

IDEAS SOBRE VELOCIDADES MAXIMAS ACEPTABLES  
EN COLECTORES DE AGUAS DE LLUVIAS.-

por Isaac Faiguenbaum A. (')

1.- VELOCIDADES MAXIMAS ACEPTABLES SEGUN DIVERSOS AUTORES.

1.1 FAIR, GEYER Y OKUN.

"La arena u otros materiales abrasivos desgastarán  
"la parte inferior de los alcantarillados de con-  
"creto, a menos que se mantengan velocidades infe-  
"riores a 8 o 10 piés/seg. (2.40 a 3.00 m/seg.)

1.2 SCHOKLITSCH.

"Para evitar el desgaste del conducto por roce, el  
"agua pluvial no debe exceder de una velocidad de  
"4 a 6 m/seg.

1.3 BABBIT Y BAUMAN.

"La máxima velocidad tolerable es aproximadamente  
"de 3 m/seg. a fin de evitar erosión excesiva en  
"la base del conducto.

1.4 MIGUEL ANGEL MARZINELLI.

"Cuando la velocidad es mayor de 4 m/seg. en tube-  
"rías de material vítreo y de 2.80 m/seg. en tube-  
"rías de concreto, deben tomarse precauciones para  
"protegerlas de la erosión y del desplazamiento por  
"choque.

1.5 METCALF AND EDDY.

"Cuando se usen tuberías de concreto, es deseable  
"darles una terminación dura, de preferencia gra-  
"nolítica, si las velocidades exceden de 1.50 m/seg;

---

(') Ingeniero Civil Consultor, Profesor de "Sistema de Agua Potable y Alcantarillado", Escuela de Ingeniería. U. Ch.

"y si las velocidades sobrepasan los 2.40 m/seg.  
"es prudente proteger la tubería con pavimento de  
"ladrillo vitrificado.

1.6 JOSE M. DE AZEVEDO NETTO.

"Velocidad.- límite superior a modo de impedir la  
"erosión en las paredes de canales de concreto :  
"4.50 m/seg.

1.7 DAVIS.

"  $v = 3$  m/seg.

"Es factible construir colectores de hormigón den  
"so o protegidos interiormente con arcilla vitrifi  
"cada, de manera que pueden usarse velocidades más  
"altas que la indicada.

1.8 STEEL.

"Debido al carácter abrasivo de los materiales só  
"lidos, debe evitarse que la velocidad sea excesi  
"vamente alta, considerándose como valor límite su  
"perior la de 2.40 m/seg.

1.9 GOMEZ NAVARRO.

"Vel. límite 4.50 m/seg. para hormigón. Agrega :  
"Con aguas limpias en hormigones bien hechos, se  
"puede admitir velocidades mayores.

2.- VELOCIDADES MAXIMAS ACEPTADAS POR INSTITUCIONES NACIO-  
NALES.

El anteproyecto de Norma de Inditecnor NCH 118  
a 70, originado en un estudio hecho por el Ing. Jefe de la  
División de Servicios Sanitarios don Hector Lazo, y que coi  
ncide con las exigencias de las Instituciones Nacionales, es  
tablece :

- a.- Velocidad máxima : 3 m/seg. para tuberías corrientes  
(hormigón simple).
- b.- Para colectores con pendientes fuertes en que la velo

cidad del agua sea mayor que 3 m/seg. se deberá emplear :

- Tubería de mortero comprimido, reforzada con una envoltura de hormigón de 170 kg. de cemento/m<sup>3</sup> y 0.10 m. de espesor. Válido hasta pendientes del 20% (0.20).
- Tubería de cemento-asbesto para alcantarillado. Válido hasta pendientes de 20%.
- Tuberías metálicas.
- Además, en un anexo al anteproyecto de Norma, se dice :

"Cuando la velocidad es mayor de 4.00 m/seg. en tuberías de material vítreo y de 2.80 m/seg. en tuberías de concreto, deben tomarse precauciones para protegerlas de la erosión y desplazamiento por choque."

