

ALUMBRADO ELÉCTRICO DEL PUERTO DE BARCELONA

(Continuación.)

Tal es, en efecto, el método ordinariamente adoptado, y respecto al cual debemos hacer tan solo una pequeña observación. Como nosotros hemos de partir para el cálculo de los diámetros de una sola pérdida de carga arbitraria, y que hemos visto era de cuatro milímetros en el extremo de la cañería, es evidente que, al fraccionar ésta en diversos trozos, hay que conocer también, partiendo de aquel dato convencional, las pérdidas parciales convenidas en cada uno de los empalmes ó extremos de los trozos citados, y para ello se adoptan en la práctica dos criterios diversos: ó repartir la pérdida total proporcionalmente á la longitud de la cañería, ó de modo que la velocidad del gas en cada trozo sea proporcional á su diámetro. El segundo método conduce á resultados algo más económicos, por cuanto los diámetros así determinados corresponderán á la mínima superficie rozante de toda la cañería con relación á una pérdida de carga dada, pero en cambio la complicación de los cálculos se aumenta de un modo extraordinario, sin resultado alguno positivo, pues lo natural en uno y otro caso es aumentar después los diámetros teóricos, eligiendo los tipos comerciales que se aproximan á éstos por exceso; con lo que vienen á resultar estériles el esfuerzo y el tiempo empleados en estos rigorismos utópicos. Es, pues, muy preferible el primer método, de sencillísima aplicación, y que conduce á resultados casi idénticos, sobre todo en el terreno práctico.

Aplicando, pues, estos principios á nuestro caso particular, hemos formado el cuadro adjunto, donde constan la marcha ordenada y procedimientos de estos cálculos, así como sus deducciones finales.

-PUERTO DE BARCELONA
-ALUMBRADO

En los cálculos que anteceden hemos prescindido en absoluto de otras diversas causas que, influyendo no obstante en el aumento de la pérdida de carga total, se traducen prácticamente en la necesidad, ó mejor dicho, en la conveniencia de acrecentar un tanto los resultados obtenidos. Entre estas causas deben considerarse principalmente los *estrechamientos* ó *cambios bruscos* de diámetro, los *codos*, las *ramificaciones* ó *empalmes*, y finalmente, las *fugas* ó *escapes* de gas durante su circulación por las cañerías.

Todo paso repentino de la vena flúida desde una sección de diámetro D á otra de diámetro $\frac{D}{n}$, produce necesariamente una pérdida de fuerza viva, cuya expresión es

$$1,10 \frac{v^2}{g} \left(\frac{n}{m} - 1 \right)^2 V^2,$$

en la que

v = volumen que pasa en la unidad de tiempo;

m = coeficiente de contracción, y

V = velocidad del flúido.

Para un mismo valor de m , dicha pérdida es tanto menor cuanto mayor es la longitud de la cañería; de aquí la conveniencia, no sólo de disminuir en lo posible los cambios de diámetro, sino de enlazar las distintas secciones de una cañería por troncos de cono alargados, con lo que, evitando la formación de *remolinos*, se reducirán dichas pérdidas á límites insignificantes.

La pérdida de carga producida por una *inflexión* ó *codo* de la cañería, designando por i el ángulo de *bricola*, por n el número de estos ángulos y por V la velocidad del flúido, es igual á

$$p' = 0,0123 n V^2 \text{ sen.}^2 i$$

que será indicada en el manómetro diferencial por una altura en milímetros de $p' \times \frac{k}{1000}$; y como en las conducciones de gas V es rara vez superior á tres metros, $\text{sen.}^2 i$ menor siempre que la unidad, y el máximo valor de n no excede nunca de tres ó cuatro para un cambio de dirección ó codo de 90° , el mayor valor de la pérdida de carga será

$$0^m,00000615kV^2,$$

y haciendo

$$k = 0,50 \quad \text{y} \quad V = 3$$

$$p' = 0^m,0000277; \text{ es decir, } \frac{1}{40} \text{ de milímetro.}$$

La presencia de una *derivación* ó empalme con una cañería secundaria que forme un ángulo i con la primera, produce una pérdida en la presión manométrica del gas de

$$\frac{0,051 V^2 \text{ sen.}^2 i \times k}{1000}$$

para la cañería principal, y otra en la secundaria debida á la perturbación de la vena flúida, igual próximamente á dos veces la altura anterior, correspondiente á la velocidad.

Sustituyendo en vez de V y de k sus mayores valores prácticos, tres metros y 0^m,50 respectivamente, y suponiendo que $i = 90^\circ$, ó sea el caso más desfavorable de un empalme en ángulo recto, la pérdida manométrica máxima será para la cañería principal de 0^m,0002295, y para la derivación de 0^m,000685. Vemos, pues, que aunque la primera carece de importancia, no así la segunda, que excede de medio milímetro, y que puede influir de un modo eficaz en el cálculo de otras nuevas ramificaciones de orden inferior. Conviene, pues, atenuar estas pérdidas empleando para los empalmes tubos circulares de unión.

El conjunto de estas circunstancias, y sobre todo la reducción directa producida en el gasto de las cañerías por la inevitable existencia de escapes de más ó menos entidad, aconsejan, como hemos dicho, el aumento de los diámetros calculados, así como la disminución racional de su número, de acuerdo con los consejos de la práctica. Por consecuencia, los siete diámetros de la citada cañería se han reducido á tres, cuyas longitudes respectivas se han fijado en 0^m,16, 0^m,14 y 0^m,11, englobando en el primero los cuatro primeros trozos de la cañería y una pequeña fracción del quinto, ó sea toda la extensión comprendida entre su arranque y la Escala del Rey, con una longitud total de 142 metros; en el segundo, la mayor parte del quinto y todo el sexto trozo, con un desarrollo de 150 metros, y en el tercero y último el trozo séptimo, de 100 metros de longitud. De esta manera, y sin necesidad de nuevas tomas, podremos aumentar prudencialmente el número de focos abastecidos por estas mismas cañerías, si así lo exigieran las necesidades del porvenir.

