
SCCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA
I COLOQUIO NACIONAL

JUNIO - JULIO 1971

SANTIAGO - CHILE

Observaciones sobre el criterio de diseño de cañerías de alcantarillado para aguas servidas en base a la velocidad límite máxima en tramos de gran pendiente.

RAUL GALINDO URRRA (')

SERGIO URRRA M (")

1.- Generalidades.-

El presente trabajo tiene por objeto plantear algunas dudas respecto al criterio de diseño de cañerías de alcantarillado para aguas servidas en términos de la velocidad máxima aceptable en tramos de pendiente fuerte. En este sentido este trabajo es un complemento al presentado a este Coloquio por el Ingeniero y Profesor, Sr. Isaac Faiguenbaum.

Creemos si, absolutamente necesario el hacer cuestión sobre este tema, porque además y como más adelante veremos, de incidir directamente sobre el costo de las obras de este tipo, existe una disparidad de criterios al respecto dentro de las Instituciones pertinentes, los cuales conducen a que sea necesario adoptar un determinado criterio, no solo para cada Institución, sino que en una verdadera anarquía, para cada persona que corrige los proyectos. Esto corresponde a una falta de conocimiento fundados en experiencias realizadas en nuestro medio y con nuestros materiales.

(') - Ingeniero Civil, Jefe de la Sección Planificación y Estudios de la Empresa Municipal de Desagües de Valparaíso y Viña del Mar.

- Profesor auxiliar del Ramo de Construcción de Obras Hidráulicas Sanitarias, Departamento de Obras Civiles U. de Chile.

- Profesor del Ramo de Hidráulica Técnica de la Escuela de Construcción de la Universidad Católica de Valparaíso.

(") Egresado de la Escuela de Ingeniería de la U. de Chile. Se encuentra realizando su Memoria de Título sobre al tema en particular.

Analicemos simplíficadamente el problema y nos encontramos con que el diseño de alcantarillados de aguas servidas, se enfrenta a dos complejidades. Por una parte si las pendientes naturales son muy bajas (terrenos planos), lo que nos obligarán por economía a trazar los colectores con pendientes pequeñas el problema que se presenta es el de las pendientes críticas mínimas para las cuales se produce la condición de " autolavado ". Ella ha sido racionalmente estudiada por Camps y se han adoptado condiciones prácticas, de manera tal que parece existe una relativa concordancia entre los criterios empleados.

En el lado contrario, nos encontramos con el problema de las grandes pendientes, caso que con mucha frecuencia se nos presenta en Chile, en diversos sectores y en particular en ciertas ciudades costeras de importancia. Aquí comienza la disparidad de criterios a la que antes se ha hecho mención.

2.- Comentario sobre el criterio de diseño, por velocidad máxima.

El criterio antes nombrado se basa en el hecho, aparentemente realista, de que existirá una velocidad máxima la cual, por acción misma del escurrimiento y por el arrastre de sedimentos que con él suele existir, ejercería una acción destructiva en el interior del tubo, la cual se manifestaría a través del desgaste de la cañería y de su debilitamiento en las zonas singulares que ofrece su unión.

De esta forma y si partimos del tubo de cemento comprimido que es el más económico y que se usa con mayor frecuencia en nuestro medio se llegaría a esta " velocidad máxima" en razón de una cierta pendiente. Entonces sería necesario cambiar a otro material más estable, menos rugoso, más resistente, como es el caso del asbesto cemento y así sucesivamente pasada cierta velocidad utilizar otro nuevo material ¿ quizás el fierro gundido o el acero ?.

Precisamente, la fijación de esas velocidades máximas, es la que no está muy clara en la actualidad y se dan en nuestro medio, valores que van desde 2 a 3,5 m/s, para el paso de sustituir cemento comprimido por asbesto cemento y 5 a más mts/seg., para el cambio de cañería de asbesto cemento por otro material más resistente.

3.- Fundamento para dar validez a la necesidad de estudiar con mayor profundidad el criterio antes señalado.-

Aunque parezca poco relevante lo antes planteado ocurre en la práctica que es necesario reestudiar los criterios antes mencionados, en base a los siguientes fundamentos :

a).- Aún cuando el rango de variación de los criterios antes mencionados parecieran poco significativos, en la práctica y en varias ciudades de nuestro país, se suele estar jugando permanentemente con fuertes pendientes y dado la significativa diferencia de costos de cada tipo de materiales, aún para el caso de urbanizaciones pequeñas, la variación del criterio adoptado puede significar el encarecimiento o ahorro de las obras infraestructura de este tipo, en unos cuantos cientos de miles de escudos.-

b).- Las experiencias realizadas por el Sr. Sergio Urrea, y auspiciadas por la E.M.D. de Valparaíso y Viña del Mar, han dado resultados muy diferentes a los esperados, de acuerdo a los criterios pre-establecidos. Esta persona tuvo la oportunidad de extraer un buen número de tubos de redes ya en uso, algunas hasta por más de 30 años, y en pendientes que alcanzaban hasta el 50%. Estas redes, dada la antigüedad y autonomía de la Institución, habían sido construídas con cañerías de cemento comprimido, las cuales, hoy día no pasarían los requisitos impuestos por Inditecon. Sin embargo en su mayoría no presentaban desgastes significativo en la zona del escurrimiento, pero si, un resblandecimiento en el intrados de la cañería, el cual, como es bien conocido, es el resultado de la acción química ejercida por gases activos que se desprenden de las aguas servidas, en especial, el ácido sulfúrico. Este último se evita con una adecuada ventilación de la red.

c).- En el mismo caso anterior, debe señalarse que las aguas que escurrían por dichas cañerías, contienen corrientemente, un importante arrastre de sedimentos, lo cual es fácil de comprobar en los pozos desarenadores que es necesario intercalar en diferentes puntos de la red y que periódicamente es necesario atender.

