

CAPÍTULO VII -2. REJAS, TAMICES, CÁMARA DE CARGA Y AFOROS

ÍNDICE

1. REJAS.....	1
1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES CRUDAS	1
1.2. NECESIDADES DE LA RETENCIÓN EN REJAS	1
1.3. UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LAS REJAS	2
1.4. PÉRDIDAS DE CARGA	2
1.4.1. <i>Pérdidas de Carga a Reja Limpia</i>	2
1.4.2. <i>Pérdidas de Carga a Reja Atascada</i>	3
1.5. TIPOS DE REJAS Y FORMA DE LIMPIEZA	4
1.5.1. <i>Rejas de Limpieza Manual</i>	4
1.5.2. <i>Filtros Coladores</i>	5
1.5.3. <i>Rejas de Limpieza Mecánica</i>	6
1.5.4. <i>Velocidad de Paso</i>	9
1.6. MICROTAMICES	9
1.6.1. <i>Aplicaciones</i>	9
1.6.2. <i>Construcción</i>	10
1.6.3. <i>Tamaños y Capacidades Indicativas</i>	11
1.6.4. <i>Pérdida de Carga</i>	11
1.6.5. <i>Funcionamiento</i>	11
2. CÁMARA DE CARGA.....	13
2.1. NECESIDAD DE LAS CÁMARAS DE CARGA.....	13
2.2. DISEÑO	13
3. AFOROS EN LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN	17
4. BIBLIOGRAFÍA.....	18

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1. Valores del coeficiente \Downarrow para la fórmula de Kirschmer.....	3
Tabla 2. Tamaños y capacidades de tamices	11

FIGURAS

Figura 1. Dimensiones mínimas para la limpieza de rejas manuales	5
Figura 2. Rejas rectas de limpieza mecánica	6
Figura 3. Rejas curvas de limpieza mecánica	7
Figura 4. Esquema de microtamices	10
Figura 5. Nivel de agua en un microtamiz rotativo	12
Figura 6. Esquema de una cámara de carga	14
Figura 7. Esquema de cámara amortiguadora de energía y cámara de carga.....	16

1. REJAS

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES CRUDAS

Las aguas crudas para uso público pueden dividirse en dos categorías principales.

La primera comprende las aguas almacenadas, tales como los grandes lagos y embalses, en los cuales los sólidos en suspensión están constituidos en su mayor parte por formas de vida animal y vegetal cuyo medio natural es el agua y que constituyen el Plancton, en cantidades que varían según la estación.

La segunda categoría comprende el escurrimiento libre de los ríos y arroyos, en las cuales los sólidos en suspensión pueden ser cualquier elemento susceptible de ser arrastrado. Estas aguas también pueden sufrir cambios estacionales producidos por el plancton y desde luego, se ven afectadas considerablemente por el crecimiento y la descomposición de la vegetación de la cuenca de captación. A menudo, el factor principal que influye en el estado del agua es la lluvia. Muchos ríos sufren repentinas crecidas en los períodos de lluvia lo que complica la filtrabilidad.

Los sólidos suelen estar presentes en mucha mayor cantidad en los ríos o arroyos que en el caso de aguas embalsadas, y por lo general las aguas en el primer caso son mucho más difíciles de tratar, sobre todo porque abundan las impurezas de tipo coloidal. Además, el contenido de sólidos en suspensión de algunos ríos se ve afectado por las aguas residuales industriales que pueden originar una fuerte contaminación muy difícil de corregir.

Los residuos arrastrados por el agua pueden tener una extensa gama de tamaños, desde materiales gruesos flotantes o que se hunden rápidamente, hasta sólidos impalpables, elementos coloidales y organismos microscópicos y submicroscópicos dispersos en el agua.

1.2. NECESIDADES DE LA RETENCIÓN EN REJAS

La retención en las rejas tiene por objeto:

- Proteger a las estaciones elevadoras de la posible llegada intempestiva de grandes objetos flotantes, capaces de provocar obstrucciones y deterioros en las bombas.
- Separar y evacuar fácilmente las materias voluminosas arrastradas por el agua cruda, que podrían disminuir la eficacia de los tratamientos siguientes o complicar la realización de los mismos.

La operación de retención puede ser más o menos eficaz, según la separación entre los barrotes de la reja. Pueden distinguirse:

- Rejas gruesas con una separación de 30 a 100 mm.
- Rejas medias con una separación de 10 a 25 mm.

- Rejas finas con una separación de 3 a 10 mm.

Usualmente, la máxima separación entre los barrotes de las rejas gruesas previas a las bombas, está determinada por el mayor diámetro de sólidos que puedan impulsar éstas sin atascamiento.

1.3. UBICACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LAS REJAS

En general se prevé la ubicación de las rejas en las obras de toma, particularmente cuando se capta aguas de la superficie de cursos de agua. No obstante, puede adicionarse un sistema de rejas como primera etapa o pretratamiento en las plantas potabilizadoras.

Según como se diseñe la toma, pueden encontrarse dispuestas transversalmente o paralelamente a la dirección de la corriente.

1.4. PÉRDIDAS DE CARGA

1.4.1. Pérdidas de Carga a Reja Limpia

La pérdida de carga puede evaluarse en proporción a la altura de velocidad de la corriente :

$$h_f = K_r \frac{U^2}{2g} \quad \text{siendo :}$$

U = velocidad de aproximación delante de la rejilla

K_r = coeficiente de gasto que depende de la forma de la sección transversal

El coeficiente de gasto K_r se lo puede adoptar en primera aproximación entre 0,60 y 0,70.

Kirschmer propuso para el coeficiente K_r la siguiente ecuación empírica:

$$K_r = \beta \cdot \left(\frac{e}{s} \right)^{4/3} \cdot \text{sen } \theta \cdot \text{sen } \delta$$

donde:

e = espesor de las barras de la reja

L = longitud de las barras de la reja

s = la luz entre las barras

θ = ángulo de inclinación de las barras con respecto a la horizontal.

δ = ángulo entre la dirección del flujo y la traza horizontal del plano que contiene a las rejas.

β = coeficiente adimensional que depende de la forma de las rejas y que tiene los siguientes valores indicados en la **Tabla 1**.

