

Souppes para las dovelas inmediatas á las juntas reducidas y de cemento puro para formar estas juntas.

Como vamos á ver, lo esencial en la importante innovación que estudiamos consiste en la construcción de varios puentes realizando juntas reducidas en los arranques y en la clave y en el empleo racional de placas de plomo, después de haber verificado con este material experimentos de resistencia que permitían predecir el resultado con precisión suficiente.

Sin tratar de rebajar el mérito de lo propuesto por M. Brosselin, consideramos que su sistema difiere del de M. Leilbrand en un punto esencial en cuanto á la realización práctica, cual es el empleo de placas de plomo, y en este concepto creemos que su sistema es más bien un perfeccionamiento del propuesto por Dupuit, al que se asemeja más que al empleado por el ingeniero alemán.

(Se continuará.)

LUIS GAZTELU,
Ingeniero de Caminos.

PROYECTO DE SANEAMIENTO GENERAL DE VALLADOLID

REDACTADO EN VIRTUD DE ORDEN DEL EXCMO. AYUNTAMIENTO

POR D. RECAREDO DE UHACÓN

Ingeniero primero del Cuerpo Nacional de Caminos, Canales y Puertos.

(Continuación.)

Excavación para cimientos.—La excavación para cimientos comprende la cava, la elevación de las tierras á la altura media de tres metros, la extracción de los productos sobrantes y en algunos casos pequeñas entibaciones.

El precio de la elevación de las tierras se ha deducido de la fórmula $0,015 (h + 30) K$, en la que $h = 3$ metros es la altura á que se transportan las tierras y $K = 1,75$ pesetas el jornal de un bracero, obteniéndose el precio de 0,77 pesetas, al que se añaden 0,03 pesetas por herramientas.

El importe total de esta unidad de obra es:

	Pesetas.
Excavación.	0,50
Elevación á tres metros.	0,80
Extracción de las tierras, entibaciones, etc.	0,20
<i>Suma.</i>	<i>1,50</i>

Depósito en caballeros.—Para esta unidad se ha tomado el precio abonado en las obras del canal del Duero, secciones 5.^a y 6.^a, recientemente terminadas.

Terraplenes.—Los terraplenes se construirán exclusivamente con productos de los desmontes, prohibiéndose abrir zanjas para préstamos en las inmediaciones del cauce de la desviación.

Las distancias á que han de conducirse las tierras, son:

á 15 metros	66,74	metros cúbicos	1.001,10
á 25 "	164,17	" "	4.104,25
á 34 "	123,16	" "	4.187,44
á 70 "	13,04	" "	912,80
á 80 "	397,51	" "	29.760,80
á 173 "	713,40	" "	123.418,20
Sumas.	1.478,02		163.384,59

resultando la distancia media de transporte $\frac{163.384,59}{1.478,02} = 110$ metros, á

la que corresponden según la fórmula $\frac{2kd}{1.000} + \frac{k}{15}$, en la que d es la distancia y k el jornal del bracero, $\frac{2 \times 1,75 \times 110}{1.000} + \frac{1,75}{15} = 0,50$ pesetas.

El precio del metro cúbico de terraplén se compondrá de las siguientes partidas:

	Pesetas.
Trasporte á la distancia de 110 metros.	0,50
Carga, descarga y tiempo perdido.	0,25
Herramientas	0,03
Apisonado y consolidación.	0,27
Refino de taludes.	0,05
Suma.	1,10

Revestimiento con arcilla.—El precio de esta unidad, que sólo se emplea en la reconstrucción del cauce antiguo del Esgueva Norte, se ha formado con los parciales á que han resultado las operaciones que comprenden en las obras del Canal del Duero, y son:

	Pesetas.
Excavación de la arcilla, incluso la herramienta.	1,25
Trasporte al pie de obra á la distancia de tres kilómetros y á 0,80 pesetas por kilómetro.	2,40
Carga, descarga y tiempo perdido.	0,25
Trituración y amasado de la arcilla.	0,50
Empleo y apisonado.	1,73
Herramientas y operaciones accesorias.	0,50
Suma.	6,63

Apertura de cunetas.—Este precio es el mismo que el que figura en el proyecto de la carretera de Valladolid á Ampudia.

OBRAS DE FÁBRICA.

En las obras de fábrica sólo se emplea el hormigón, el ladrillo, la sillera recta y la aplantillada, ejecutadas todas estas fábricas con mortero de puzzolana, y según se indicó, para algunos puentes y pasos se usará también el hierro forjado, y este mismo material, la fundición y el bronce para las compuertas.

La madera se empleará en las cimbras y andamiajes y el afirmado en los puentes y sus rampas y en las desviaciones de caminos.

Mortero hidráulico.—Se compondrá de 0,900 metros cúbicos de mortero ordinario y 0,150 metros cúbicos de polvo de ladrillo.

El mortero ordinario llevará tres partes en volumen de arena por dos de cal grasa. Los precios de estos materiales son 2,25 y 20 pesetas por metro cúbico respectivamente, y estimando la contracción en un quinto, resulta el precio siguiente para el metro cúbico de mortero ordinario:

	Pesetas.
0,75 metros cúbicos de arena á 2,25 pesetas.	1,68
0,50 id. id. de cal á 20,00	10,00
Manipulación.	2,00
Agua y herramientas.	0,25
<i>Suma.</i>	13,93

El precio del metro cúbico de polvo de ladrillo puede apreciarse prudencialmente como sigue, según los datos á que resulta la fabricación de este material que se lleva á cabo para las obras del Canal del Duero:

	Pesetas.
Metro cúbico de ladrillo de desecho á dos pesetas el 100.	10,00
Transporte al pie de obra.	1,00
Molido, tamizado y envase.	9,00
<i>Suma.</i>	20,00

El metro cúbico de mortero hidráulico resultará:

	Pesetas.
0,90 metros cúbicos de mortero ordinario á 13,93 pesetas.	12,54
0,15 id. id. de puzzolana á 20,00 pesetas.	3,00
Manipulación y herramientas.	1,00
<i>Suma.</i>	16,54

Hormigón.—La piedra silicea machacada para el hormigón se valora al precio corriente de los presupuestos de acopios para la conservación de carreteras del Estado, resultando el metro cúbico de hormigón á

	Pesetas.
0,90 metros cúbicos de piedra machacada á seis pesetas.	5,40
0,50 id. id. de mortero hidráulico á 16,54 pesetas..	8,27
Manipulación y empleo.	3,00
<i>Suma.</i>	16,67

Fábrica de ladrillo.—El precio de esta fábrica se compone de los elementales corrientes en la localidad, modificando el del mortero y resultando como sigue:

	Pesetas.
500 ladrillos á cuatro pesetas el 100.	20,00
Trasporte al pie de obra.	1,00
0,25 metros cúbicos de mortero á 16,54 pesetas. . .	4,14
Asiento.. . . .	3,33
Agua y accesorios.	0,25
<i>Suma.</i>	28,72

Sillería.—En las obras de reparación y ensanche del Puente Mayor de esta ciudad, rigen los precios de 52 y 70 pesetas para el metro cúbico de sillería recta y aplantillada.

En atención al mayor recorrido que en nuestro caso tendrá el material principal, y al mayor coste del mortero hidráulico, hemos adoptado los precios de 55 y 75 pesetas respectivamente.

Madera.—El precio de 85 pesetas por metro cúbico es el corriente en la localidad para la clase de madera que ha de emplearse.

Afirmado.—El precio de metro cúbico de afirmado se compone como sigue de los elementales corrientes en la localidad:

	Pesetas.
Un metro cúbico de piedra silicea machacada. . .	6,00
Recebo.. . . .	0,30
Extensión y arreglo en la caja.	0,20
Consolidación.	0,50
<i>Suma.</i>	7,00

Hierro forjado.—En atención á la poca importancia de las obras de hierro y á la reciente subida del precio de este material, se ha adoptado el de 500 pesetas por tonelada, incluso el montaje y pintura de los puentes, precio que es suficientemente holgado sin parecer excesivo.

