

CAPÍTULO 11. CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA Y TRATADA

ÍNDICE

1. GENERALIDADES.....	1
2. CAUDAL DE DISEÑO.....	1
3. TUBERÍAS	1
4. VELOCIDADES Y DIÁMETROS	2
5. PENDIENTES.....	2
6. IMPULSIONES	2
7. DISPOSITIVOS COMPLEMENTARIOS.....	3
8. MATERIALES	5
9. CAÑERÍAS Y PIEZAS ESPECIALES	5
9.1. FUNDICIÓN DÚCTIL	5
9.2. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV).....	6
9.3. POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (PVC)	6
9.4. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)	7
9.5. ACERO.....	7
9.6. HORMIGÓN ARMADO CON ALMA DE ACERO.....	7
9.7. ASBESTO CEMENTO	8
10. VÁLVULAS	8
11. TAPADA	8

12. LLENADO DE CAÑERÍAS	9
13. CANALES	9
14. OBRAS DE ARTE.....	10
15. PLANOS DE CONDUCCIONES	10
15.1. PLANIMETRÍA A ESCALA NO MAYOR DE 1:5.000 CON INDICACIÓN DE	10
15.2. ALTIMETRÍA (EN ESCALA HORIZONTAL NO MAYOR DE 1:5.000 Y VERTICAL A DETERMINAR) CON INDICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS Y:.....	10
15.3. DETALLES EN ESCALA 1:1, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50 Ó 1:100	11

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1. Diámetro mínimo de las válvulas de desagüe	3
Tabla 2. Diámetro mínimo de las válvulas de aire	4
Tabla 3. Tapadas de redes	8

1. GENERALIDADES

Las instalaciones de conducción constituyen la parte del sistema de abastecimiento de agua integrado por el conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados al transporte del agua.

2. CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño de las obras de conducción debe determinarse, según el caso que se presente, aplicando los siguientes criterios:

Cuando la aducción se efectúa directamente a la red de distribución se debe tomar para el cálculo del caudal, el correspondiente al consumo máximo horario.

- Cuando exista capacidad de almacenamiento en el extremo de la obra de conducción, se debe aplicar las alternativas siguientes:
 - Cuando la conducción es por gravedad, tomar el consumo máximo diario.
 - En el caso de bombeo, se debe tomar el caudal impulsado correspondiente al consumo medio diario, aceptando que durante los días de mayor consumo se aumentará el tiempo de bombeo de acuerdo con las necesidades. Debe verificarse en esos casos, la disponibilidad del tiempo adicional necesario de bombeo.
- Cuando la conducción sea de agua cruda que necesita tratamiento (caso de una fuente superficial), es necesario considerar en la capacidad, el posible consumo de la planta de potabilización.
- Cuando desde varios pozos se bombea directamente a una línea de impulsión, el caudal de cálculo de ésta, en cada punto, debe ser la suma de los caudales de bombeo de los pozos concurrentes, siempre que en el proyecto se contemple su funcionamiento simultáneo.
- El período de diseño de estas obras debe ser el horizonte de proyecto, pero en el caso de conducciones largas y costosas podrá estudiarse la posibilidad de prever capacidad adicional para un crecimiento imprevisto de la población.

3. TUBERÍAS

Las conducciones de agua tratada, deben ser siempre canalizaciones cerradas.

El trazado de las mismas se debe hacer, en lo posible, paralelo a vías públicas; si ello no fuera factible o económicamente conveniente y se deban atravesar predios privados, debe establecerse las correspondientes servidumbres.

4. VELOCIDADES Y DIÁMETROS

- El proyecto debe incluir el cálculo hidráulico de las secciones de los conductos.
- Las velocidades máximas y mínimas del líquido deben ser tales que eviten la sedimentación del material eventualmente transportado y la erosión de las paredes de los conductos. Estas velocidades deben estar comprendidas entre 0,45 y 3 m/seg para el caso de agua cruda.

A requerimiento del ENOHSA, se deberá presentar el cálculo de la velocidad mínima de arrastre pudiendo utilizarse el método de las fuerzas tractivas o el de Camp-Shield.

- Se debe hacer el estudio hidráulico del escurrimiento para determinar si las tuberías trabajan como canal o sea “a pelo libre” o a presión, lo que dependerá de las características topográficas de la zona y del diámetro del conducto. No se admiten presiones negativas.
- Si la conducción se hace a pelo libre, el diámetro mínimo a utilizar es de 100 mm. En conducciones a presión el diámetro mínimo es de 50 mm. La memoria técnica debe considerar la posibilidad de que se produzca “golpe de ariete” e incluir la verificación de la cañería a dichos esfuerzos.