Forma de las barras de la reja	Valores de β
Rectangular con aristas sin redondear	2,42
Rectangular con aristas redondeadas	1,67
Redonda	1,79
Perfilada	0,76

Tabla 1. Valores del coeficiente β para la fórmula de Kirschmer

1.4.2. Pérdidas de Carga a Reja Atascada

Si se considera que el tirante aguas arriba está definido por el curso de agua, el atascamiento de la reja y la consecuente disminución de sección se traduce en una disminución del caudal captado. Por lo tanto, debería asegurarse que para la mínima bajante de la fuente, aún con el máximo atascamiento de la reja que se pueda admitir, sea posible captar el caudal de diseño.

Si se fija por ejemplo un atascamiento máximo porcentual de la luz libre entre barras puede escribirse la expresión de Kirschmer así:

$$K_r \text{ atasc.} = \beta \cdot \left(\frac{e_{\text{atasc.}}}{S_{\text{atasc.}}} \right)^{4/3} \cdot \sin \theta \cdot \sin \delta$$

Además, el atascamiento puede interpretarse en forma aproximada como un engrosamiento de las barras. De tal forma se tiene:

$e_{\text{atasc.}} = e + \text{engrosamiento de las barras} = e + \text{porcentaje de luz libre atascada} \times \text{luz libre}$

$S_{\text{atasc.}} = \text{luz libre entre barras a reja limpia} - \text{engrosamiento de las barras}$

con lo cual se calcula $hf_{\text{atasc.}}$, la pérdida de carga que al registrarse estaría indicando el momento de la limpieza de la reja.

Es conveniente, para una adecuada operación y mantenimiento de las rejas prever los dispositivos necesarios para la automatización y control. Por ejemplo, a través de un controlador lógico programable puede conocerse permanentemente la pérdida de carga por diferencia de las mediciones de nivel por sistemas de ultrasonido aguas arriba y aguas abajo.

1.5. TIPOS DE REJAS Y FORMA DE LIMPIEZA

Las rejas se pueden limpiar en momentos determinados por una cierta pérdida de carga fijada de antemano o bien por tiempo transcurrido. En ambos casos, se busca no superar los niveles de atascamiento previstos en el proyecto.

Las rejas pueden ser de limpieza manual mediante rastrillos contruidos al efecto, o de limpieza automática, necesaria a partir de una cierta importancia de la planta, mediante equipos motorizados integrados con las rejas; estas últimas se llaman rejas mecánicas.

Una reja mecánica debe ser siempre protegida por una reja gruesa de barrotes más espaciados (separación de 50 a 100 mm) prevista generalmente para limpieza manual, pero que deberá ser igualmente automática en el caso de instalaciones importantes o si el agua cruda llega muy cargada de materias gruesas flotantes.

Sin embargo, la mecanización de las rejas no depende solamente de la importancia de la planta. También puede adoptarse este tipo de rejas si se desea reducir las intervenciones manuales de limpieza, aún cuando se trate de instalaciones de pequeña importancia. De todas maneras, la mecanización es inevitable si existe el riesgo de una llegada importante de materias sólidas sobre la reja que puedan provocar un atascamiento total en unos minutos.

1.5.1. *Rejas de Limpieza Manual*

En estos casos deberá preverse en el proyecto la adquisición de un rastrillo de chapa de acero, con espaciado entre dientes igual al de los barrotes de las rejas, con cabo de caño de acero o madera dura de longitud adecuada a la profundidad del canal, así como lo necesario para el escurrimiento del líquido extraído junto con los sólidos y el almacenamiento de éstos hasta su retiro de la cámara de rejas (placa perforada, canastos perforados, baldes izables, etc.).

Dado que la limpieza no se realiza en forma continua sino a intervalos, la acumulación de sólidos retenidos frente a las rejas puede reducir notablemente la sección de pasaje, incrementando así la pérdida de carga. En consecuencia, el caudal de ingreso disminuye si el operador se retrasa o no atiende debidamente la limpieza.

Por esa causa, en este tipo de instalaciones debe programarse adecuadamente las operaciones de limpieza e insistir en el Manual de Operación de la planta sobre la necesidad de atender debidamente a las rejas, al mismo tiempo que se deberán instalar, cuando sea posible, sistemas de alarmas acústicas activadas por la diferencia de nivel antes y después de las rejas, para indicar al operador que debe efectuar la limpieza.

Otra característica a tener en cuenta para el proyecto es la inclinación del plano de las rejas respecto del plano horizontal.

En obras de toma con rejas transversales a la corriente, se recomienda fijarla para facilitar la limpieza, entre el 10 y el 20 % aguas abajo.

En obras de toma laterales o canales de ingreso a plantas potabilizadoras, no es recomendable instalar el plano de rejas a más de 60° ni a menos de 45° respecto del plano horizontal. Rejas instaladas a más de 60° dificultan el arrastre de los sólidos por

medio del rastrillo (aumenta la componente vertical debido al peso y las posibilidades de caída del material que se eleva) y a menos de 45° resultan longitudes excesivas de rejas para los tirantes habituales, hecho que también dificulta la limpieza manual y agranda las estructuras.

La longitud del bastidor de rejas debe permitir el uso del rastrillo por parte del operador. Longitudes excesivas requieren rastrillos largos y pesados que dificultan la limpieza. Por tal razón, no es conveniente instalar rejas de limpieza manual de más de 1,50 m de longitud entre fondo de canal y coronamiento del bastidor.

Otra consideración importante en la disposición general del sistema, es el acceso al lugar donde se efectuará la limpieza y la diferencia de nivel entre el fondo del canal de rejas y el piso desde el cual el operador deberá manejar el rastrillo.

Si el acceso es dificultoso o si la altura en que se ubica el operador requiere un largo y pesado rastrillo, dificultoso de operar, la ya engorrosa tarea de limpiar las rejas se hará aún más desagradable, generando mayor resistencia en el operador.

En la **Figura 1** se aprecian las principales dimensiones a tomar en cuenta para facilitar la limpieza manual del sistema de rejas.