Compuertas.—El precio asignado al kilogramo de esta clase de obra, compuesta de fundición, hierro forjado y bronco, es el de coste de estas piezas en las obras del Canal del Duero.

PRESUPUESTOS PARCIALES Y TOTAL.

Con estos antecedentes hemos formado los presupuestos parciales y el total de la obra, acerca de los cuales únicamente advertiremos que cuando no se especifique partida alguna como medios auxiliares de construcción de la obra respectiva, se sobreentiende que el importe de éstos va incluido en el de los precios elementales. Tal sucede, por ejemplo, con los puentes y pasos de hierro, y por esta razón en el artículo *Obras accesorias* sólo se comprenden las cunetas de coronación.

Resulta para importe de la ejecución material de la desviación el de 769.415,21 pesetas, y para presupuesto de contrata 825.993,71 pesetas.

PLIEGO DE CONDICIONES.

Se han redactado éstos sujetándose en lo posible al método y orden que prescriben los formularios para la redacción de los proyectos de carreteras aprobados por Real decreto de 11 de Junio de 1886, y teniendo en cuenta las condiciones especiales de la obra y de la entidad administrativa que ha de llevarla á cabo.

MODO DE EJECUTAR LAS OBRAS.

Para evitar dificultades en la construcción de esta obra deberá ejecutarse del modo siguiente:

Primero se abrirán en seco y á la par las porciones del nuevo cauce comprendidas entre la proximidad del origen en el brazo Sur del Esgueva y el brazo Norte, dejando éste intacto, y entre éste y el desagüe, ejecutando al propio tiempo todas las obras de fábrica de los trayectos indicados y terminando por completo la parte comprendida entre la obra para empalme del cauce de la fábrica de Garaizábal con el general y el desagüe en el río Pisuerga.

En el partidor del Puente de la Reina se cortarán después las aguas del brazo Norte, echándolas todas por el del Sur. Podrá entonces romperse el terraplén del brazo Norte y ejecutarse por completo y con facilidad el acueducto que ha de dar paso al brazo Sur por bajo de aquél, y después de construido dicho acueducto se restablecerá cuidadosamente el terraplén del brazo Norte, aprovechando el tiempo durante el cual haya estado cortado este brazo, para ejecutar la modificación del motor del artefacto del señor Garaizábal y dejar completamente expedito su nuevo cauce de desagüe.

Podrán entonces echarse de nuevo las aguas por el ramal del Norte, las

cuales, desviadas á su salida de la fábrica de Garaizábal, correrán por el nuevo cauce de la desviación, impidiendo por medio de un dique de arcilla, que se ejecutará en el nuevo cauce agua arriba del empalme, que las aguas retrocedan hacia el brazo Sur.

Hecho esto podrá terminarse toda la desviación y construirse el empalme con este brazo, aprovechando una época en que las aguas vengan bajas y puedan dirigirse todas por el brazo Norte, ó ejecutando este empalme en dos porciones, echando las aguas á una ú otra margen por medio de diques convenientemente dispuestos.

RÉGIMEN HIDRÁULICO QUE DEBE DARSE Á LA DESVIACIÓN.

Una vez dirigidas las aguas por el cauce de la desviación convendrá obligarlas á una marcha uniforme que dé siempre y en lo posible una altura de lámina de agua de 2,00 metros en la caja.

Este régimen, que podrá conseguirse fácilmente maniobrando conforme convenga las compuertas del desagüe, que no tienen otro objeto, es necesario, según luego veremos, para la marcha regular de las turbinas y bombas destinadas á elevar las aguas sucias de Valladolid á los campos de opuración.

CUARTA PARTE

ALCANTARILLADO PROPIAMENTE DICHO

BASES GENERALES DEL PROYECTO.

Indicamos en la segunda parte de la Memoria que el sistema más adecuado á Valladolid es el de una sola canalización ó inglés, que recoja todas las aguas sucias de las casas y las de lluvia, es decir, el *tout à l'égout* francés, tan brillantemente defendido por el malogrado ingeniero de puentes y calzadas Mr. A. Durand Claye, y que después de las detalladas y minuciosas discusiones que á propósito de su adopción general para París han sostenido allí todas las personas eminentes en la materia, está reconocido como el más práctico y el mejor entre todos los propuestos.

Este sistema, cuyo objeto es evacuar y alejar lo antes posible de las viviendas las materias fecales y aguas sucias, debe completarse impidiendo la entrada en la canalización de los barros de las calles y cuerpos sólidos que pudieran, depositándose por su mayor densidad, ocasionar alteraciones en el régimen normal de la red.

Las secciones de los diversos ramales deben calcularse, según ya indicamos, teniendo en cuenta el servicio de fácil desagüe que deben llenar, no pecando, como ha sucedido en París, por exceso, circunstancia que á más de exigir un gasto enorme que pocas Municipalidades pueden soportar,

tiene desde otros puntos de vista los gravísimos inconvenientes que señalamos.

Conviene también amoldar la forma de las secciones al objeto de que la masa del líquido que discurra por los ramales multiplicada por el cuadrado de su velocidad, es decir, su fuerza viva, sea un máximo para que su potencia de arrastre lo sea también.

Finalmente, debe completarse el régimen de la canalización arrojando en ella repentinamente y á intervalos convenientes grandes masas de agua, que recorriéndola desde sus orígenes hasta su extremidad la mantengan perfectamente limpia.

El sistema que proponemos, adoptado en Londres y en la mayor parte de las poblaciones de Inglaterra, en París, en Berlín, Francfort, Bruselas, Varsovia, Dantzig, Hamburgo, Nueva York, etc., etc., puede realizarse en Valladolid con un coste muy reducido, pues según veremos más adelante, el valor de las obras referentes á esta parte del saneamiento arroja sólo un importe por habitante de 29 pesetas, cantidad muy escasa si se compara con lo que en otras partes se ha gastado con este objeto y si se atiende á la superficie relativamente considerable de la población.

El alcantarillado recogerá en Valladolid además de las aguas sucias las de lluvia. Según se indicó, estas aguas no se verterán al Pisuerga, para evitar los inconvenientes que señalamos, en los casos de lluvias ordinarias, sino que se conducirán convenientemente para darlas el empleo más adecuado.

Por el contrario, en los casos de lluvias torrenciales que aporten un volumen de agua considerable, se verterán momentáneamente y por las razones que más adelante se aducirán, las aguas de las alcantarillas al río, cosa que en tales circunstancias no presenta inconveniente alguno.

La superficie de la población que ha de abarcar la red del alcantarillado, es la que señalamos en la primera parte de esta Memoria, es decir, toda la porción de la ciudad situada sobre la margen izquierda del río, que mide 295 hectáreas.

TRAZADO EN VERTICAL DE LA RED DEL ALCANTARILLADO

El trazado en vertical de los ramales y colectores debe sujetarse á la condición de que en todos ellos la velocidad del líquido sea suficiente para arrastrar las materias que éste pueda llevar en suspensión.

Este factor de la velocidad es importantísimo en un estudio de esta clase, y conviene que en lo posible tenga un crecido valor, no tan sólo por la anterior consideración, sino también porque á medida que la velocidad aumenta, disminuye la sección necesaria para evacuar un volumen determinado de líquido.

Conforme con lo que expusimos en la segunda parte de la Memoria, conviene no bajar de una velocidad por segundo de 0,75 á 0,80, suficiente según los estudios de Vauthier al arrastre de guijarros de 2 centímetros de diámetro.

Adoptaremos, por lo tanto, pendientes que consientan esta velocidad, y que, por consecuencia de las relaciones que ligan ésta con el volumen, irán disminuyendo á medida que este volumen aumenta.

Es decir, que la pendiente será mayor en los ramales secundarios y menor en los colectores, á medida que vaya aumentando el volumen de líquido arrastrado y la sección, conforme á la ley natural que se observa en los cursos de agua.