5. PENDIENTES

Con el objeto de permitir la acumulación del aire en los puntos altos y su eliminación por las válvulas, columnas o torres de ventilación colocadas a ese efecto y facilitar el arrastre de los sedimentos hacia los puntos bajos, y acelerar el desagote de los conductos, éstos no deben colocarse horizontales.

Las pendientes mínimas recomendadas son las siguientes: cuando el aire circula en el sentido del escurrimiento del agua: 3 ‰; cuando el aire circula en el sentido contrario al escurrimiento del agua: 6 ‰. En este último caso no debe ser menor que la pendiente de la línea piezométrica de ese tramo.

Cuando se considere necesario uniformar pendientes a costa de mayor excavación, a efectos de evitar un gran número de válvulas de aire y cámaras de limpieza, deberá realizarse una comparación económica de ambas variantes.

6. IMPULSIONES

- Los diámetros de las mismas deben ser determinados en todos los casos, mediante criterios económicos.

- Se deben efectuar estudios para determinar el diámetro que lleva al mínimo costo anual (método del Valor Presente), fijando velocidades medias entre 1 m/s y 2 m/s.

7. DISPOSITIVOS COMPLEMENTARIOS

A efectos del correcto funcionamiento de las conducciones se debe instalar en su recorrido diversos elementos según las necesidades de cada caso:

- Válvula de cierre: se utilizan para aislar distintos tramos de cañería, a fin de realizar reparaciones o trabajos especiales.

El diámetro de las mismas debe ser igual al de la tubería y salvo justificación se colocarán con una separación máxima de 1.000 m.

Podrá aceptarse, por razones económicas y siempre que esto no incida en el caudal a conducir, una reducción en el diámetro de las válvulas hasta el 80% del diámetro de la conducción.

Si la pendiente lo permite se puede utilizar columnas limitadoras de presión que actuarán como cierre.

- Cámaras de desagüe y limpieza: se deben instalar en todos los puntos bajos de la conducción, mediante una derivación con válvula de cierre. Se usan para el vaciado de la cañería a fin de proceder a su limpieza, evacuar agua presuntamente contaminada o efectuar reparaciones en las instalaciones.

El diámetro mínimo de las válvulas de desagüe y de las tuberías que conforman la instalación está dado en la **Tabla 1**.

Tubería DN mm	Válvula de Desagüe DN mm
≤ 60	60
75 a 150	75
200 a 300	100
400 a 500	150
600 a 700	200
800 a 900	250
1000 a 1100	300

Tabla 1. Diámetro mínimo de las válvulas de desagüe

- Válvulas de aire: se colocan en todos los puntos altos a efectos de facilitar la salida del aire, que eventualmente se acumula en la conducción durante su funcionamiento o bien cuando se proceda a su llenado; también permite la entrada de aire al vaciarse la cañería.

El diámetro mínimo de estas válvulas se indica en la **Tabla 2**.

Tubería DN mm	Válvula de Aire DN mm
60	60
75	75
100 a 250	80
300 a 500	100
600 a 800	150
900 a 1000	200

Tabla 2. Diámetro mínimo de las válvulas de aire

- Columna de ventilación: cumple la misma función que la válvula de aire y puede utilizarse cuando las presiones de trabajo de la cañería lo permita. Tienen la ventaja sobre las válvulas que requieren menos tareas de mantenimiento.
- Válvula de retención: se debe colocar en las líneas de impulsión a efectos de evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños a las bombas.
- Dispositivo antiariete: si bien la eliminación total del golpe de ariete no es posible, se pretende con estos dispositivos limitar las sub y sobre presiones a valores compatibles con la resistencia de la cañería y órganos de cierre. Comúnmente se utilizan los volantes para aumentar la inercia, tanques de aire, chimenea de equilibrio, reservorios de agua y válvulas.
- Dispositivo reductor de presión (cámara rompe carga o válvula reguladora de presión): son elementos destinados a disipar la energía del líquido conducido a presión en la cañería. Cualquiera sea la presión de entrada debe garantizar el mantenimiento de la presión de salida. Puede usarse la cámara rompe carga o la válvula reductora de presión.

Las cámaras rompecarga se deben construir de mampostería u hormigón, constando de dos cámaras separadas por un tabique interior a media altura. Estarán provistas de accesorios de entrada, flotante, salida, desborde, limpieza y ventilación.