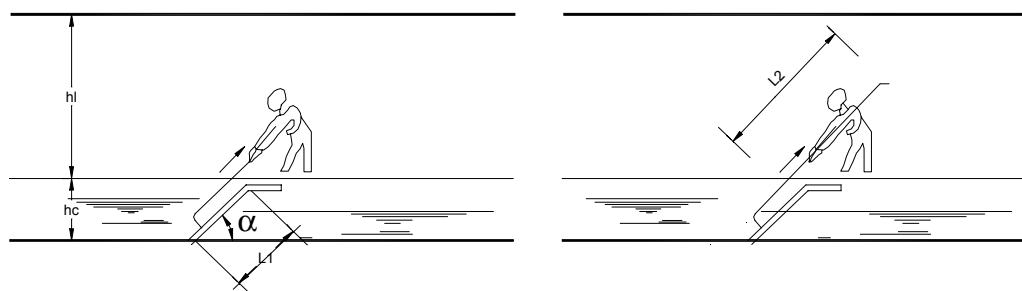


Figura 1. Dimensiones mínimas para la limpieza de rejas manuales

Los sólidos que son barridos por el rastrillo deben escurrir en una bandeja perforada o en un enrejado fino antes de pasarlas al balde de izaje o bien pueden utilizarse canastos perforados que permitan el escurrimiento y el posterior izaje.

La sencillez de las rejas de limpieza manual hace innecesaria la previsión de una instalación de reserva en la mayoría de los casos.

1.5.2. Filtros Coladores

En instalaciones de tratamiento de agua potable, de importancia pequeña o media, los filtros coladores de las bombas de agua cruda, pueden cumplir a veces la función de las rejas. Algunos filtros coladores se limpian automáticamente por caída brusca del agua a contracorriente, mediante distintos dispositivos, uno de los cuales consiste en un sifón de descarga automática, incorporado en el circuito.

1.5.3. Rejas de Limpieza Mecánica

En estos casos, la limpieza se efectúa con un rastrillo o conjunto de ellos, impulsados por un motor a través de un mecanismo adecuado

Los tipos de rejas de limpieza mecánica son básicamente dos:

- a) Rejas de barrotes rectos con sistema de rastrillos de desplazamiento rectilíneo, accionados por cadena o cable.

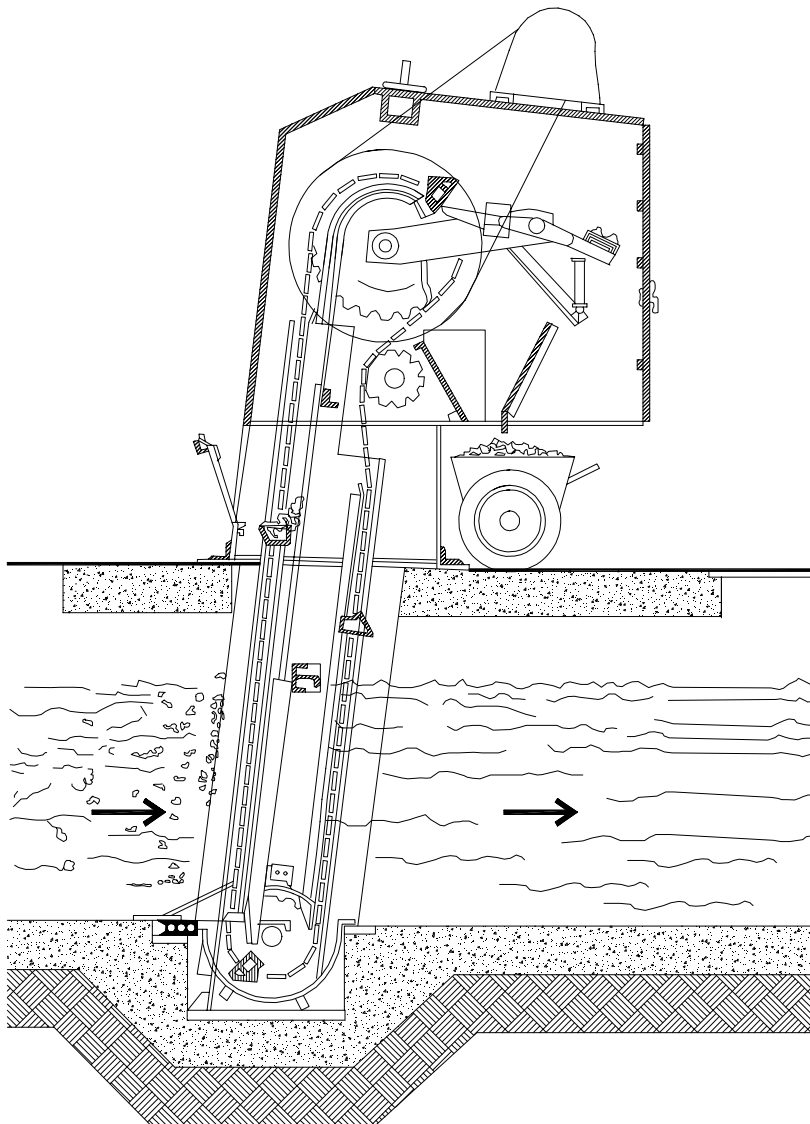


Figura 2. Rejas rectas de limpieza mecánica

b) Rejas con barrotes circulares con sistema de rastrillos rotativos.