Conforme á lo prescrito por Wiebe y á las tablas de Baldwin-Latham, fijamos como límites mínimos de pendientes:

$$\text{Para los ramales } \frac{1}{300} = 0,0033.$$

$$\text{Para los colectores } \frac{1}{500} = 0,0020,$$

que son aceptables comparándolas con las adoptadas en otras canalizaciones. Así en Londres los grandes colectores tienen pendientes de 0,38 y 0,37 por 1.000.

Los de Berlín 0,36; los de Hamburgo 0,33; los de la parte baja de Bruselas 0,30, y los de Francfort 0,50 por kilómetro.

Los ramales secundarios tienen en Londres 0,0058; en Bruselas 0,003, y en Berlín 0,002 y 0,003.

PROFUNDIDAD Á QUE DEBEN SITUARSE LOS RAMALES

Conviene por un lado que la profundidad á que se coloquen los ramales no sea excesiva, porque cuanto mayor resulta, más costosa será la construcción de la red.

Tampoco conviene colocarla por bajo de la lámina de agua subterránea, porque á más de dificultar de este modo los trabajos que exigen agotamientos costosos ó disposiciones especiales para luchar con la venida de aguas, que siempre se traducen por un aumento de gasto, puede darse el caso de interrumpir con la colocación de ramales cuya dirección sea perpendicular á las curvas de máxima pendiente de la superficie de las aguas subterráneas, la marcha de éstas, ocasionando así estancamientos de agua arriba, que produzcan inundaciones en las bodegas de las viviendas ó perjudiquen grandemente á la cimentación de ellas.

Por otra parte, conviene que los ramales se coloquen á bastante profun-

didad para sanear los sótanos y para consentir en las acometidas de las casas suficiente pendiente.

En el caso especial de Valladolid hay que tener también en cuenta la red ya construida de la distribución de aguas del Canal del Duero, establecida á una profundidad máxima de 2 metros por bajo del nivel del suelo.

Claro es que la canalización de aguas sucias deberá establecerse por bajo de esta red, tanto para facilidad de su desagüe en ella como para evitar la contaminación de sus aguas en casos de rotura.

Estando la lámina de aguas subterráneas á 4 metros por bajo del suelo en general y á 2 metros la red de la distribución, colocaremos en definitiva la canalización de aguas sucias á 3 metros, como profundidad mínima, en el origen de los ramales.

De esta suerte quedarán perfectamente servidas, por lo que á pendiente se refiere, las acometidas de las casas, porque admitiendo para ellas la pen-

diente de $\frac{1}{50} = 0,02$, y suponiendo que arranquen á 1 metro por bajo del

suelo, consentirán una longitud de $\frac{2}{0,02} = 100$ metros, muy superior á la

suma del ancho medio de las calles y del fondo de las edificaciones que en general presenta Valladolid.

Claro que en algunos casos especiales se cortará la lámina de agua subterránea adoptando esta profundidad para los ramales, como sucederá en los cruces con los cauces actuales de los Esguevas y en el Prado de la Magdalena; pero entonces podrá darse desagüe provisional por la canalización establecida agua abajo y construirse la obra sin dificultad.

En otros, por circunstancias especiales del terreno, será preciso colocarlos algo más someros; pero esto ocurre únicamente en dos ó tres puntos, y la canalización en general queda en las condiciones de profundidad que hemos fijado.

TRAZADO EN PLANTA DE LA RED

Atendidos los pequeños desniveles que presenta Valladolid, que según vimos en la primera parte de esta Memoria llegaban apenas á 3 metros, conviene ante todo multiplicar el número de ramales y de colectores secundarios, á fin de reducir en lo posible su longitud, para que dentro de los límites de pendiente mínima que hemos fijado puedan los rasantes sujetarse á la inclinación del terreno.

Conviene también multiplicar este número de ramales y colectores para que no se pierda con ellos demasiada altura y pueda llegarse á su extremo con una ordenada lo más elevada posible, á fin de que el desagüe en el Pisuerga en los casos de lluvias torrenciales, quede lo más alto sobre el estia-

de este río y sean menos temibles las invasiones en el interior de los colectores de las crecidas de él.

Finalmente, debe adaptarse el trazado á los desniveles que presente el terreno natural. Todo el suelo de la población está en vertiente general hacia el Pisuerga, y marchando en dirección de la corriente de éste, se presenta primero un valle de reducida extensión frente al Hospicio Provincial. Agua abajo de éste se encuentra el formado por el antiguo cauce del brazo Norte del Esgueva, cuyo valle recorre la población en dirección Este-Oeste, presentando más ó menos anchura y un desnivel de seis metros entre el Prado de la Magdalena (693) y la plaza de Poniente (687), en el suelo existente.

El valle formado por el brazo Sur está casi perdido, porque éste corre muy encauzado; así es que sus laderas, tal como se presentan hoy cubiertas con la edificación, apenas acusan desnivel, y el que existe entre el suelo de la calle de Santa Lucía (694) y el piso del Puente del Cubo (690) es sólo de cuatro metros.

A lo largo del Pisuerga el suelo actual no sigue la pendiente de éste; baja desde la entrada del Puente Mayor (687,50) hasta la plaza de Poniente (686,50) y luego sube desde ésta en dirección de agua abajo hasta la plaza de las Tenerías (691).

Resulta ser la plaza de Poniente el punto más bajo de Valladolid.

TRAZADO DE LA RED DE CANALIZACIÓN.

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas y según indica la lámina núm. 114 (bis) de los planos, hemos hecho el trazado de la red completa que comprende.

El sistema A, cuyo eje principal arranca en el promedio de la calle Imperial, con una ordenada roja de 687,71 y recorre esta calle, la de Bodegones y la plaza de San Nicolás, viniendo á morir frente al Puente Mayor en la ordenada roja 685,83.

A uno y otro lado de este eje afluyen los ramales que sirven las calles colindantes.

El sistema B, que sirve al valle del Hospicio y á la meseta que lo corona, arranca al final de la calle del Carmen con la ordenada roja 691,95, y siguiendo su eje por las calles de Santa Clara y Cadenas de San Gregorio, por la plazuela de San Pablo y por la calle de San Quirce, muere en la carretera del Paseo de las Moreras en la ordenada roja 685,25.

Afluyen á éste eje todos los ramales señalados con la letra B en el plano núm. 114 (bis).

El sistema C desagua la vertiente al Pisuerga, comprendida entre la calle de San Quirce y la plaza de Poniente.

Comienza en la plaza de San Miguel con una ordenada roja de 690,94 y muere en la carretera de las Moreras á una altura de 685,03, después de haber recorrido las calles del Doctor Cazalla y de la Encarnación ó de Santa Isabel.

Afluyen á él parte de las de San Ignacio y de Santa Catalina.

El sistema D, uno de los principales de la canalización, sirve á la mayor parte del antiguo valle que formaba el brazo Norte del Esgueva.

El eje de este sistema arranca del mismo cauce actual, en el Prado de la Magdalena (ramal D 12); pero para facilitar el ulterior avenamiento de este paraje, por lo que á su tiempo dijimos, se ha bajado el origen del sistema á la ordenada 687,15, es decir, 6,19 metros por bajo del piso del puente sobre el Esgueva Norte en que principia el encauzamiento de éste, y por tanto, muy por bajo también del cauce de este ramal.

El eje sigue por las calles del Paraíso, de las Parras, de Cabañuelas, de los Baños, de Cantarranas, del Conde Ansúrez, plazuela del Val y plaza de Poniente, viniendo á morir en la carretera de las Moreras con una ordenada roja de 684,48.

Se habrá notado que este eje corta varias veces al encauzamiento actual del Esgueva Norte, y otro tanto sucederá con los ramales que á él afluyen; pero este no es inconveniente alguno desde el momento que se suponen desviados los Esguevas, y tomando durante la construcción las precauciones que indicaremos más adelante.