Para el caso de válvulas reductoras de presión la memoria técnica debe incluir una detallada descripción de las características de las mismas.

- Anclajes: el proyecto debe contemplar la ejecución de todos los anclajes necesarios en los cambios de dirección, sección, derivaciones, etc. de las cañerías, para garantizar la fijación de las mismas, como así también la ejecución del asiento de la cañería en caso que la calidad del terreno o las cargas sobre la misma lo requieran.

Para las tuberías de diámetro DN 300 mm o menores se puede admitir la utilización de planos tipos para los bloques de anclaje.

En el caso de tuberías de diámetros superior a DN 300 mm se deberá realizar y presentar el cálculo y dimensionamiento de los bloques de anclaje.

El cálculo debe considerar que las fuerzas resultantes se equilibran mediante el empuje pasivo del suelo, el que debe ser afectado de un coeficiente de seguridad igual a 2 (dos).

Cuando sea necesario se puede considerar la colaboración de la fuerza de rozamiento entre la parte inferior del bloque y el suelo, afectándolo de un coeficiente de seguridad de 1,5 (uno y medio).

El dimensionamiento de los anclajes se debe efectuar teniendo en cuenta la presión de prueba de la instalación.

8. MATERIALES

- No existen restricciones en cuanto a la elección del o los materiales para las cañerías, piezas especiales y válvulas que las específicamente indicadas en los numerales 9. “Cañerías y Piezas Especiales” y 10. “Válvulas”, debiendo cumplir en todos los casos con las respectivas normas IRAM. De no existir un cuerpo normativo IRAM deben cumplir con las especificaciones de un organismo internacional o extranjero de reconocido prestigio, el que deberá ser aceptado por el ENOHSA.
- El material y clase de tuberías para aducciones debe seleccionarse tomando en cuenta la topografía del terreno, las presiones y esfuerzos a que puedan estar sometidos, las características químicas del agua y del suelo y otros factores tales como disponibilidad del mercado, costos, etc. En el caso de aguas o suelos agresivos deben seleccionarse materiales resistentes o proyectar protecciones adecuadas.
- En cuanto a la clase, las ahí indicadas son las mínimas, debiendo las tuberías responder a la que surja del cálculo ante la solicitación por acciones estáticas y dinámicas (estados transitorios por golpe de ariete).

9. CAÑERÍAS Y PIEZAS ESPECIALES

Para el dimensionamiento estructural de las cañerías no se admite el empleo de valores de compactación de los suelos superiores al 90% del correspondiente al ensayo Proctor.

9.1. FUNDICIÓN DÚCTIL

- Las cañerías deben responder a lo establecido en la norma ISO 2531 – 1991 con el espesor mínimo correspondiente a la clase K 9.
- Las piezas especiales deben responder a lo establecido en la norma ISO 2531 – 1991.
- Las tees serán clase 14 y el resto de las piezas clase 12.

- Revestimiento interior.
 - El revestimiento interior de las cañerías debe ser mortero de cemento de acuerdo a lo dispuesto en la norma ISO 4719 – 1985.
 - Las piezas especiales se deben revestir internamente con pintura expoxi bituminosa apta para estar en contacto con agua potable.
- Revestimiento exterior.
 - Las cañerías se deben revestir con un capa de cinc metálico y pintura expoxi bituminosa de acuerdo a la norma ISO 8179 – 1985.

Cuando así se indiquen deben llevar un revestimiento complementario contra corrosión consistente en un revestimiento tubular de polietileno de 200 μ m según la norma AWWA C105 o ISO 8180.

- Las piezas especiales deben ser revestidas exteriormente mediante pintura bituminosa o epoxi bituminosa.

9.2. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)

- Las cañerías deben responden a lo establecido en la norma AWWA C- 950 e IRAM 13.431, 13.439 y 13.483 con un espesor mínimo correspondiente a la clase 6 y una presión interna mínima de 6 bar.
- El material empleado debe cumplir los requisitos de las normas IRAM 13352 y 13359.
- Las piezas especiales debe ser moldeadas de acuerdo a la norma AWWA C- 950 y cumplirán los mismos requisitos que las cañerías.

9.3. POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (PVC)

- Las cañerías deben responder a las normas IRAM N° 13.3350 – 1972, N° 13.351 – 1988, N° 13.352 – 1968 y 13.359 – 1970 con un espesor mínimo correspondiente a la clase 6.

De ser importados deben responder a la norma ISO 161.