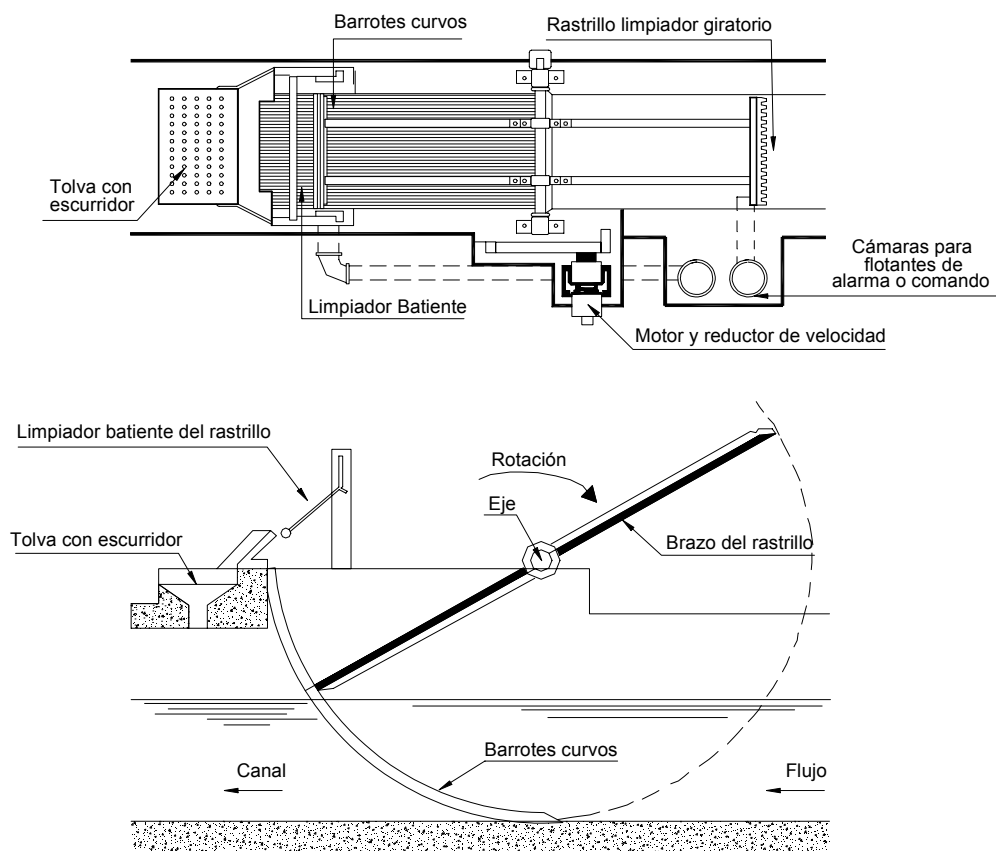


Figura 3. Rejas curvas de limpieza mecánica

Las rejas de limpieza mecánica con barrotes rectos pueden instalarse perfectamente verticales, si el sistema de rastrillos está diseñado para arrastrar los sólidos en esas condiciones, aunque en general suelen instalarse con ángulos de 60° a 80° respecto del plano horizontal, para mejorar el arrastre de los sólidos retenidos hasta la tolva de recolección.

Estas rejas rectas pueden ser instaladas en canales profundos, ya que desaparece la limitación impuesta por la limpieza manual.

Las rejas de limpieza mecánica con barrotes curvos, en cambio, son más adecuadas para canales de poca profundidad. El sistema de limpieza de este tipo de rejas presenta menores problemas de mantenimiento que el de las rejas rectas, dado que el sistema mecánico es muy sencillo (un eje conectado a un motorreductor, que hace girar a un rastrillo circular, sin cables ni cadenas).

En ambos tipos, la limpieza puede ser continua o intermitente. En el primer caso, se mantiene permanentemente en marcha el mecanismo de limpieza, mientras que en el segundo caso se lo arranca o detiene manualmente o bien se lo comanda ya sea por tiempo (con programador que establece ciclos de funcionamiento y detención) o por

medio de un sensor de diferencia entre niveles antes y después de rejas (pérdida de carga) que pone en marcha el mecanismo de limpieza cuando el atascamiento llega al valor límite.

Frente a la opción de seleccionar un sistema de comando automático, debe tomarse en cuenta que la diferencia de niveles antes y después de las rejas es generalmente reducida, por lo que se requieren sistemas que puedan detectar pequeñas diferencias de niveles con confiabilidad.

La limpieza continua asegura bajas pérdidas de carga en el sistema de rejas y menores posibilidades de arrastre de sólidos a través de las mismas. Tiene la desventaja del mayor costo de energía y del mayor desgaste mecánico del sistema de limpieza.

Las rejas de limpieza mecánica sólo deberían utilizarse en instalaciones donde resulten más convenientes que la solución de limpieza manual y se garantice una capacidad técnica adecuada de parte del operador.

Otro detalle que debe tomarse en cuenta es que, por razones de confiabilidad es necesario contar con equipos de reserva que puedan atender los caudales de diseño en caso de desperfecto del mecanismo de limpieza en algunas rejas.

Esto obliga en la mayoría de los casos a instalar no menos de tres rejas mecanizadas para el 50 % del caudal de diseño cada una, que operen dentro del rango recomendado de velocidades para los distintos caudales de funcionamiento y mantener al mismo tiempo una reserva de por lo menos el 50%.

Por las razones expuestas tampoco resultaría aconsejable la solución económica basada en instalar una sólo reja mecanizada con un canal de by-pass con reja manual salvo que sea muy reducida la variación esperada en los caudales de funcionamiento y éstas puedan ser manejadas por una sólo reja operando dentro del rango de velocidades y siempre que por supuesto las condiciones de diseño justifiquen la necesidad de limpieza mecanizada.

La separación entre barrotes de las rejas de limpieza mecánica puede ser menor que en las de limpieza manual, pues no existen los problemas derivados del atascamiento del rastrillo al ser operado a mano desde una posición oblicua al eje longitudinal de los barrotes. Esta separación en general para rejas de ingreso a plantas no suele ser inferior a los 10 mm.

Mando automático y protección de las rejas mecánicas

El funcionamiento generalmente discontinuo, del dispositivo de limpieza, puede accionarse mediante un reloj eléctrico, de cadencia-duración regulable o mejor por un indicador de pérdida de carga diferencial, pudiendo también utilizarse una combinación de los dos sistemas.

Las rejas deben ir equipadas de un dispositivo limitador de par, con el que se evite un deterioro del material, en el caso de sobrecarga o bloqueo.

1.5.4. Velocidad de Paso

La velocidad de paso a través de la reja debe ser suficiente para que las materias en suspensión se apliquen sobre la reja, sin que se provoque una pérdida de carga demasiado fuerte, ni se produzca un atascamiento de la parte profunda de los barrotes. De acuerdo a ello, se debe establecer una velocidad aceptable entre los caudales mínimo y máximo.

Generalmente, se adopta una velocidad media de paso entre barrotes comprendida entre 0,60 y 1 m/s pudiendo llegarse hasta 1,2 y 1,4 m/s a caudal máximo.

Si la velocidad mínima prevista puede provocar depósitos en el canal de la reja, deberá preverse un barrido en este último, o cualquier otro medio para evitar su formación.

1.6. MICROTAMICES

1.6.1. Aplicaciones

Cuando se dispone de aguas crudas provenientes de embalses existe el riesgo de la invasión de algas, las que no siempre son fácilmente eliminables por sedimentación. En estos casos pueden ser apropiados los microtamices que sí pueden hacerlo, evitando la reducción de la carrera de los filtros.