Todos los ramales que se señalan con la letra D afluyen á este sistema.

El sistema E tiene por objeto servir una parte de la ladera de este valle.

Arranca en la calle Nueva y en la ordenada roja 690,10, y termina como las anteriores, en el eje de la carretera de las Moreras y á una altura de 684,25.

Afluyen á él las calles de Campanas, del Río y de San Lorenzo.

El sistema F desagua la vertiente al Pisuerga, comprendida entre los dos Esguevas. Su eje comienza en la calle de Zúñiga, ordenada roja 690,69, y siguiendo por ésta y por la plaza de Santa Ana viene á terminar en la carretera del Paseo de San Lorenzo, pasando antes por frente á la iglesia de este nombre y en la ordenada roja 684,38.

Afluyen á él las calles de Santander, Doña María de Molina, Caridad, Pasión y Comedias.

El valle que formó el ramal Sur del Esgueva exige, atendida su extensión y su reducido desnivel, dos canalizaciones, una para cada margen.

El sistema G sanea la margen derecha y su eje principia en la calle de Santa Lucía (ramal G 2) y en la ordenada roja 689,83, es decir, 5,22 metros por bajo del suelo, y por tanto, muy inferior al cauce del Esgueva en la confrontación de dicho origen.

Sigue el eje por la calle de Santa Lucía, plazuela de San Bartolomé, calle del mismo nombre, calle de Don Sancho, plazuela de la Cruz Verde, calle de la Mantería, plazuela del Campillo, calle de Alfareros, calle de Doña María de Molina y calle del Veinte de Febrero, viniendo á morir en el eje de la carretera del Paseo de San Lorenzo á la altura de 684,52.

Todos los ramales que llevan la letra G afluyen á este sistema.

El sistema M arranca de la calle de San Isidro, frente al paso á nivel del ferrocarril del Norte (ramal M 12).

La ordenada roja del origen se fija en 689,14; 4,00 metros por bajo del suelo, tanto para facilidad de la canalización ulterior del barrio de los Valdillos, como para no arrancar por encima de la solera de la galería de desagüe de los depósitos del abastecimiento y dejar completamente expedita la marcha del agua por ella.

El colector de este sistema sigue por la calle Nueva de la Estación, calle de la Estación, atraviesa el Campo Grande por bajo del eje de la avenida paralela al convento de los Filipinos y sirve al barrio de las Tenerías, pasando por las calles de San Luis y de Tenerías, terminando en la plaza de este nombre, en el eje de la carretera del Paseo de San Lorenzo, frente al Cubo y en la ordenada roja 684,68.

Todos los ramales que llevan la letra M desaguan en este colector.

Algunos de los ramales de los sistemas G y M cortarían el cauce actual del Esgueva Sur; pero conforme indicamos antes, esto no presenta inconvenientes ejecutando el conjunto de obras de que tratamos.

Todos los sistemas que acaban de describirse vienen así á desaguar, siguiendo la pendiente del terreno y perdiendo la menor altura posible, en el eje de la carretera paralela al Pisuerga.

Para terminar la canalización deben reunirse por un colector que lleve las aguas sucias al punto conveniente, y como este colector puede trazarse aquí en línea recta y aprovechando las pendientes que resultan de las diversas alturas á que desaguan los sistemas, resulta su trazado completamente racional.

Este colector general N, O, P, Q, R, S, T, tiene dos pendientes invertidas, cuyo punto más bajo corresponde con la ordenada roja final del sistema E, 684,25, y coincide con el de menor altura del terreno.

De este punto arranca el colector U, que reúne todas las aguas sucias y las dirige, ya á los artificios para depurarlas y utilizarlas, ya al Pisuerga, según los casos y conforme antes se indicó.

Esta solución es la más económica, puesto que reduce á un mínimo la longitud de los colectores generales, y reuniendo todas las aguas en un punto exige sólo la construcción de una obra para desagüe en el Pisuerga, y facilita además la de los medios necesarios para epurar las aguas sucias.

Es también la más conveniente, puesto que con ella se pierde la menor altura posible, consiguiendo el doble objeto de quedar el trazado alto sobre el estiaje del Pisuerga y de disminuir el trabajo necesario para elevar las aguas de alcantarilla á los campos de epuración.

Teniendo presente la poca pendiente del río Pisuerga, 1 por 1.000, las ordenadas rojas de los desagües de los ramales y la configuración del terreno, no puede pensarse en llevar más agua abajo el desagüe general del alcantarillado, porque con ello sólo se conseguiría aumentar el coste de los colectores inútilmente, perder altura y dificultar la solución barata de la epuración.

BASES PARA EL CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS RAMALES,
GALERÍAS Y COLECTORES.

Dijimos que la extensión que debe sanearse abarca una superficie de 295 hectáreas que albergan 66.400 almas.

Haremos notar, en primer término, que una obra de esta naturaleza no debe proyectarse sólo para servicio de las necesidades presentes, sino que hay que mirar el porvenir y tener en cuenta el desarrollo probable de la población, y esto es tanto más justo, cuanto que de ordinario los desembolsos que exige el construirla pesan sobre más de una generación.

La superficie relativamente considerable de Valladolid indica también que dentro del perímetro que señalamos puede habitar holgadamente mucho mayor vecindario, y para convencerse de ello basta recordar el cuadro que se insertó en la primera parte de esta Memoria, relativo á la densidad de población por hectárea, y comparar la que actualmente resulta para Valladolid con la de algunas de sus hermanas.

Aunque el aumento de población llegara á 100.000 almas, caben en las 295 hectáreas, puesto que sólo arrojan una densidad por hectárea de $\frac{100.000}{295} = 339$ habitantes, y en Vitoria, Alicante, Almería, Palma de Ma-

llorca, Barcelona, etc., etc., hay muchos más.

Supondremos, pues, en nuestros cálculos que se trate de satisfacer las exigencias de una población de 100.000 almas repartida sobre la superficie indicada, lo cual equivale á un aumento de población de 50,7 por 100, aumento que cabe en dicha superficie, en la que existen, como es sabido, grandes extensiones que carecen de edificación.

A las alcantarillas han de ir:

Las deyecciones de los habitantes.

Las aguas sucias de las viviendas.

Las aguas de lluvia.

Las primeras aportan, según Heiden, un contingente á la canalización de 1,15 litros por habitante y día entre materias sólidas y líquidas.

El volumen de aguas sucias de las viviendas no puede exceder del que procure la distribución de aguas. Por el contrario, en conjunto, este volumen será menor, puesto que una parte del líquido disponible se transforma en deyecciones y otra se pierde por absorción y evaporación.

Se calcula que del volumen V de agua disponible por habitante y veinticuatro horas sólo 0,75 pasan á las alcantarillas.

Hay, sin embargo, que tener en cuenta una circunstancia, á saber: que los desagües deben calcularse para la mayor aportación, y que el volumen V de agua por habitante y veinticuatro horas no se consume de un modo regular, sino que hay horas del día en que dicho consumo es un máximo, mientras que en otras es casi nulo.

De las observaciones que hemos practicado en Valladolid dedúcese que el consumo máximo se verifica en las primeras horas de la mañana, y que sin error puede suponerse para el objeto que nos guía, que este consumo se reparte en las seis horas que median entre las siete de la mañana y la una de la tarde de un modo uniforme.

Por lo tanto, el volumen que por 1'' deberán desaguar las alcantarillas, como procedente de las viviendas, será por habitante y en litros

$$q = \frac{1,15 + 0,75 \times V}{6 \times 3.600}$$

En Valladolid se dispone para la distribución de 200 litros por 1'', y en consecuencia resultará

$$V = \frac{24 \times 3.600 \times 200}{100.000} = 178 \text{ litros, y}$$

$$q = \frac{1,15 + 0,75 \times 178}{6 \times 3.600} = 0,006 \text{ litros.}$$

Baldwin-Latham, en su tratado *Sanitary Engineering*, fija en 5 pies cúbicos por habitante y día el volumen que por estos conceptos reciben las alcantarillas, y para el cálculo supone que la mitad de este volumen se desagua en seis horas. Resulta así:

$$q = \frac{\frac{1}{2} \times 5 \times 28}{6 \times 3.600} = 0,003 \text{ litros.}$$

Adoptaremos, sin embargo, el volumen antes deducido, que se funda en observaciones más exactas que los datos prácticos del célebre ingeniero inglés.