### 3.- ALGUNOS COMENTARIOS.

Como puede observarse en el punto 1, las velocidades máximas que proponen los diversos autores, varían desde un mínimo de 1.50 m/seg. hasta un máximo de 6 m/seg. Una estadística indicaría lo siguiente :

| <u>Velocidad en m/seg.</u> | <u>Nº de autores que la proponen</u> |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 1.50 m/seg.                | 1                                    |
| 2.40 m/seg.                | 2                                    |
| 2.80-3.00 m/seg.           | 4                                    |
| 4 m/seg a 6 m/seg          | 2                                    |

O sea, la velocidad que cuenta con más aceptación es la de 3 m/seg. Desde ese punto de vista, las Instituciones Nacionales han fijado sus exigencias en concordancia con la opinión mayoritaria de los diversos autores. En realidad, la experiencia habría indicado que proyectando con esa velocidad como máximo, se está por el lado de la seguridad en todos los casos. Pero, si existieran casos en que fuera posible utilizar velocidades mayores, sin poner en peligro la estructura, no se estarían encareciendo innecesariamente



los proyectos al exigirse reforzar las tuberías con hormigón de 0.10 m. de espesor, o usar otros tipos de tuberías, incluso metálicas ?.- Puede decirse que realmente existe una sola velocidad máxima, o existirán en realidad varias posibles velocidades máximas dependiendo ello de las circunstancias que rodéen a cada proyecto ?.- Porqué algunos autores aceptan valores de hasta 6 m/seg. ?

#### 4.- ALGUNAS CONSIDERACIONES.

Desde hace ya un buen número de años, hemos considerado que en lo referente a instalaciones de tuberías de desague, la red de Valparaíso constituye un laboratorio a escala natural. En efecto, esa red ha sido construída por una Empresa que tiene sus propios criterios y que, en muchos casos difieren de los utilizados por las Instituciones Oficiales. Es así como, entre otros aspectos, las pendientes y velocidades utilizadas son muy superiores a las aceptadas por esas Instituciones.

En la actualidad, con mucho agrado estamos actuando como profesor guía del Egresado de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, señor Sergio Urra, quién está preparando su memoria de título, en un tema que tiene como base la investigación en el terreno de todos esos aspectos de la red de desague de Valparaíso, con el objeto de analizar su comportamiento, y proponer, si ello cabe, algunas ideas que eventualmente podrían modificar criterios actualmente en uso. Ya cuenta el señor Urra con algunas modificaciones de velocidades en el terreno, en tuberías que conducen aguas servidas, y de ellas hemos extraído los siguientes ejemplos :

- Tubo instalado en Febrero de 1954. Extraído el 10.I.70. Pendiente 66.5%. Velocidad máxima 5.7 m/seg. Interiormente el tubo estaba en buenas condiciones, no presen-

tando rastros de canaleta de fondo, pero, en cambio, el mortero estaba reblandecido en el intrados.

- Tubo instalado en 1953. Extraído el 23.I.70. Pendiente 53%; velocidad máxima mayor de 7 m/seg. Aún a pesar de la excesiva velocidad no hay rastros de canaleta de fondo. La parte superior del tubo se encuentra reblandecida. Tiene un tipo especial de desgaste localizado, pues presenta dos "hoyos" en la pared del tubo, debido seguramente a imperfección en la construcción.

Hay varios otros ejemplos con velocidades más bajas, pero superiores a los 3 m/seg, que tampoco demuestran desgaste apreciable. Creemos interesante hacer notar que los colectores de aguas servidas están sometidos a un uso continuo.

Hace algunos años, en compañía de los ingenieros señores Rubén León Echaíz y Guillermo Torres de Castro, proyectamos un colector de aguas lluvias para un sector de la ciudad de Ovalle hecho con tubería de hormigón simple ( mortero de c.c.) en que, para algunos tramos aceptamos pendientes superiores al 30%.