Con estos equipos, se busca entonces una clarificación primaria, previamente a la filtración lenta o rápida para reducir la carga sobre los mantos filtrantes y otras instalaciones de tratamiento secundario, reducir la frecuencia de lavado de esas unidades, mantener la capacidad aún en la eventualidad de sobrecarga y aumentar el caudal de filtración, a fin de hacer frente al aumento de consumo, sin tener que ampliar el equipo existente.

Los microtamices que se necesiten en cada caso específico, dependen no sólo de los sólidos en suspensión en el agua, sino también del grado requerido de eliminación de éstos. Así, en la clarificación primaria de aguas embalsadas, antes de la filtración por arena, es conveniente eliminar la mayor cantidad posible de partículas, por pequeñas que sean.

Debe tenerse la precaución para no bloquear la malla, de proyectar rejas, desarenador o una sedimentación previa a los microtamices en el caso de ríos que arrastren mucha arena, fibras o cuerpos extraños

Las mallas de acero inoxidable, no pueden ser usadas como en el caso de una reja fija. Son tan finas que, aún en el caso de agua cruda de buena calidad, quedarían tapadas en pocos minutos por un manto de sólidos y, tratándose de agua conteniendo apreciables cantidades de materiales en suspensión, la carrera de filtración duraría sólo unos segundos.

Por lo tanto los microtamices, son esencialmente filtros giratorios contruidos con metales resistentes a la corrosión que tienen incorporados un sistema de lavado automático de alta velocidad, con dispositivo para la eliminación de los materiales retenidos y diseñados para trabajo continuo. En general, se los instala en tanques de hormigón armado y para

funcionar bajo condiciones normales en el sentido de gravedad y caudal. También se pueden obtener en el mercado unidades de menores dimensiones completas e instaladas en un tanque de acero.

1.6.2. Construcción

Las unidades consisten esencialmente de un tambor hueco, giratorio y abierto en los dos extremos, y con la periferia cubierta con la malla de filtración. Dimensiones habituales pueden ser 2, 20 m de diámetro por 1,50 m de largo. En la **Figura 4** se puede apreciar un esquema:

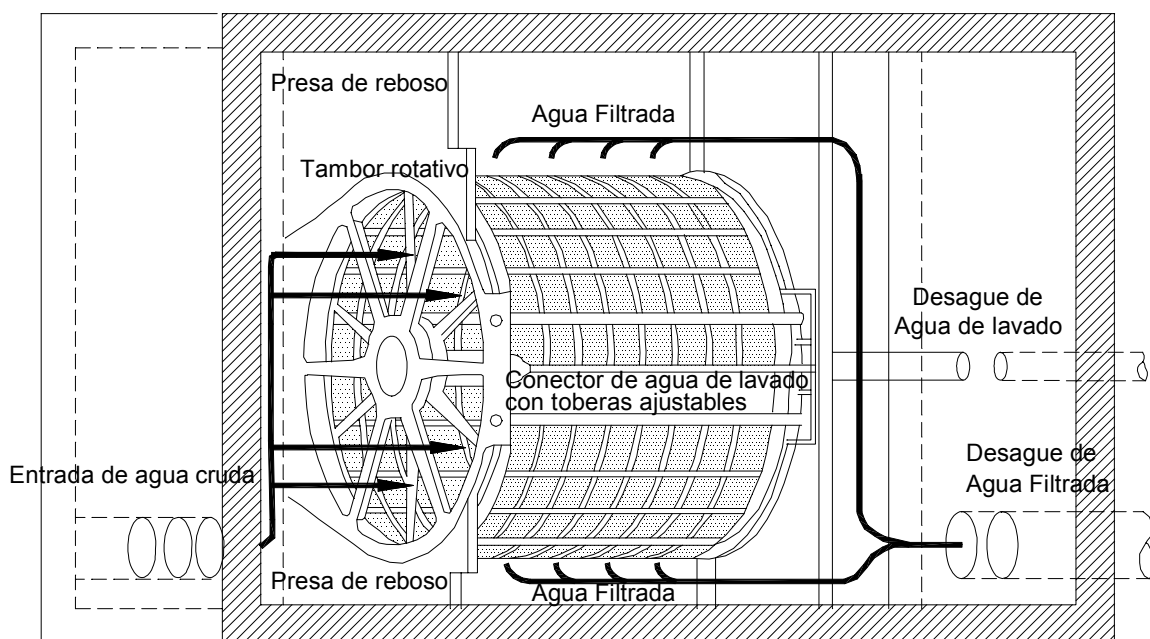


Figura 4. Esquema de microtamices

El bastidor del tambor se construye normalmente de bronce, sus extremos están formados de anillos con rayos unidos longitudinalmente por barras, sobre las cuales está el enrejado en el que está colocada la malla de filtración de acero inoxidable.

La abertura en una extremidad del tambor, que da con el canal de la fuente de agua, forma la entrada para el agua que ha de ser filtrada, mientras que en la extremidad opuesta queda completamente cerrada. De esta manera, el empuje hidráulico de punta que puede llegar a ser muy elevado queda neutralizado, no teniendo los rodillos del tambor que soportar el mismo en vista que queda transferido a la parte estática de la estructura en el mismo lugar de salida del agua filtrada, cuya parte de la estructura se encuentra anclada a la parte del bastidor embutida en la estructura del tanque donde entra el agua que ha de ser filtrada. El eje hueco del tambor también soporta la tolva en la cual cae el desperdicio del agua de lavado que se descarga por dentro del eje hueco

hacia el caño de desagüe, que puede ser conectado a uno u otro extremo del tambor, según convenga.

Los elementos para la limpieza consisten de una hilera de toberas ajustables de bronce y acero inoxidable de limpieza propia montadas sobre un caño superior de cobre colocado sobre la parte superior de la estructura y extendidos de un extremo al otro del tambor.

Las toberas se diseñan para producir chorros de agua aproximadamente en la forma de abanico de fino espesor y a presión de descarga reducida, asegurando un rendimiento máximo cuando se requiere el menor consumo de agua de lavado. Toda salpicadura de agua de las toberas queda detenida por un resguardo de material plástico y chapitas de acero inoxidable, las cuales van provistas con paneles móviles para la inspección.

Normalmente las unidades están montadas en tanques de hormigón armado con válvulas de control de entrada y salida.