La cantidad de aguas de lluvia que pasa á las alcantarillas depende en primer término de las condiciones en que se encuentra la superficie sobre

la que caen. Claro está que si toda ella se halla cubierta de edificaciones y bien empedrada, la mayor parte del agua del cielo, vertiéndose sobre una superficie casi impermeable, marchará á las alcantarillas.

Si por el contrario, la extensión que recibe el agua encierra poca edificación y está mal ó imperfectamente empedrada, la mayor parte de ésta, sobre todo si el suelo es permeable, se perderá por filtración y será relativamente pequeño el contingente que llegue á la alcantarilla.

En Valladolid nos encontramos en este último caso, porque los espacios de terreno abierto, comprendidos entre las edificaciones, abundan dentro del casco de la población, y porque su subsuelo es muy permeable y sus empedrados muy defectuosos.

Debemos observar también que las alcantarillas necesitan algún tiempo para llenarse y para que en ellas se establezca el régimen que corresponde á su máxima capacidad, y como las lluvias torrenciales, para cuya aportación deben calcularse, duran corto tiempo, resulta en definitiva por esta circunstancia reducida la proporción correspondiente que del volumen total que arroja la lluvia afluye por 1" á la alcantarilla y con arreglo á la que debe calcularse la sección.

De los datos consignados en la primera parte de esta Memoria dedúcese que en el periodo de 1862 á 1882, la lluvia máxima media por veinticuatro horas alcanzó 0^m,023, que corresponden á 0,003 metros cúbicos por 1" y hectárea.

En el periodo de 1883 á 1888 la altura de la lluvia máxima media fué de 0,029 metros, que da por hectárea y 1" un contingente de 0,003 metros cúbicos.

Atendida la conformidad de estos datos tomaremos para aportación de la lluvia media 0,003 metros cúbicos por 1" y hectárea, y en virtud de lo que queda expuesto fijaremos en $\frac{1}{3}$ de este volumen el que desagua por la alcantarilla.

Admitimos también en la primera parte de la Memoria que puedan ocurrir en Valladolid aguaceros torrenciales que duren quince minutos y vier-tan 1 milímetro por minuto.

Corresponde esta cantidad á un volumen de 0,166 metros cúbicos por 1" y hectárea, del cual deberá desaguar la alcantarilla sólo la cuarta parte ó 42 litros por lo ya dicho.

Los datos para el cálculo de los desagües son, por lo tanto:

AGUAS SUCIAS	Litros.
Por habitante y 1".	0,006

LLUVIAS

Ordinarias por hectárea y 1''	1,000
Torrenciales " "	42,000

cuyos datos se completan observando que por habitante, suponiendo la población de 100.000 almas, resulta una superficie de $\frac{2.950,000}{100.000}$ ó 29,50 metros cuadrados.

En definitiva tendremos.

Volumen á desaguar por habitante y 1'':

	Litros.
Aguas sucias.	0,00600
Lluvias ordinarias.	0,00295
Lluvias torrenciales.	0,12390

VOLÚMENES Á EVACUAR POR CALLES Y RAMALES

Con arreglo á estos datos se han deducido los volúmenes á evacuar por calles y ramales, cuyo resumen, para los ramales extremos, es el que sigue:

RESUMEN

RAMALES	Población actual.	Población supuesta.	Extensión que desagua.	Volumen de aguas sucias por 1''.	Volumen de aguas de lluvias torrenciales por 1''.	Volumen de aguas de lluvias ordinarias por 1''.	VOLUMEN Á EVACUAR POR 1''	
	Habitantes.	Habitantes.	Mts. cdos.	Litros.	Litros.	Litros.	Con lluvias torrenciales.	Con lluvias ordinarias.
A— 14	3.260	4.912	144.904	29,47	608,58	14,49	638,05	43,96
B— 82	7.116	10.723	316.318	66,91	1.328,04	31,62	1.394,95	98,53
C— 4	690	1.038	30.620	9,22	128,10	3,05	137,32	12,27
D— 208	22.566	34.006	987.580	294,01	4 204,18	98,74	4.498,19	392,75
E— 10	765	1.152	33.984	6,91	142,38	3,39	149,29	10,30
F— 8	1.918	2.889	82.274	17,33	345,24	8,22	362,57	25,55
G— 76	13.679	21.102	621.504	135,48	2.606,62	62,15	2.742,10	197,63
M— 38	11.543	17.906	528.227	107,44	2.218,44	52,82	2.525,88	160,26

COLECTORES

RAMALES QUE COMPRENDE	Volumen de aguas sucias por 1". — Litros.	Volumen de aguas de lluvias torrenciales por 1". — Litros.	Volumen de aguas de lluvias ordinarias por 1". — Litros.	VOLUMEN A EVACUAR POR 1"	
				Con lluvias torrenciales — Litros.	Con lluvias ordinarias. — Litros.
N = A. 14.	29,47	608,58	14,49	638,05	43,96
O = A. 14 + B. 82. .	96,38	1.936,62	46,11	2.033,00	142,49
P = O + C. 4.	105,60	2.064,72	49,46	2.170,32	154,76
Q = P + D. 208. . . .	399,61	6.268,90	147,90	6.668,51	547,51
R = M. 38.	107,44	2.218,44	52,82	2.525,88	160,26
S = R + G. 76.	242,92	4.825,06	114,97	5.267,98	357,89
T = S + F. 8.	260,25	5.170,30	123,19	5.630,55	383,44
U = Q + E. 10 + T.	666,77	11.581,58	274,48	12.448,35	941,25

Del examen de estos estados se deduce: que el volumen total de aguas sucias que procurará Valladolid con una población de 100.000 almas, será de 666,77 litros por 1".

Que el volumen que aportarán á las alcantarillas las lluvias torrenciales asciende á 11.581,58 litros, y que el que corresponde á lluvias ordinarias es sólo de 274,48 litros, siempre por 1".

Que el colector general desaguará en los casos de lluvias torrenciales 12.448,35 litros por 1" y sólo 941,25 cuando las lluvias sean ordinarias.

FORMA DE LAS SECCIONES.

Hemos repetido diversas veces que no es indiferente la forma de la sección, y que debe elegirse ésta de modo que sea un máximo el producto m. v.³ de la masa del líquido por el cuadrado de su velocidad.

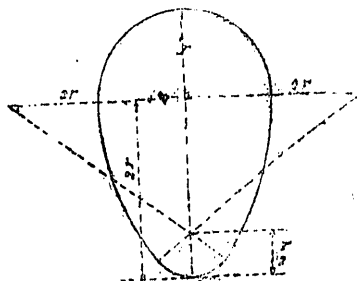
Dedúcese de esto que siempre que lo consientan las demás condiciones del problema, debe preferirse la sección circular.

En este caso adoptaremos dicha forma para todos aquellos ramales cuya sección exija un diámetro que no exceda de 0,90 metros.

Limitamos en esta dimensión el uso de la forma circular, porque para mayores diámetros no es ya fácil ejecutar los tubos de hormigón con la solidez y resistencia necesaria, fuera de obra, ni tampoco se prestan mayores dimensiones al trasporte fácil y demás operaciones que exige su colocación en las zanjás.

Desde el momento en que es necesario ejecutar la sección en obra, pierden los tubos sus ventajas y conviene más una forma más adecuada al objeto que ha de llenar.