4.- Formulación de algunas explicaciones sobre lo anteriormente señalado.-

Aún cuando lo antes planteado pareciera no tener una justificación hidráulica inmediata. Por que es necesario señalar que la velocidad medidas por métodos confiables, superaban bastante los límites establecidos.

Sin embargo una explicación ha esta realidad la creemos encontrar en la conocida "capa biológica natural" que recubre las paredes de la cañería en la zona del escurrimiento. Esta capa de consistencia untuosa fue posible apreciarla en la mayoría de los tubos extraídos y contrarios a muchas suposiciones, también en cañerías en las cuales la velocidad era extraordinariamente elevada.

Creemos por lo tanto que de esta condición es posible plantear al menos dos hipótesis sobre la función que dicha "capa" podría ejercer en los tubos de alcantarillado:

a).- En las cañerías en que "la rugosidad relativa" es pequeña y no existen imperfecciones en la construcción misma de la cañería o en su instalación, dicha capa actuaría como una protección efectiva ante el desgaste de la ca-

ñería.

b).- Presumiblemente en cañerías de " rigosidad relativa" pequeña esta misma capa podría tender con el uso (y prontamente), a producir una igualación del coeficiente " n " de Manning y por ende no existiría ventaja evidente, desde el punto de vista hidráulico, en el empleo de uno u otro material. Al referirnos a esto último tenemos en cuenta solamente el tipo de materiales corrientemente empleados en los usos de la práctica .

Ambas hipótesis parecen tener fundamentos y llaman a la inquietud de los investigadores a ser comprobadas, con un inminente provecho para el futuro diseño de obras de este tipo.

5.- Planteamiento General de nuevos criterios de diseño.-

Pareciera hasta aquí que una vez hechos los planteamientos anteriores nos encontramos con que las ideas sobre velocidad máxima en tubos de alcantarillado no son muy claras y habiendo sido cuestionadas trataremos de aportar nuevos puntos de vista diferentes a los tradicionales.

Estos nuevos criterios han nacido de la realidad observada en la práctica en este tipo de obras, de que el daño no se produce tanto en el interior de las cañerías como a consecuencia de agentes o factores exógenos, los que condicionan su seguridad. En vista de lo cual se plantearán dos nuevas hipótesis a ser tomadas en cuenta en el diseño de este tipo de obras :

a).- Hipótesis de tipo estructural.-

Esta primera condición que parece tener poco que ver con un Coloquio de hidráulica, es necesario hacerla notar por su significativa importancia.

Ocurre que en la medida que se aumenta la pendiente de la cañería y teniendo en cuenta una serie de factores, ella estaría sometida a diversos esfuerzos los cuales condicionan su seguridad.

Por una parte están los esfuerzos estructurales a que se encuentra sometido el tubo mismo y en particular los puntos singulares de él , como son las uniones , dado que las componentes de dichos esfuerzos comienzan a orientarse en el sentido longitudinal y transversal del tubo.

Además existe como segunda posibilidad la del deslizamiento de la cañería. Ambas condiciones sería necesario analizarlas en forma detallada y nos darían ciertos criterios de diseño en relación con el tipo de material empleado .

Sin embargo la más importante a nuestro entender y que guarda relación con la segunda hipótesis que más adelante plantearemos, es la del deslizamiento de la cañería. En dicho caso es necesario recurrir al empleo de " machones de anclaje"; espaciados según sea necesario, a fin de evitar dicho corrimiento.

b).- Hipótesis de tipo Hidráulico externo.-

La segunda condición que nos parece importante tener en cuenta para el diseño de este tipo de obras y en especial por los daños observados en la realidad surge de la acción que las aguas lluvias ejercen sobre la seguridad de la instalación. Ha sido comprobado que la zanja donde se construye el alcantarillado, aún con el mayor grado de compactación no recupera su condición primitiva y por lo mismo se constituye en un lugar especialmente apto para la erosión por efecto de las aguas lluvia. A causa de lo mismo y de no tomarse las precauciones debidas es corriente que la zanja e incluso la cañería sean arrastradas en tramos de gran pendiente y en zonas lluviosas.

La protección más usual es el empleo de los mismo machones de anclaje de la cañería "como muros desviadores" de las aguas lluvias y "limitadores" del escurrimiento.

En este punto entra un aspecto hidráulico de importancia ¿cual debe ser, teniéndose en cuenta la intensidad de la lluvia de la zona, la pendiente, el tipo de suelo de recubrimiento, el ancho de la zanja y otros, la distancia máxima necesaria entre cada machón para evitar que la cantidad de agua que escurre por la zanja y los efectos directos de la lluvia misma no produzcan daños en la instalación?.

Esto se conjurará con los requerimientos de tipo estructural antes señalados.-

6.- Conclusiones Generales.-

Lo antes expuesto viene a plantear la necesidad de una serie de investigaciones sobre el tema en particular, el cual parece todavía poco analizado. Los resultados de estas investigaciones resultarían de gran provecho para el diseño de este tipo de obras y en especial la posibilidad de obtener economías en obras de servicio Público de las cuales existe un gran deficit en nuestro medio.