1.6.3. Tamaños y Capacidades Indicativas

En la **Tabla 2** se señalan algunos datos técnicos indicativos de este tipo de equipos que pueden variar según el proveedor:

Tamaño del tambor		Potencia del motor (HP)	Rango de capacidad (m ³ /día)
Diámetro (m)	Ancho (m)		
1,52	0,15 ó 0,30	0,5	227 a 2270
1,52	0,91	0,5	1362 a 6810
2,28	1,52	2	3632 a 18160
3,04	3,04	4	13620 a 45400
3,04	4,57	6	22700 a 68100

Tabla 2. Tamaños y capacidades de tamices

1.6.4. Pérdida de Carga

La pérdida de carga a través de la micromalla, raramente excede de 0,12 a 0,15 m.

La pérdida total a través de la instalación incluyendo válvulas, canales, etc. en general no excede de 0,5 m.

1.6.5. Funcionamiento

El agua que ha de ser clarificada pasa por el microtamiz tal como se indica en la **Figura 4**.

Entra al tambor por un lateral y sale pasando por la micromalla virtualmente en una dirección radial; los sólidos que quedan interceptados son retenidos sobre la superficie interior de la micromalla y mientras el tambor gira, la superficie interior con los sólidos adheridos a la misma pasa por debajo de los chorros de agua de lavado colocados sobre

la parte superior de la unidad, por lo que se efectúa un lavado continuo hacia la tolva de desperdicios.

El nivel máximo del agua en el interior del tambor está limitado a un valor que no sobrepase el borde la tolva que recibe el agua de lavado (ver **Figura 5**), el cual está colocado dentro del tambor a la altura máxima siempre que se permita que la tolva sea suficientemente ancha para que recoja el agua de lavado.

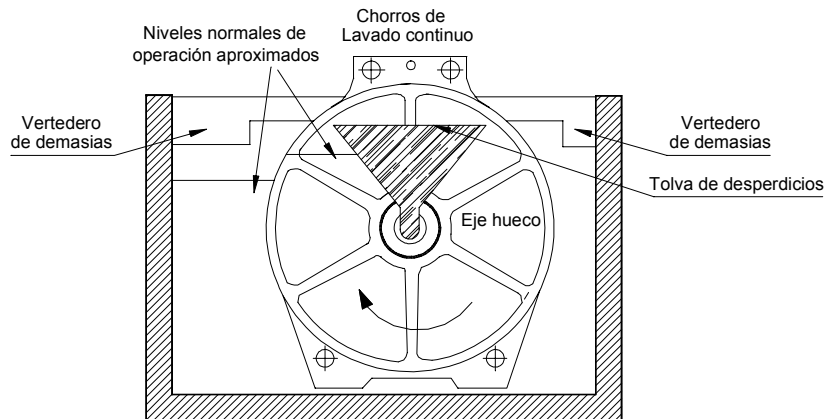


Figura 5. Nivel de agua en un microtamiz rotativo

Para poder obtener el caudal máximo debe asegurarse una máxima inmersión del tambor, no permitiendo que variaciones del nivel de agua en la toma causen inundación del tambor o rebosamiento del borde de la tolva del agua de lavado.

En casos en que se produzca variación en el nivel, el tambor se coloca a una cota apropiada debajo del nivel mínimo del agua, y una válvula de control operada por un flotante o por otro dispositivo automático se instala para evitar que el agua suba más que unos pocos centímetros, a pesar de lo que ocurra en la entrada de agua cruda o el desagüe de agua filtrada.

Para evitar que el agua en la salida caiga por debajo de una línea que deje el tambor fuera del agua, puede preverse un vertedero en la cámara de agua filtrada para mantener el nivel adecuado.

2. CÁMARA DE CARGA

2.1. NECESIDAD DE LAS CÁMARAS DE CARGA

La cámara de carga es la unidad a la que descarga el agua cruda conducida desde la captación y tiene por finalidad lograr el aquietamiento de la misma y fijar una cota determinada, que posibilite que a continuación todos los procesos que componen la planta de potabilización se realicen por gravedad.

La energía de presión en la cañería de aducción a la planta, se transforma así en energía de altura en la cámara de carga, que trabaja a superficie libre.

En base a lo expresado, una vez conocido el perfil hidráulico de la planta potabilizadora se puede fijar la cota de la superficie libre de agua en la cámara de carga necesaria y, en base a la cota del terreno, la altura de la estructura correspondiente.

Desde la cámara de carga se conduce y distribuye el agua para iniciar las distintas etapas de tratamiento por medio de conducciones, canales, cámaras de repartición y vertederos.

A continuación de esta unidad, suele además implantarse un dispositivo de macromedición que permita conocer el caudal de ingreso hacia la planta, como puede ser por ejemplo una canaleta Parshall.

Debe permitirse el desborde de los caudales en exceso y posibilitarse su vaciado para la inspección y limpieza.

Deben incluirse compuertas que permitan sacar la unidad fuera de servicio o bien dejar de alimentar la unidad subsiguiente del proceso de potabilización.

2.2. DISEÑO

El volumen de la cámara de carga se calcula como el producto del caudal de diseño de la planta por la permanencia adoptada. Es usual para esta última fijar entre 20 y 40 segundos.

Se adopta en general una estructura con forma de prisma vertical cuya sección horizontal puede ser cuadrada, rectangular o circular.

A la entrada debe preverse una chicana para favorecer el aquietamiento del agua. En ese sentido, es usual ingresar a la unidad por la parte inferior, de manera que el propio volumen de agua en la cámara amortigüe la energía cinética.

La cañería de desborde debe ser capaz de evacuar por lo menos el 30% del caudal de ingreso a la planta.

La altura total de la estructura queda fijada por la cota del pelo de agua necesaria que surge del perfil hidráulico, una revancha que puede fijarse en 40 cm, la cota de terreno y la cota de fondo que está determinada por el diámetro y la tapada de la cañería de ingreso a la cámara.