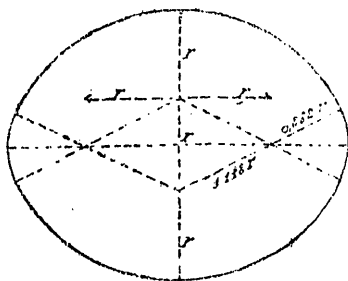
Por estas razones, cuando las necesidades del desagüe exigen una área mayor que la que corresponde al círculo de 0,90 de diámetro, preferimos la sección ovoide, cuyos ejes vertical y horizontal están en la relación de 3 á 2 y cuyo trazado detalla el diagrama que sigue:



Sección que ha sido adoptada con buen éxito en otras canalizaciones y que tiene la ventaja de conservar al producto m. v.² un valor relativamente crecido.

Se conserva esta forma para las galerías y colectores siempre que lo consienta la cota roja de la rasante, es decir, siempre que quede sobre la bóveda de la alcantarilla y el terreno natural espesor suficiente para proteger aquélla.

No sucede así con los colectores Q, S, T y U, y en este caso escogemos la forma ovoide invertida, cuyo trazado indica la figura que sigue:



disposición que se ha adoptado en Berlín y que reemplaza perfectamente á dos secciones ovoides ordinarias de igual altura.

CÁLCULO DE LAS SECCIONES.

Conocidos por el cuadro de gastos anterior los volúmenes que cada ramal recibe y debe evacuar; determinadas también las pendientes de cada

uno de ellos que se detallan en los perfiles longitudinales correspondientes y elegida la forma de la sección la fórmula de Bazin

$$R \cdot I = \left(\alpha + \frac{\beta}{R} \right) V^2$$

y la

$$q = \Omega \times V$$

nos servirán para calcular los valores de V y de Ω .

Hagamos algunas consideraciones acerca de su aplicación á nuestro caso.

En primer lugar adoptaremos para α y β los valores correspondientes á las paredes lisas

$$\alpha = 0,00015; \quad \beta = 0,0000045;$$

porque aparte la consideración de disminuir el rozamiento, conviene por otro orden de conceptos que ya indicamos que el interior de las paredes de la canalización sea lo más tersa y unida, y por lo tanto, cuando la superficie del material que para construirla se emplee presente rugosidades, habrá que borrarlas por medio de un enlucido conveniente.

En segundo lugar, cada ramal recibe un determinado contingente de agua á lo largo de su trayecto, de tal modo, que si designamos el volumen recibido en el recorrido por Q' y por Q'' el volumen que recogió en su origen, el que desagüe por su extremidad será

$$Q = Q' + Q''.$$

Es evidente que si en la fórmula $Q = \Omega \times V$ (suponiendo R é I constantes, hipótesis no muy lejos de la realidad, porque puede admitirse que la altura de agua varíe, de suerte que la relación $\frac{\Omega}{\chi}$ permanezca la misma), damos á Q el valor que corresponde al gasto de extremidad, obtendremos para Ω uno que peque por exceso, y si á Q se le asigna el gasto de origen deduciremos una sección insuficiente.

Veamos cuál es el valor de Q que conviene aceptar.

Para facilitar los cálculos supondremos constantes la sección y el perímetro mojado y variable la pendiente.

Sea una longitud L de cauce de una sección constante, cuyos gastos de origen y de extremidad llamaremos Q'' y $(Q' + Q'')$, si en este cauce consideramos una longitud infinitamente pequeña ds , á la que corresponde un gasto q , la pendiente necesaria para vencer los rozamientos á lo largo de ella, resultará

$$\frac{dz}{ds} = \frac{A \frac{q^2}{\Omega^2}}{R}$$

de donde

$$dz = -\frac{A \frac{q^2}{\Omega^2}}{R} ds.$$

El gasto q es variable con s y comprende el de origen Q'' y el Q' que recibe el ramal en su trayecto de longitud S .

Pero hemos supuesto que los volúmenes recibidos son proporcionales á los trayectos, de modo que

$$\frac{q'}{S} = \frac{Q'}{L}$$

de donde

$$q' = Q' \times \frac{S}{L};$$

y

$$q = q' + Q'' = Q' \times \frac{S}{L} + Q'';$$

diferenciando

$$dq = \frac{Q'}{L} ds; \quad y \quad ds = \frac{L}{Q'} dq;$$

sustituyendo

$$dz = -\frac{AL}{RQ'\Omega^2} q^2 dq$$

é integrando entre Q'' y $(Q' + Q'')$

$$Z = -\frac{AL}{RQ'\Omega^2} \int_{Q''}^{(Q' + Q'')} q^2 dq$$

$$Z = \frac{AL}{RQ'\Omega^2} \times \frac{(Q' + Q'')^3 - Q''^3}{3} = \frac{AL}{R\Omega^2} \left(Q''^2 + Q'Q'' + \frac{Q'^2}{3} \right).$$

Como tratamos de encontrar el valor del volumen Q que debe sustituirse en la ecuación general, suponiendo nulo el volumen recibido en el trayecto, este valor de Q debe corresponder al valor de Z que se deduzca de la ecuación anterior, haciendo en ella $Q'' = Q$ y $Q' = 0$, tendremos así

$$Z = \frac{AL}{R\Omega^2} \times Q^2$$

y eliminando Q entre ésta y la anterior

$$Q^2 = Q''^2 + Q'Q'' + \frac{Q'^2}{3};$$

pero como

$$Q > Q'' + \frac{Q'}{2}$$

y

$$Q < Q'' + \frac{Q'}{\sqrt{3}}$$

resulta

$$Q'' + 0,577 Q' > Q > Q'' + 0,500 Q'$$

puede, por lo tanto, en la práctica tomarse

$$Q = Q'' + 0,55 Q'$$

con arreglo á cuyo gasto se calcularía la sección.

Este método, propuesto por Vigreux, no tiene á nuestro entender grandes ventajas, y por el contrario, complica inútilmente los cálculos.

En efecto; si se trata de un ramal de reducido gasto, la economía que ocasiona en la sección es insignificante y desaparece además, teniendo presente que no es posible aceptar las secciones exactas que el cálculo arroja, porque hay que adaptarlas á los tipos de tuberías que se fabrican en el comercio, eligiendo la que por exceso se aproxime más á la deducida.

Si se trata de una galería ó colector, entonces la conveniencia de que pueda fácilmente visitarse por los obreros y de que en los empalmes de unas arterias con otras marche el líquido con desahogo y sin que se ocasionen perturbaciones en su movimiento, aconseja adoptar secciones superiores á las que exige el preciso desagüe de los volúmenes que á la canalización afluyen.

Por estas razones, y teniendo además en cuenta que para el caso concreto de Valladolid estos volúmenes son relativamente reducidos, preferimos calcular las secciones de los desagües con arreglo al gasto ó volumen de extremidad.

Secciones circulares.—Si en la ecuación

$$RI = \left(\alpha + \frac{\beta}{R} \right) V^2$$

sustituimos V por su valor $\frac{Q}{\Omega}$ y recordamos que $R = \frac{\Omega}{\chi}$

y en el caso de la sección circular

$$\Omega = \pi r^2 \text{ y } \chi = 2\pi r$$

deduciremos haciendo las sustituciones convenientes y reduciendo la ecuación

$$\frac{1}{4} \frac{1}{Q^2} \pi^2 r^6 - \frac{\alpha}{2} r - \beta = 0$$

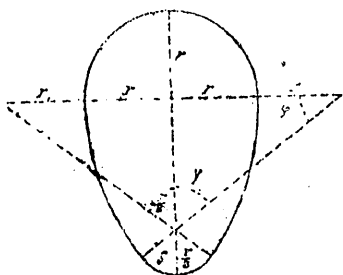
que nos da el valor del radio de la sección en función de la pendiente conocida de cada ramal.