- Las piezas especiales de PVC deben ser moldeadas por inyección en una sola unidad y responder a las normas IRAM 13.322 –1967 y 13.324 – 1980. No se admiten piezas compuestas por pegado o soldado.

Puede utilizarse piezas de fundición dúctil las cuales deben responder a la norma ISO 2531 – 1991.

- Las juntas deben ser del tipo espiga y enchufe con aro de goma. No se admiten juntas pegadas.

9.4. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)

- Las cañerías deben responder a las normas ASTM D – 3350 –1984, D – 1248 – 1984, ISO N° 4427, AWWA C – 901 – 1988, C – 909 – 1960 e IRAM 13.330, 13.345, 13.349 y 13.485 con un espesor mínimo correspondiente a la clase de presión 6 bar.
- Las piezas especiales deben responder a la norma AWWA C – 906 – 1990.
- Las juntas deben ser soldadas por termo o electrofusión o del tipo manguito con aro de goma.

9.5. ACERO

- Las tuberías deben ser de conformidad con las normas ANSI / AWWA C200, C 203, C 205, C 208, C 210 y C 214, en chapa de acero calidad mínima SAE 1020 y para una presión mínima de diseño de 10 kg. / cm².
- Las piezas especiales se deben ajustar a los requisitos de la norma ANSI / AWWA C 200 y C 208 y cumplirán con las estipulaciones del Manual M 11 de AWWA.
- Las juntas pueden ser soldadas bajo norma ANSI / AWWA C 200, espiga y enchufe con aro de goma o bridas de acuerdo a las normas ISO N° 2531 y N° 700 5-2.
- El revestimiento interno puede ser:
 - Mortero de cemento aplicado en fábrica, centrifugado, de acuerdo a la norma ANSI / AWWA C 205.
 - Mortero de cemento aplicado en el campo de acuerdo a la norma ANSI / AWWA C 620.
 - Epoxi líquido de acuerdo a AWWA C 210.
- El revestimiento externo puede ser:
 - Esmalte de alquitrán de acuerdo a la norma ANSI / AWWA C 203 y sus modificaciones.
 - Cinta prefabricada de múltiples capas aplicada en frío de acuerdo a ANSI / AWWA C 214.
 - Epoxi líquido de acuerdo a la norma ANSI / AWWA C 210.

9.6. HORMIGÓN ARMADO CON ALMA DE ACERO

- Los caños deben responder a las normas AWWA C 300 para hormigón armado (“Reinforced concrete”) C 301 para hormigón pretensado (“Prestressed concrete”) o C 303 para hormigón pretensionado (“Pretensioned concrete”). Se emplearán para diámetros de 600 mm y mayores.
- Las piezas especiales deben cumplir con la norma AWWA C 300, C 301 o C 303 del tipo A o B.

- El revestimiento exterior mediante epoxi al alquitrán deben tener un espesor de 120 micrómetros, 100 % sólido.

9.7. ASBESTO CEMENTO

- Los caños deben cumplir con la norma IRAM N° 11.516 – 1992, con un espesor mínimo correspondiente a la clase 5.
- Las juntas deben ser del tipo manguito con aro de goma según la norma IRAM N° 11.510/92 y aros de goma según IRAM N° 113.048 – 1990 o ISO 4633 – 1983.

10. VÁLVULAS

Hasta el diámetro DN 250 mm se debe utilizar válvulas esclusas de paso libre, las que se colocarán directamente en el terreno natural y deben responder a la norma ISO 7259 /88, tipo largo ($l = DN + 200$ mm), presión de trabajo 10 kg/m^2 y terminación interior y exterior por empolvado electro estático con epoxi.

Las de diámetro DN 300 mm y superiores deben ser tipo mariposa a bridas y se deben ubicar en cámaras donde también se debe alojar las piezas especiales necesarias para el montaje y desmontaje de la válvula. Responderán a la norma OSN N° 2507 1^{ra} revisión o ISO 5752 serie 14 o AWWA C – 504, terminación interior y exterior por empolvado electrostático con epoxi.

11. TAPADA

Se establecen los siguientes valores de acuerdo a la **Tabla 3**.

Diámetro mm	Tapada	
	De Diseño m	Mínima m
Menor o igual a 250	1.00	0.80
300 a 400	1.20	1.00
500 a 800	1.50	1.00
Mayor a 900	1.80	1.00

Tabla 3. Tapadas de redes

Las cañerías se deben instalar según la tapada de diseño siempre que en los planos de proyecto no se indique otra cosa. En presencia de una interferencia se puede colocar con una tapada menor respetando en todos los casos la tapada mínima.