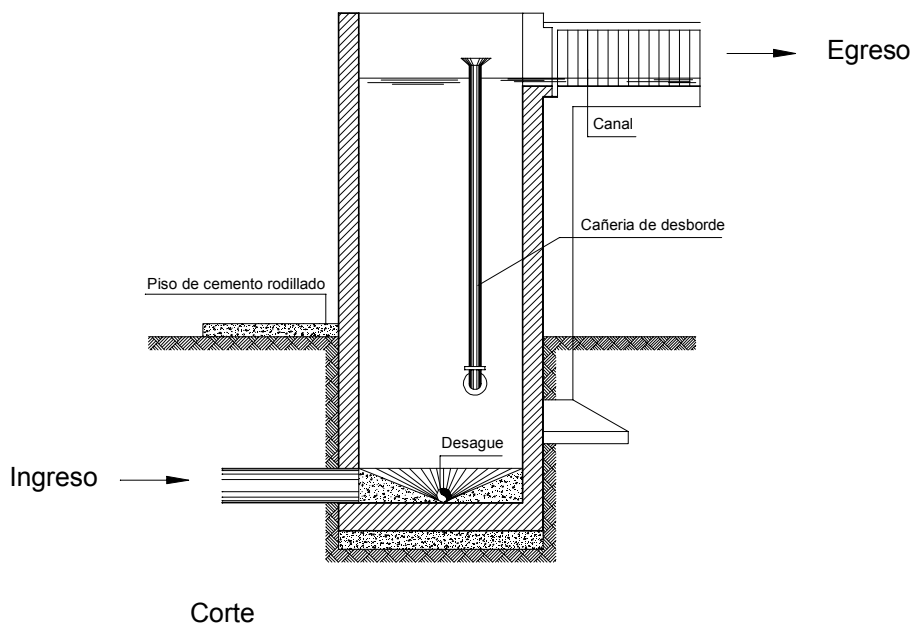
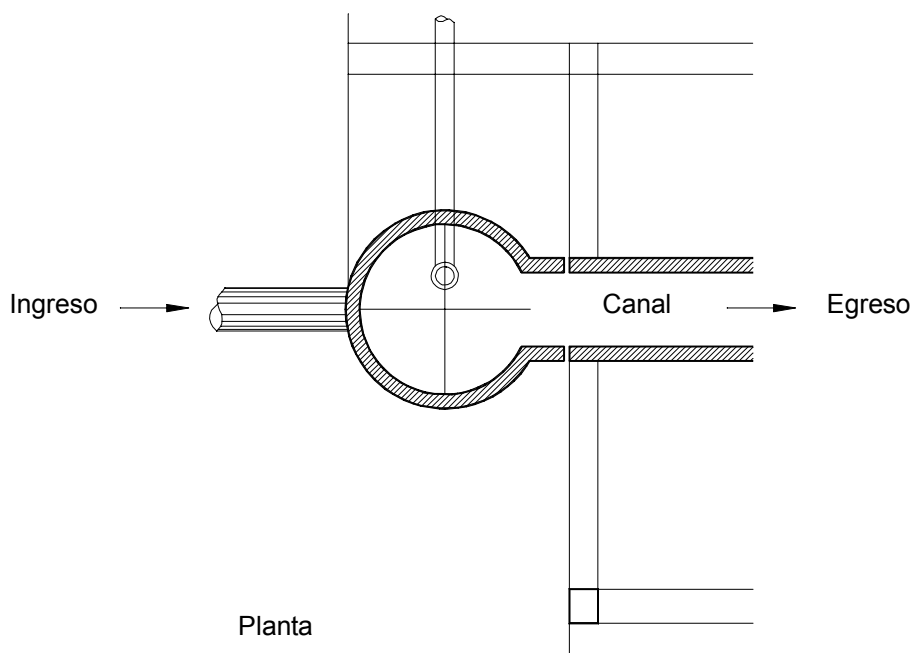


Figura 6. Esquema de una cámara de carga

Debe evitarse en el diseño la formación de corrientes preferenciales y vórtices, así como las fluctuaciones de nivel, según se indica más adelante.

En la **Figura 6** se puede apreciar un diseño convencional.

Cuando se requiere absorber la energía cinética de la aducción de agua cruda, la cámara de carga recibe el caudal a través de un vertedero de descarga desde una cámara amortiguadora.

Para el diseño de esta cámara amortiguadora (ver **Figura 7**) se puede aplicar el modelo propuesto por los Ings. Roberto D. Cotta y Aníbal J. Barbero, en su trabajo presentado en el IV Congreso Latinoamericano de Ingeniería, denominado “Diseño de cámaras amortiguadoras de energía en la descarga de conductos”, confeccionado en base a conclusiones extraídas de un modelo hidráulico.

En la investigación se demostró que la carga hidráulica H (m) disponible en el final de la aducción no influía en las oscilaciones del líquido en la cámara, Z (m).

La cámara de carga recibe el caudal aportado por la cámara amortiguadora desde un vertedero de umbral horizontal de caída libre, ubicado en todo el ancho del muro divisorio de ambas cámaras.

Para el caudal total de diseño la permanencia hidráulica en la cámara amortiguadora es del orden del minuto.

En la caída libre del vertedero hacia la cámara de carga se puede inyectar la lechada de cal para cuando los valores de la alcalinidad sean inferiores a los requeridos en la coagulación (se estima un requerimiento de 0.45 mg/l de alcalinidad por cada mg/l de sulfato de aluminio).

$$\frac{\delta}{h} = 748300 \left(\frac{Q \cdot h^{1/2}}{g^{1/2} \cdot V} \right)^{2,47577} = \text{oscilación máxima que se produce en la masa líquida.}$$

Expresión de Cotta y Barbero.

donde:

δ = oscilación máxima en la cámara.

h = distancia entre el eje del caño de entrada a la cámara y la cresta del vertedero de descarga en la salida.

p = altura del vertedero (distancia entre la cresta y la solera de la cámara).

g = aceleración de la gravedad.

$V = L \cdot B \cdot H$ = volumen del líquido de la cámara.

L = longitud del volumen del líquido.

B = ancho del volumen del líquido.

H = altura del volumen del liquido.

$h_v = (Q / 1.705 L_v)^{2/3}$ = tirante liquido sobre el umbral del vertedero de descarga de la cámara amortiguadora a la cámara de carga.

Q = caudal de pasaje o total de diseño.

$L_v = B$ = longitud de la cresta = ancho de las cámaras.