Ahora bien; al aumentar los diámetros se reducen las pérdidas efectivas de carga ocasionadas por el rozamiento, y por consecuencia los totales, siendo interesante su determinación. La fórmula aplicable, deducida de la general, es la siguiente:

$$P - p = \frac{1,53}{100^5} \frac{KL \left(Q(Q - q) + \frac{q^2}{3} \right)}{D^5};$$

mediante la cual se ha deducido el estado adjunto:

PUNTOS DE LA CAÑERÍA	PÉRDIDAS DE CARGA			PRESION manométrica. — Milímetros.
	Por el rozamiento.	Por el desnivel.	TOTALES	
	Milímetros.	Milímetros.	Milímetros.	
Al final del primer tramo. . .	0,1500	0,0800	0,2300	29,7700
Idem del segundo id. . . .	0,0044	0,1120	0,1164	29,8836
Idem del tercero id. . . .	0,0690	0,6480	0,7170	29,2830
Idem del cuarto id. . . .	0,0130	1,2880	1,3010	28,6990
Idem de la cañería de 0 ^m ,16 de diámetro.	0,0031	1,5000	1,5031	28,4969
Idem del quinto tramo. . . .	0,0400	1,5200	1,5600	28,4400
Idem del sexto id.	0,0033	2,0320	2,0353	27,9647
Idem del séptimo id. . . .	0,0030	2,0000	2,0030	27,9970
TOTALES.	0,2860	2,0000	2,2860	27,9970

También podríamos, valiéndonos de las fórmulas

$$V^2 = \frac{2g(P - p)}{0,024 \frac{KL}{D}} \quad \text{y} \quad Q = 3,6 \frac{\pi D^2}{4} V,$$

calcular las variaciones que en la velocidad y en el gasto han podido ocasionarse por el aumento en los diámetros; pero estos cálculos carecen ahora de oportunidad, y sólo serán convenientes el día en que pretendamos conocer con toda exactitud el número de focos suplementarios que pueden instalarse sobre las cañerías.

Conocidas las pérdidas de carga en cada uno de los puntos de empalme con las ramificaciones de orden inferior, nos encontramos, respecto á éstas, en las mismas condiciones que antes relativas á la cañería principal. Podemos, pues, proceder al cálculo de sus diámetros adoptando idénticos procedimientos, y así lo hemos verificado para cada uno de los ramales de la distribución, omitiendo aquí la inclusión de estas largas y enojosas operaciones.

Las conducciones de gas no tienen que soportar las grandes presiones interiores, ni que temer los desastrosos efectos que producen los golpes de ariete en las cañerías para las distribuciones de agua, por la pequeña densidad de aquel fluido y su gran elasticidad. De aquí que sus espesores, aunque debiendo aumentar con el diámetro, sean mucho más débiles y se calculen más bien para resistir á los esfuerzos exteriores debidos á los asientos, sobrecargas y conmociones que produce el tránsito. Cada constructor tiene ya fijados sus límites prácticos para los tubos que fabrica, con arreglo á la sección y naturaleza del material; límites que son naturalmente

mucho mayores que los deducidos por fórmulas teóricas, mejor ó peor fundadas, y cuya aplicación juzgamos por consecuencia impropia.

Detalles de la conducción.—Tubería.—Los tubos usados hoy día para las canalizaciones del gas del alumbrado son de palastro embetunado ó de fundición. Los primeros, llamados *Chameroy*, del nombre de su inventor, se componen de una hoja de palastro arrollado, roblonada, estañada y recubierta con una capa de betún (1) de 0^m,01 de espesor, para preservarla de la oxidación. Sus puntas son de dos clases, ó *roscadas* ó *forzadas*; empleándose en unas y otras manguitos de metal inoxidable (2) que en las primeras llevan los filetes, y en las segundas encajan fuertemente entre sí.

Los tubos de fundición duran más, pero su precio es harto más crecido; y así como esta consideración, tratándose de una distribución de aguas, debe tener carácter secundario, por la necesidad de conseguir una gran resistencia en las cañerías, en las canalizaciones de gas, donde las presiones internas son pequeñas, la cuestión del coste es muy atendible, y contribuye á la gran boga alcanzada por las tuberías de palastro, hoy universalmente extendidas. Nuestra conducción, por consiguiente, se proyecta con tubos del sistema *Chameroy*, empalmados á *junta forzada*, que nos parece más sólida, y sobre todo más impermeable que la de rosca.

En el minucioso pliego de condiciones que se acompaña á esta memoria se detallan con toda escrupulosidad, no solo el modo de fabricación de los tubos, sino las condiciones para su prueba y recepción, y los medios prácticos más convenientes para su empalme y asiento en obra.

(Se continuará.)

FERROCARRIL DE ELGOIBAR Á SAN SEBASTIÁN

MATERIAL DE VÍA

MEMORIA

(Conclusión.)

En vías estrechas y con curvas de pequeño radio, la inclinación casi universalmente empleada para el carril es $\frac{1}{47}$, que es la que hemos adoptado, no solo por esta razón, sino por ser la misma de los carriles de Bilbao á Durango y de Durango á Zumárraga, de los que es continuación la de Elgoibar á San Sebastián, y es por lo tanto muy conveniente establecerlos en

(1) Setenta partes de brea mineral y treinta de polvo calizo.

(2) Sesenta partes de plomo, treinta de estaño y diez de antimonio