En aquellos casos en que por la naturaleza del terreno, por las cargas del tránsito o por cualquier otra circunstancia puede suponerse riesgos para la estabilidad de los conductos, el ENOHSA podrá solicitar el cálculo estructural de los mismos, la verificación de los espesores de pared y la colocación en zanja proyectada.

Cuando la interferencia sea de naturaleza tal que obligue a colocar la cañería con una tapada mayor que la indicada en los planos de proyecto o que la tapada de diseño, según corresponda, se debe profundizar lo mínimo compatible con la ejecución del trabajo.

En las zonas donde por razones climáticas se puede producir el congelamiento de la tubería se debe adjuntar el cálculo respectivo, ubicando las cañerías con una tapada igual o superior al resultante de dicho cálculo.

Las cañerías colocadas sobre el terreno natural se deben apoyar sobre soportes espaciados de tal manera de evitar esfuerzos o deformaciones que puedan provocar roturas o afectar su funcionamiento.

12. LLENADO DE CAÑERÍAS

La velocidad de llenado de tuberías no debe superar 0,50 m/s.

En caso que la velocidad de llenado no responda a dicho valor máximo se deben presentar los cálculos que comprueben que la evacuación del aire por las respectivas válvulas de venteo no someterán a la tubería a un estado de tensiones superior a las admisibles para el material y clase establecido en las normas IRAM.

El ENOHSA, a su solo juicio podrá aprobar o no la velocidad de llenado propuesta.

13. CANALES

Los canales a cielo abierto deben localizarse, en lo posible, siguiendo las curvas de nivel que permitan una pendiente apropiada, a fin de que la velocidad del agua no produzca erosiones o depósitos.

En aquellos casos que se consideren necesarios se debe calcular las pérdidas por evaporación y si el canal se construye sin revestimiento, la capacidad de conducción deberá aumentarse debido a las pérdidas por infiltración.

El proyecto debe incluir el cálculo hidráulico y estructural de las secciones del canal, las velocidades de embancamiento, la máxima que no erosione para los canales sin recubrimientos y las obras de arte requeridas.

14. OBRAS DE ARTE

Las obras de arte tales como puentes, sifones, cruces de calle, rutas nacionales o provinciales, vías férreas o para salvar pasos de ríos, quebradas o depresiones del terreno, deben proyectarse en forma tal que garanticen la durabilidad, permanencia y buen funcionamiento de las obras.

En caso de tener que atravesar vías de comunicación, como ser vías de ferrocarril, rutas nacionales o provinciales, se debe acompañar los detalle de la obra de acuerdo con lo exigido por los Organismos con jurisdicción en dichas áreas.

15. PLANOS DE CONDUCCIONES

Los planos deben ser confeccionados de acuerdo con las correspondientes normas IRAM. El formato responderá a la norma IRAM N° 4504 y su tamaño máximo será A1.

15.1. PLANIMETRÍA A ESCALA NO MAYOR DE 1:5.000 CON INDICACIÓN DE

- Accidentes geográficos, vías de comunicación, puntos fijos de nivelación.
- Cámaras para válvulas de cierre.
- Cámaras para válvulas de aire
- Cámaras de venteo.
- Cámaras de desagüe.
- Cámaras limitadoras de presión.
- Ángulos de giro de la traza.
- Nudos.
- Características de la tubería: material, tipo de junta, clase, diámetro nominal.

15.2. ALTIMETRÍA (EN ESCALA HORIZONTAL NO MAYOR DE 1:5.000 Y VERTICAL A DETERMINAR) CON INDICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ANTERIORMENTE MENCIONADOS Y:

- Cota de terreno natural.
- Cota de intradós.
- Cota de fondo de zanja, terraplén o túnel.
- Distancias parciales.

- Progresivas.
- Línea de energía total de funcionamiento y estados transitorios.

15.3. DETALLES EN ESCALA 1:1, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50 ó 1:100

- Detalles de cámaras con plantas y cortes.
- Detalle de nudos con indicación del número de piezas, descripción, material y cantidad para las tuberías de DN superior a 600 mm.
- Detalles de colocación en zanja, terraplén, túnel y/o sobre soportes.
- Detalles de anclajes.
- Detalles de cruce de ferrocarriles, rutas nacionales y/o provinciales, cursos de agua y depresiones del terreno.
- Esquema de nudos para las tuberías con DN menor a 600 mm con indicación de número de pieza, descripción, material y cantidad.