición en conducciones cerradas es de $\pm 1,5$ % para caudales mayores a 30 l/s y de ± 3 % para caudales menores o iguales a 30 l/s, dependiendo del aparato de medición escogido, de las condiciones de instalación y de la tecnología disponible.

6. REGISTRO DE LECTURA DE DATOS

De acuerdo a la clasificación de los usuarios, el registro de las mediciones podrá ser de forma electrónica o manual a través de los formatos establecidos para el efecto. La lectura deberá considerar como mínimo los siguientes parámetros:

- a) Código de identificación único.
- b) Fecha
- c) Caudal.
- d) Volumen.

Los aparatos de medición seleccionados por los usuarios deberán contar con equipos que permitan registrar y almacenar la información de caudal y volumen en forma automática local, así como también, de existir el requerimiento, transmitir la información enlazándose a un sistema (SCADA) con las características que definan la Autoridad Única del Agua, con excepción de los pequeños y microuusuarios cuyo Sistema de Medición de Consumos de Agua Cruda sea mediante regla limnométrica de acuerdo a lo indicado en la Tabla 1.

7. REGISTRO Y REPORTE DE DATOS

El registrador de datos del sistema de medición de consumos de agua cruda deberá poseer la memoria suficiente para guardar los registros de por menos los últimos 365 días.

La Autoridad Única del Agua podrá solicitar al usuario en cualquier momento y sin previo aviso, la verificación de los parámetros de configuración del equipo, así como la verificación de la precisión y/o calibración de los equipos, igualmente del sistema de transmisión de datos.

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA	DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS		
	ANEXO 1: GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA EN BASE A LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-008-2017		Código: RH-SMCAC-REG-008-V01
			Versión: 2.0
		Página: 7	Página 7 de 22

El registro de lectura y reporte de datos se lo realizará conforme a la tabla Nro. 1.

Tabla Nro. 1: Periodicidad del registro y reporte de datos

Clasificación	Caudal Autorizado	Periodicidad de medición	Periodicidad de totalización del volumen consumido	Medio de Reporte de datos	Periodicidad del reporte de datos
Extra Grandes	Mayor a 1.800 l/s	Horario	Diarios	- Transmisión de datos	Mensual
Grandes	Mayor a 300 l/s y menor o igual a 1.800 l/s	Diario	Mensual	- Transmisión de datos, ó - Envío de correo electrónico	Mensual
Medianos	Mayor a 30 l/s y menor o igual a 300 l/s	Quincenal	Mensual	- Transmisión de datos, ó - Envío de correo electrónico	Anual
Pequeños	Mayor a 5 l/s y menor o igual a 30 l/s	Mensual	Mensual	- Transmisión de datos, ó - Envío de correo electrónico, ó - Entrega física con pago de tarifa	Anual
Micro	Menor o igual a 5 l/s	Mensual	Mensual	- Transmisión de datos, ó - Envío de correo electrónico, ó - Entrega física ó con pago de tarifa	Anual

Todos los SMCAC deben contar con un totalizador que permita conocer el volumen consumido (m³) de acuerdo a la periodicidad que indica la Tabla Nro. 1, excepto en los casos de los pequeños y microusuarios cuyo Sistema de Medición de Consumos de Agua Cruda sea mediante regla limnimétrica.

8. TABLA DE RESUMEN DE SELECCIÓN DE APARATOS DE MEDICIÓN

El aparato de medición de flujo deberá ser seleccionado en función de la clasificación del usuario y el tipo de infraestructura de conducción, conforme a la tabla Nro. 2:

Tabla Nro. 2: Resumen de selección de aparatos de medición

Clasificación	Caudal autorizado	Tipo infraestructura conducción	Aparatos de medición	Precisión
Extragrandes	Mayor a 1800 l/s	Flujo Libre	Regla limnimétrica + Sensor de nivel	±2 cm (regla limnimétrica) ±3 mm (sensor de nivel)
		Flujo a Presión	Medidor electromagnético	±1,5 %
			Medidor Ultrasónico efecto Doppler Medidor Ultrasónico tiempo en tránsito	