Con arreglo á esta ecuación hemos calculado las secciones de todos los ramales hasta el diámetro de 0,90, resolviéndola por tanteos, haciendo primero $\beta = 0$ y deduciendo un valor de r , que nos ha servido para calcular el del término

$$\frac{\alpha}{2} r - \beta$$

que sustituido en la ecuación, nos da otro nuevo valor de r , continuando así hasta hallar dos resultados consecutivos para r , próximamente iguales, y aumentando la pendiente cuando para la velocidad V encontráramos una cantidad inferior á 0,75 metros por 1".

Forma ovoide.—Para estas secciones, compuestas según antes se indicó, tenemos:



$$\cos \varphi = \frac{2r}{3r - \frac{r}{2}} = 0,800 \text{ y } \varphi = 36^\circ 52'$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 90^\circ - \varphi = 53^\circ 8' \\ \delta &= 2\gamma = 106^\circ 16'. \end{aligned}$$

El perímetro de esta sección se compone de la suma:

De una semicircunferencia de radio r .

Del doble de un arco de círculo de radio $3r$ y cuyo ángulo en el centro es $36^\circ 52'$.

De un arco de círculo de radio $\frac{r}{2}$ cuyo ángulo en el centro es $106^\circ 16'$; tendremos así

$$\chi = r (3,1416 + 3,8394 + 0,9275) = 7,9096 r.$$

El área de la sección está formada por la suma:

De un semicírculo de radio r .

De un sector de radio $\frac{r}{2}$ y ángulo $106^{\circ} 16'$.

Del doble de la diferencia entre un sector de radio $3r$ y ángulo $36^{\circ} 52'$, y un triángulo rectángulo cuyos catetos son $2r$ y $\left(r + \frac{r}{2}\right)$ será, pues:

$$\Omega = r^2 (3,1416 + 0,2318 + 2,7521) = 6,1255 r^2$$

haciendo en la fórmula general

$$V = \frac{Q}{\Omega}$$

$$R = \frac{\Omega}{\chi}$$

$$\chi = 7,9096 r$$

$$\Omega = 6,1255 r^2$$

y reduciendo llegaremos á la ecuación

$$\frac{I}{Q^2} 22,47 r^6 - \alpha \times 0,774 r - \beta = 0$$

que nos da el radio r en función de la pendiente.

Con arreglo á esta fórmula y siguiendo el procedimiento antes indicado, hemos deducido las secciones de todos los ramales principales que exigirían una circular de mayor diámetro que 0,90, y también la de los colectores.

SECCIONES DEFINITIVAS DE LOS RAMALES Y GALERÍAS

No es posible en la práctica aceptar la variación de diámetros que arroja el cálculo, y hay en cada caso que adoptar una escala que en general depende para las secciones que corresponden á los tubos que fabrica la industria, á las dimensiones que ésta ha aceptado, y para las secciones que deben ejecutarse en los talleres de la obra á la conveniencia de unificar los tipos para facilitar la construcción y reducir su coste.

En Berlín se ha tomado como límite inferior 0,21 para diámetro de las tuberías.

Nosotros, atendiendo á las circunstancias especiales de la localidad, adoptaremos la escala siguiente, conforme con las dimensiones fabricadas por la casa Doulton y Compañía para las tuberías que hayan de ejecutarse de grés, tomando en cada caso el diámetro de la escala inmediatamente superior al que arroje el cálculo:

metros, 0,22—0,25—0,28—0,30.

Para los tubos de mayor diámetro que 0,30, cuya fabricación de grés no

es ya corriente y hay que hacer de otro material en la localidad, fijamos la escala que sigue:

metros, 0,35—0,45—0,55—0,65—0,75—0,90,

es decir, aumentando de 10 en 10 centímetros hasta 0,75 y luego en 15 para llegar á 0,90, límite, según indicamos, del diámetro de las secciones circulares.

Galerías.—La forma ovoide viene limitada, según el cálculo, por los dos valores de r : 0^m,31 y 0^m,53, porque si bien se encuentran otros menores que aquél, ya dijimos que dependía de aumentos accidentales de la pendiente.

La primera da para la galería una altura de 0^m,93, y la segunda 1^m,59.

Como conviene que estas galerías puedan visitarse fácilmente y no hay gran diferencia tampoco entre las dos dimensiones citadas, adoptaremos un solo tipo, que es el mayor de los dos anteriores, de 1^m,59 de altura y 1^m,06 de ancho.

En el estado de diámetros que acompaña al presupuesto del alcantari-llado se anotan los definitivos de cada ramal.

SECCIONES DE LOS COLECTORES

Según se ve en el cuadro siguiente, el colector N es sólo continuación del sistema A. Dándole la sección ovoide resulta para r 0^m,26, es decir, menor que la circular de 0^m,90 de diámetro en que termina el ramal A, 14 del sistema.

Daremos á este colector esta misma sección haciéndolo también circular, puesto que aquí la forma ovoide no presenta ventaja alguna.

El colector O recoge los sistemas A y B; según el cálculo hasta una sección ovoide con $r = 0,40$. Por las razones expuestas antes, adoptamos para él la sección tipo $r = 0,53$.

COLECTORES

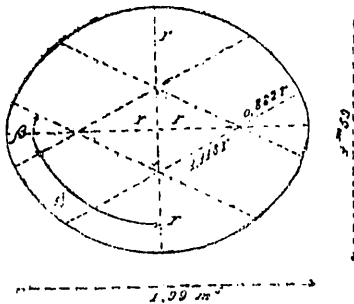
RAMALES QUE COMPRENDE	Cuotas.	Longitud. — Metros.	Pendiente.	Sección. — M ²	Velocidad. — Metros.	Sección ovoide r metros calculada.	SECCIONES ADOPTADAS
N = A. 14.	638,05	266,00	0,0022	0,3980	1,61	r = 0,26	Circular de 0,90 de diámetro.
O = A. 14 + B. 82.	2.033,00	100,00	0,0022	0,9840	2,07	r = 0,40	Ovoide r = 0,53.
P = O + C. 4.	2.170,32	247,00	0,0022	1,0300	2,11	r = 0,41	Ovoide r = 0,53.
Q = P + D. 208.	6.668,51	107,00	0,0022	2,5200	2,65	r = 0,64	Ovoide invertida r = 0,53 r = 1,21.
R = M. 38.	2.525,88	157,00	0,001	1,5900	1,59	r = 0,51	Ovoide r = 0,53.
S = R + G. 76.	5.267,98	140,00	0,001	2,8500	1,85	r = 0,68	Ovoide invertida r = 0,53 r = 1,03.
T = S + F. 8.	5.630,55	132,00	0,001	3,0100	1,87	r = 0,70	Ovoide invertida r = 0,53 r = 1,10.
U = Q + E. 10 + T.	12.448,35	84,00	0,001	5,6300	2,22	r = 0,96	Ovoide invertida r = 0,53 r = 0,0014.

El colector P reúne las aguas del N., del O. y del sistema C, es decir, los tres sistemas, A, B y C. Arroja el cálculo una sección ovoide $r = 0,41$ que cambiaremos por la tipo.

Reune el colector Q los cuatro sistemas, A, B, C y D, y resulta con una sección ovoide $r = 0,64$.

Esta sección da una altura para la galería de 1,92 metros, y contando con el espesor que ésta necesita y observando el perfil longitudinal, desde luego se ve que no es posible aquella forma, puesto que no resulta suficiente cota roja en el terreno para consentirla.

Para evitar este inconveniente se adopta una sección ovoide invertida, compuesta conforme se indicó al tratar de la forma de las secciones, y para facilitar el empalme de ésta con las de los demás colectores, le damos la misma altura de 1,59 metros, es decir, hacemos $r = 0,53$.



Del croquis que antecede se deduce:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r}{\frac{r}{2}} = 2 \quad \text{y} \quad \alpha = 63^{\circ} 30'$$

$$2\beta = 360^{\circ} - 4\alpha = 106^{\circ} \quad \text{y} \quad \beta = 53^{\circ}$$

resultando el área igual á dos veces el sector de radio $2r$ y ángulo 2α , más dos veces el sector de radio $0,882r$ y ángulo β , menos el rombo, cuyas diagonales son $2r$ y r .