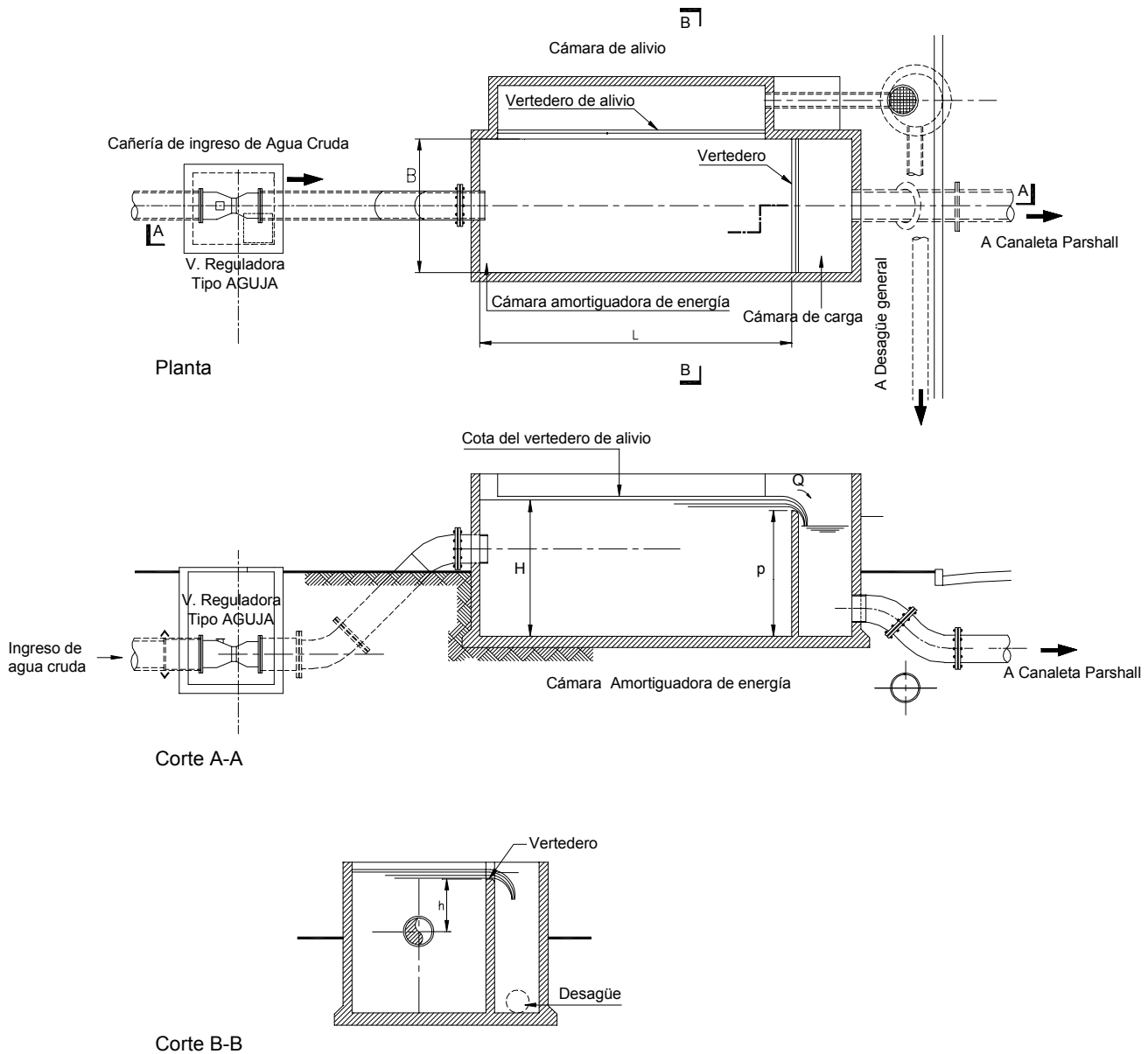


Figura 7. Esquema de cámara amortiguadora de energía y cámara de carga

3. AFOROS EN LA PLANTA DE POTABILIZACIÓN

La medición de caudales en una planta de potabilización adquiere bastante importancia, ya que es necesario determinarla en las siguientes circunstancias:

- Caudal de agua cruda a tratar.
- Caudal tratado para su distribución.
- Caudal intermedio. En algunos procesos de la planta de tratamiento. Principalmente se mencionan a los siguientes:
 - Regulación de las velocidades de filtración en base al caudal que escurre por las unidades de una batería.
 - Dosificación de productos químicos: Coagulantes, polímeros, desinfectantes y neutralización de pH (en la coagulación y/o en el líquido desinfectado).
 - Descargas de desechos de la potabilización (de barros de decantadores, floculadores y casa química), a fin de su tratamiento si fuere necesario.
 - Regulación del agua de lavado.

En todos los casos el aforo de los caudales es básico desde el punto de vista técnico y económico, a fin de lograr la máxima eficiencia en el sistema de potabilización.

Entre los sistemas de aforos se indican:

- Medición directa en recipientes de volumen conocido.
- Orificios calibrados y ajustados para medir caudales especialmente de soluciones químicas.
- Vertederos:
 - Rectangulares: con contracción completa, semi contracción o sin contracciones laterales.
 - Tipo Cipolletti.
- De régimen crítico: Medidores Parshall, que a su vez pueden diseñarse como mezcladores rápidos.
- Medidores diferenciales para conductos cerrados (reducción de sus secciones para producir una diferencia de presión y aumento de la velocidad de pasaje): orificios, diafragma, venturis (cortos o largos).
- Chorros líquidos: horizontales y verticales.
- Métodos químicos: colorimétricos y radiactivos.
- Hidrómetros: Tipo turbina o de volumen.

En el Capítulo XV Micromedidores y Macromedidores en Cañerías a Presión y en Anexo II Temas de Hidráulica de las presentes Fundamentaciones se especifican las características y expresiones de cálculo de los sistemas de medición de caudales.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Diseño de Cámaras Amortiguadores de Energía en la Descarga de Conductos – Roberto D. Cotta, Aníbal J. Barbero – IV Congreso Latinoamericana de Hidráulica.
- Folletos Técnicos de Fabricantes de Rejas y Tamices.
- Manual Técnico del Agua de Degremont –1973.
- Micro –Straining Glenfield y Kennedy – 1963.
- Normas de Estudio y Criterios de Diseño y Presentación de Proyectos de Desagües Cloacales para Localidades de hasta 30.000 habitantes COFAPyS 1993.