Clasificación	Caudal autorizado	Tipo infraestructura conducción	Aparatos de medición	Precisión
Grandes	Mayor a 300 l/s y menor o igual a 1.800 l/s	Flujo Libre	Regla limnimétrica + Sensor de nivel	±2 cm (regla limnimétrica) ±3 mm (sensor de nivel)
		Flujo a Presión	Medidor electromagnético	±1,5 %
			Medidor Ultrasónico efecto Doppler Medidor Ultrasónico tiempo en tránsito	
Medianos	Mayor a 30 l/s y menor o igual a 300 l/s	Flujo Libre	Regla limnimétrica + Sensor de nivel	±2 cm (regla limnimétrica) ±3 mm (sensor de nivel)
		Flujo a Presión	Medidor electromagnético	±1,5 %
			Medidor Ultrasónico efecto Doppler Medidor Ultrasónico tiempo en tránsito	
Pequeños	Mayor a 5 l/s y menor o igual a 30 l/s	Flujo Libre	Regla limnimétrica	±2 cm
		Flujo a Presión	Medidor electromagnético	±3 %
			Medidor Ultrasónico efecto Doppler Medidor Ultrasónico tiempo en tránsito	
Micros	Menor o igual a 5 l/s	Flujo Libre	Regla limnimétrica	±2 cm
		Flujo a Presión	Medidor electromagnético	±3 %
			Medidor Ultrasónico efecto Doppler Medidor Ultrasónico tiempo en tránsito	

9. CONSIDERACIONES GENERALES

- Todos los usuarios del agua que cuenten con una autorización para uso y/o aprovechamiento productivo del agua, deben instalar a su costo y cargo, los aparatos de medición de consumo de agua cruda, siendo también responsables de su conservación, mantenimiento, reparación y/o reposición.
- No debe existir ninguna toma para uso y/o aprovechamiento del recurso entre las obras de captación y el sitio de instalación de los aparatos de medición.

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DEL AGUA	DIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CONTROL DE RECURSOS HÍDRICOS		
	ANEXO 1: GUÍA TÉCNICA PARA LA SELECCIÓN DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DE AGUA CRUDA EN BASE A LA REGULACIÓN Nro. DIR-ARCA-RG-008-2017	Código:	RH-SMCAC-REG-008-V01
		Versión:	2.0
	Página:	Página 9 de 22	