Hechos los sencillos cálculos que se indican, se obtiene para área 5,1056 metros cuadrados.

El perímetro es la suma del doble del arco de radio $2r$ y ángulo 2α , con el doble del arco de radio $0,882r$ y ángulo β , es decir, $\chi = 5,56$ metros.

Aplicando con estos datos al colector Q la fórmula de Bazin, se obtiene para la velocidad 1,21 metros por 1", muy suficiente para el arrastre de materias, y que denota es aceptable sin inconveniente alguno la sección propuesta.

El colector R es prolongación del ramal M 38 y por esta razón le damos la misma sección que éste tiene, es decir, la tipo $r = 0,53$, por más que el cálculo arroje sólo $r = 0,51$.

El colector S, que recoge los sistemas M y G, resulta según el cálculo con una sección ovoide $r = 0,68$.

Atendida la pequeña cota roja que en su extremidad acusa el perfil, se emplea para él la sección ovoide invertida, tipo que da para el líquido la velocidad suficiente de 1,03 metros por 1".

El colector T, prolongación del S y que además recoge las aguas del sistema F, no permite la sección ovoide $r = 0,70$ que resulta del cálculo, por quedar su rasante á sólo 2^m,40 bajo el terreno natural.

Se adopta la sección ovoide invertida, tipo que señala al líquido una velocidad de 1,10 metros por 1".

Para el colector U, que reúne todo el alcantarillado y parte normal al río Pisuerga de la ordenada roja 684,25, en vez de la sección ovoide $r = 0,96$ que arroja el cálculo con la pendiente de 0,001, se adopta la ovoide invertida, dándole la pendiente de 0,0014, necesaria para el desagüe, puesto que lleno y con la velocidad de 2,51 metros por 1" que resulta del cálculo, dará salida á 12.815 litros.

DESAGÜE DEL COLECTOR GENERAL

Se realiza éste en la ordenada 684,37, es decir, próximamente á la altura de las crecidas extraordinarias del Pisuerga, que según se indicó en la primera parte de la Memoria, llegan á la ordenada 684.

Por lo tanto, en la mayor parte de los casos, y salvo rarisimas excepciones, no alcanzarán las aguas del río la solera del colector.

Para evitar que cuando esto ocurra, es decir, en las mayores crecidas que llegan á 686,50, las aguas del río entren en el colector, se cerrará la boca de éste por medio de una compuerta convenientemente dispuesta.

Por fortuna esto sucede muy de tarde en tarde, puesto que desde el año 1860 no han vuelto á observarse crecidas en el Pisuerga que excedan de las extraordinarias que llegan á la ordenada 684, y como el tiempo durante el cual la lámina del río conserva este nivel es de muy corta duración, no hay inconveniente alguno en cerrar el colector en la forma propuesta.

Dijimos antes que en los casos de lluvias torrenciales las aguas del colector verterán directamente al río y de ordinario serán dirigidas de modo conveniente para que puedan ser epuradas y aprovechadas.

Más adelante trataremos de las disposiciones que se han adoptado para conseguirlo, bastándonos por ahora con esta indicación que completa la descripción del alcantarillado.

RAZONES QUE JUSTIFICAN LOS TIPOS ELEGIDOS

A lo ya dicho anteriormente podemos añadir, para justificar los tipos que hemos elegido para los ramales, galerías y colectores, lo que sigue.

La adopción de tubería para la mayor parte de los desagües tiene la ventaja de resultar muy económica y de presentar completa impermeabilidad, escogiéndose convenientemente los materiales.

Bien colocada y dispuesta, conforme se dirá, no presenta inconveniente alguno ni pueden ocasionarse en ella obstrucciones que no se remedien desde los pozos de registro, y que son muy poco probables desde el momento que las tuberías sólo reciben las deyecciones y aguas sucias de las casas con exclusión de los detritus sólidos.

El tipo elegido para las galerías y colectores no presenta irregularidades en su contorno interior que puedan ocasionar entorpecimientos en la marcha del líquido, y su altura permite fácilmente la circulación por su interior.

El empleo de estos tipos en gran número de ciudades inglesas, en muchas norteamericanas, entre ellas New-York, en Berlín y en otras del continente, pone claramente de manifiesto, si no bastara ya con lo dicho, lo racional y acertado de su elección.

MATERIALES QUE DEBERÁN EMPLEARSE EN LAS OBRAS

Uno de los puntos en que más conviene fijarse en esta clase de trabajos es la elección de los materiales que en ellos hayan de emplearse.

Deben éstos ofrecer en efecto las mayores garantías de impermeabilidad, y en su constitución química suficiente resistencia á la acción corrosiva de las aguas de alcantarilla y oponerse también al paso de los micro-organismos.

Aunque los experimentos practicados acerca de la permeabilidad de los materiales sean muy deficientes é indiquen que todos ellos dan más ó menos paso al aire y absorben más ó menos cantidad de agua, puede aceptarse que el hormigón hidráulico cuidadosamente ejecutado es el que reúne, después de los compuestos artificiales llamados porcelana y grés, mejores condiciones para el caso.

Entre los cementos, el de Portland de primera calidad es casi el único que resiste á la acción corrosiva de las aguas sucias y con él deberán ejecutarse las fábricas que hayan de estar en contacto con ellas.

En cuanto al paso de la materia orgánica y de los micro-organismos que encierra á través de estos materiales, los experimentos practicados por Poincaré (*Recherches sur les conditions hygiéniques des matériaux de construction*) sumergiéndolos por un mes en un líquido compuesto de aguas de alcantarilla y de aguas de maceraciones anatómicas cargadas de micro-

organismos, no indicaron por el examen microscópico indicio alguno de absorción de los gérmenes, y por el contrario, aparecía que dichos materiales más bien habían perdido que ganado en el número de micro-organismos.

Por medio del cultivo se observó, sin embargo, que se reproducían en gran número las bacterias y espirilos, y que otras piedras sumergidas en aguas gelatinosas en las que sólo había hongos, reprodujeron siempre, después del cultivo, la misma especie vegetal.

Estos experimentos parecen, por lo tanto, indicar que la absorción de los micro-organismos en estado de vida activa por los materiales es muy difícil y sólo posible la de los esporos; pero no demuestran, ni mucho menos, que sea un hecho el paso de dichos micro-organismos á través de ellos.

A falta de experimentos más concluyentes, podemos anticipar que lo mismo la absorción que el paso de los micro-organismos será tanto más difícil cuanto más compacto sea el material y más cerrados y pequeños sus poros, es decir, cuanto menos permeable sea.

En vista de estas ligeras consideraciones proponemos:

Para los tubos de 0,22, 0,25, 0,28 y 0,30 de diámetro ei grés. Estos tubos deberán estar perfectamente fabricados y vidriados por su interior, sirviendo de tipo los de la casa Doulton y Compañía, de Londres.

Podrán emplearse los que se fabrican en la localidad si reúnen las condiciones de aquéllos.

Para las tuberías de 0,35 á 0,90 de diámetro se emplearán tubos fabricados en la localidad con un hormigón especial comprimido que en Inglaterra se conoce con el nombre de rock-concrete.

Este hormigón se compone de piedra silícea y de ladrillos ó tejas de desecho machacados al tamaño máximo de un centímetro y perfectamente lavados, aprovechándose en la fabricación todo el detritus y prefiriéndose los ladrillos que presenten un principio de vitrificación.

La mezcla de dos partes en volumen de piedra silícea por una de ladrillo, se adiciona con una parte de cemento de Portland de primera calidad, y después de bien amasada con la cantidad indispensable de agua, se moldea en moldes que le dan la forma adecuada, comprimiéndola fuertemente en el interior de aquéllos por medio de pisones.

(Se continuará.)

MADRID: 1891.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE GREGORIO JUSTE.

Calle de Pizarro, número 15, bajo