Este proyecto fue originalmente objetado por la Dirección de Obras Sanitarias pero nuestra explicación en el sentido de que habíamos procedido en esa forma debido a que el " número de horas por año de funcionamiento de este colector será muy bajo ", fue aceptada.

Efectivamente, las precipitaciones normales en Ovalle son del orden de los 136.4 mm al año.

En torno al problema del desgaste o deterioro de los tubos, hemos pensado que no depende solamente de la velocidad para cada material sino que también de otros factores como los siguientes, por ejemplo:

- Contenido de abrasivos en el agua.
- Número de horas de funcionamiento de la tubería por año, o lo que podría llamarse " factor de carga ".

Sobre el material de que está hecho el tubo, interesa el de mayor uso en nuestro país, que es el de hormigón simple. Sobre su calidad existen Normas, de tal manera que de no mediar una circunstancia especial, podría estimarse que es constante.

El contenido de abrasivos, que todas las aguas de lluvias arrastran, puede ser variable, y exige un estudio especial la determinación de su influencia.

Creemos sin embargo que con relación al que hemos llamado "factor de carga" sería fácil deducir conclusiones, a base de los datos pluviométricos de que se dispone en el país.

No parece justo dar igual consideración en cuanto a velocidad máxima a un colector de aguas de lluvias de Valdivia, que tiene un alto "factor de carga" que a uno de Santiago que funciona pocas horas al año. Creemos que para Santiago sería lícito aceptar velocidades más altas, lo que podría redundar en grandes economías.

5.- OPINION DEL MANUAL DE LA A.S.C.E. SOBRE "DESIGN AND CONSTRUCTION OF SANITARY AND STORM SEWERS".-

Hemos expuesto en el punto anterior lo que creíamos era un "descubrimiento" que habíamos hecho en compañía de los ingenieros Rubén León y Gmo. Torres. Sin embargo, debemos declarar que nuestro "descubrimiento" ya había sido "descubierto" por los autores del Manual a que se refiere el título del presente punto 5.- que en su edición del año 1960 dice textualmente :

Página 98 : "Para agua clara, en conductos de superficie dura, la velocidad máxima límite es muy alta; se ha encontrado que velocidades superiores a 40 piés/seg. (12 m/seg.) no dañan a los canales de hormigón.



"La erosión en el fondo del tubo puede produ-  
"cirse con velocidades mucho más bajas cuan-  
"do el agua contiene arena u otros materiales  
"abrasivos.

"En el caso de tuberías de hormigón, donde el  
"escurrimiento a alta velocidad es continuo,  
"y en que se puede esperar que se presente el  
"problema de la erosión, se adopta a menudo,  
"una velocidad máxima de aproximadamente 10  
"piés/seg. (3 m/seg.).

Página 136

"Al establecer una política para las pendien-  
"tes máximas de un determinado proyecto, el  
"proyectista debería considerar no solamente  
"las velocidades que pueden producir erosión,  
"sino que también la duración de tales veloci-  
"dades. Por ejemplo, en muchos colectores, el  
"flujo de aguas lluvias es despreciable, con  
"excepción de cuando tienen lugar lluvias in-  
"tensas. Tomando en cuenta que llueve solamen-  
"te un pequeño porcentaje del tiempo total, es  
"obvio que la erosión será mucho menor en esos  
"casos, que para colectores que tienen altas  
"velocidades permanentemente.

#### 6.- PROPOSICION FINAL.-

Estimamos que, atendiendo a la gran variedad de las precipitaciones que ofrece nuestro país, sería conveniente investigar el tema expuesto, a base de observaciones directas del comportamiento que han tenido los colectores de aguas de lluvias en las distintas zonas, analizando por supuesto todos los factores que pueden tener influencia en dicho comportamiento.

Para tal efecto, creemos que éste podría ser un excelente tema de memoria de título para un egresado.