10. PLANOS TIPO PARA LA INSTALACIÓN DE LOS APARATOS DE MEDICIÓN

10.1 CONDUCCIÓN ABIERTA

10.1.1 CANAL PARSHALL (PREFABRICADO O CONSTRUIDO EN SITIO)

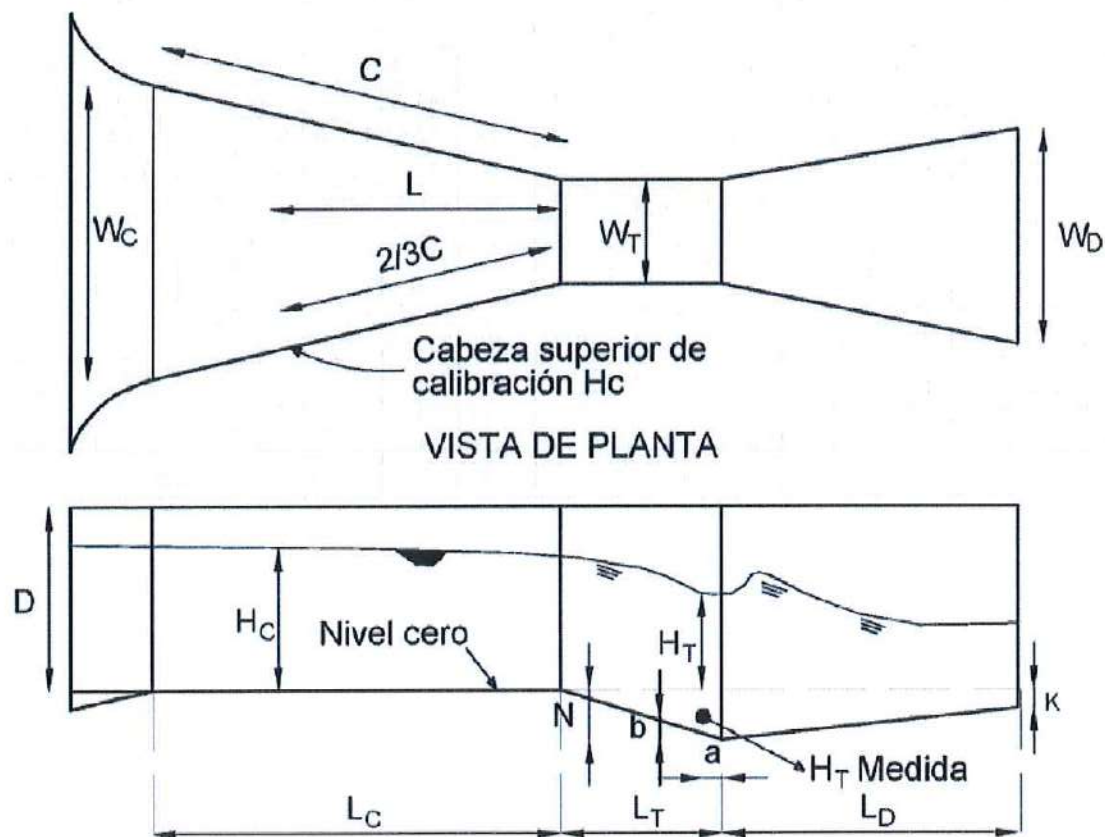
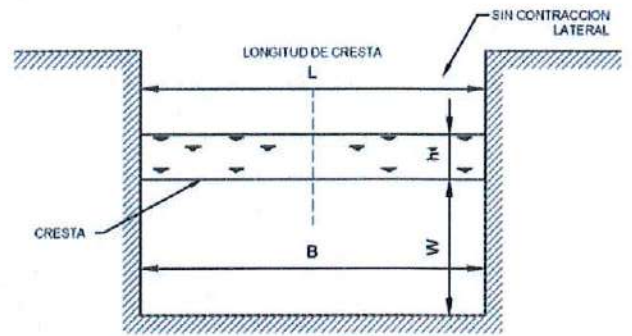
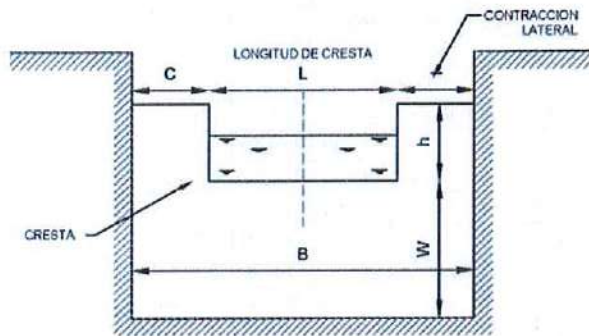


FIG. 1 canal Parshall
VISTA LATERAL

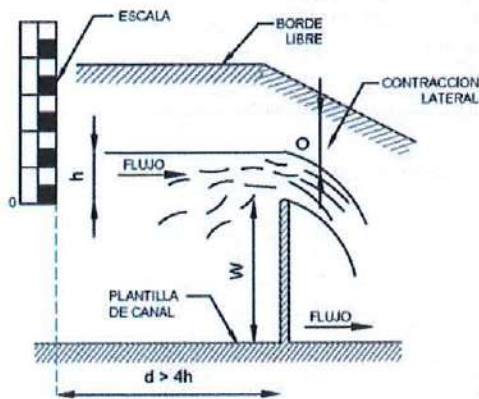
Dimensiones en cm														
WT	WC	WD	LC	LT	LD	D	N	K	C	B	HT		Minimo	Máximo
											a	b	l/s	l/s
2,54	16,73	9,30	35,66	7,62	20,42	22,86	2,87	1,89	36,27	24,08	0,79	1,28	0,14	4,25
5,08	21,34	13,50	40,54	11,43	25,30	25,30	4,30	2,23	41,45	27,74	1,58	2,53	0,28	8,49
7,62	25,88	17,77	45,72	15,24	30,48	60,96	5,73	2,53	46,63	31,09	2,53	3,81	0,85	53,77
15,24	39,62	39,32	60,96	30,48	60,96	60,96	11,43	7,62	71,93	41,45	5,09	7,62	1,42	110,37
22,86	57,30	38,10	86,26	30,48	45,72	76,20	11,43	7,62	87,78	58,83	5,09	7,62	2,55	251,87
2,54	84,43	60,96	134,42	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	137,16	91,44	5,09	7,62	3,11	455,63
3,81	102,41	76,20	142,04	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	144,78	96,62	5,09	7,62	4,25	696,18
5,08	120,70	91,44	149,66	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	152,40	101,50	5,09	7,62	11,89	936,73
7,62	157,28	121,92	164,59	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	167,64	111,86	5,09	7,62	17,26	1426,32
10,16	193,55	152,40	179,22	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	182,88	121,92	5,09	7,62	36,79	1921,57
12,70	230,12	182,88	194,46	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	198,12	131,98	5,09	7,62	45,28	16572,48
15,24	266,70	213,36	209,09	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	213,36	142,34	5,09	7,62	73,58	2929,05
17,78	303,28	243,84	224,03	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	228,60	152,40	5,09	7,62	84,90	3435,62
20,32	339,85	274,32	238,96	60,96	91,44	91,44	22,86	7,62	243,84	162,46	5,09	7,62	99,05	3947,85
25,40	475,49	365,76	426,72	91,44	121,92	121,92	34,14	15,24	274,32	182,88	0,00	0,00	169,80	8490,00
30,48	560,83	447,14	487,68	91,44	152,40	152,40	34,14	15,24	304,80	203,30	0,00	0,00	226,40	14716,00
38,10	762,00	558,70	762,00	121,92	182,88	182,88	45,72	22,86	350,52	233,78	0,00	0,00	226,40	25470,00

10.1.2 VERTEDEROS PARED DELGADA

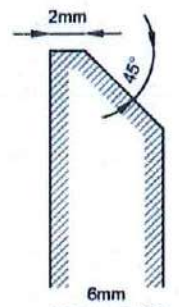
10.1.2.1 VERTEDERO RECTANGULAR



ELEVACION FRONTAL
ESC. --- S/E

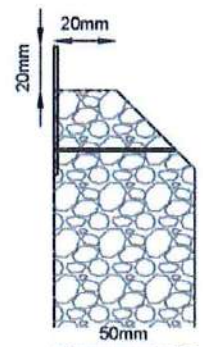


SECCION
ESC. --- S/E



Perfil de la hoja del
vertedero para secciones
rectangular o trapezoidal

PERFIL DE LA CRESTA
VERTEDERO PARED DELGADA
ESC. --- S/E



Detalle de montaje de la
cresta del vertedero
(FAO. 1975)

PERFIL DE MONTAJE
DE CRESTA
ESC. --- S/E

ECUACION

Para Vertederos Sin Contracción Lateral
 $Q = 1.84 L h^{1.5}$
Para Vertederos Con Contracción Lateral
 $Q = 1.84 (L - 0.2 h) h^{1.5}$

donde:
Q = Caudal en m³/s
L = Longitud de la cresta en m
h = Carga hidráulica sobre el
vertedero en m