

suma $\varphi_1 + \varphi_2$ es una función simétrica; se la podrá expresar en función de los coeficientes de la ecuación propuesta; sea $\varphi_1 + \varphi_2 = P_1$.

Las propiedades que acabamos de señalar hacen ver que la expresión $\varphi_1 - \varphi_2$ ó no cambia ó cambia sólo de signo; si esto es así la potencia $(\varphi_1 - \varphi_2)^2$ será también una función simétrica de las raíces $x_1, x_2, \dots, x_n$; hallando su valor en función de los coeficientes de $f(x) = 0$ se tendrá $(\varphi_1 - \varphi_2)^2 = Q_1$; de las dos ecuaciones obtenidas se deducen los valores de φ_1 y φ_2 . Pero no nos basta haber hallado esos valores; vamos á determinar la constitución de los mismos.

Hemos visto que la expresión $\varphi_1 - \varphi_2$ queda invariable para ciertas sustituciones y cambia de signo para otras. Sea u una de éstas y descomongámosla en transposiciones $u = T_1 T_2 \dots T_h$.

Apliquemos esta sustitución á $\varphi_1 - \varphi_2$; como la función cambia de signo al efectuar en ella la sustitución

$$T_1 T_2 \dots T_h,$$

es preciso que haya por lo menos una transposición T_m para la cual se efectúe ese cambio.

Sea $T_m = (x_\alpha x_\beta)$. Escribamos $\varphi_1 - \varphi_2$ en forma explícita con relación á x_α y x_β y se tendrá

$$\varphi_1 - \varphi_2 = H(\dots x_\alpha \dots x_\beta \dots).$$

Efectuando la sustitución T_m resultará

$$H(\dots x_\beta \dots x_\alpha \dots);$$

y como estos dos valores han de ser iguales y de signos contrarios, se tendrá:

$$H(\dots x_\alpha \dots x_\beta \dots) = -H(\dots x_\beta \dots x_\alpha \dots).$$

Sustituyendo en esta igualdad en vez de x_β la letra x_α resultará

$$H(\dots x_\alpha \dots x_\alpha \dots) = -H(\dots x_\alpha \dots x_\alpha \dots),$$

lo cual no puede suceder como $H(\dots x_\alpha \dots x_\alpha \dots)$ no sea igual á cero. Resulta que la función $\varphi_1 - \varphi_2$ es tal, que para $x_\alpha = x_\beta$ se anula; luego es divisible por $x_\alpha - x_\beta$. Llamando L al cociente $\varphi_1 - \varphi_2 = (x_\alpha - x_\beta)L$ siendo L entero; elevando al cuadrado resulta

$$(\varphi_1 - \varphi_2)^2 = (x_\alpha - x_\beta)^2 L^2.$$

Pero siendo $(\varphi_1 - \varphi_2)^2$ una función simétrica de las raíces y siendo entero el cuadrado L^2 resulta que $(\varphi_1 - \varphi_2)^2$ contendrá todos los factores análogos á $(x_\alpha - x_\beta)^2$ y por tanto $\varphi_1 - \varphi_2$ será de la forma

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (x_1 - x_2)(x_1 - x_3) \dots (x_1 - x_n)(x_2 - x_3) \dots (x_2 - x_n) \dots (x_{n-1} - x_n),$$

ó sea abreviadamente $\varphi_1 - \varphi_2 = \pi(x_\alpha - x_\beta)$, función que es precisamente la *discriminante* de la ecuación dada.

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE VIGO⁽¹⁾

PROCEDIMIENTO DE TOMA DE LAS AGUAS

Según puede comprobarse en el plano, los manantiales ocupan una extensa superficie, en la cual sería preciso establecer numerosas tomas, reuniendo después las cañerías por que fuesen conducidas para hacer que convergiesen hacia el punto de partida de la principal. Este sistema podría emplearse si no tuviera el grave inconveniente de no utilizar una gran parte de los filetes líquidos que van filtrándose por el terreno en la zona que puede considerarse como de alumbramiento. La exactitud de esta comprobación se ha probado repetidamente en los aforos, pues resulta que hechos los de varios manantiales en su origen y repetida la operación cuando todos ellos vienen á formar un pequeño arroyo, este último aforo ha producido casi siempre una cantidad mayor que la suma de las parciales; lo cual, como queda dicho, se explica por el hecho de existir filtraciones en ambas márgenes y á todo lo largo del arroyo. De suerte que de hacer la toma en los alumbramientos naturales que hoy existen, habría que continuar la conducción por medio de un tubo perforado en la parte superior, que pudiera recoger las filtraciones del terreno; y como no podría dejarse al aire, en definitiva vendría á formarse una verdadera galería filtrante de más ó menos sección. La necesidad de cubrir las cañerías de toma es incuestionable, no sólo para evitar que el agua pueda ensuciarse y contaminarse en su curso hasta la principal, sino porque sólo por este medio podría ponerse á cubierto de sustracciones que disminuirían extraordinariamente el volumen utilizable. Es, por lo tanto, mucho mejor estudiar el trazado que conviene dar á las galerías ó zanjias filtrantes, puesto que de seguir el curso natural de los diversos arroyos su desarrollo sería mucho mayor, sin ventaja para el volumen recogido, que no suele ser proporcional á la longitud, sino al número de capas permeables que la galería atraviesa, y es sabido que éste es mucho mayor cuando se cortan en dirección normal, que es lo que debe procurarse en un trazado bien dispuesto.

En los terrenos graníticos, donde la elevación de las montañas no es grande, como sucede en los alrededores de Vigo, se repite lo observado tantas veces en los aforos verificados en toda la extensa zona reconocida: que los manantiales son siempre pequeños. Por esta razón en terrenos análogos se ha recurrido, con buen resultado, al sistema que proponemos de galerías filtrantes, pues de este modo se cortan mayor número de filetes líquidos y se va haciendo la toma casi por el mismo procedimiento que sigue la naturaleza para formar los arroyos.

La situación de las diversas capas que forman el suelo y subsuelo es casi siempre la misma, variando sólo el espesor. En la parte correspondiente al centro del valle son éstas de más altura y en las laderas mucho más delgadas, llegando en algunas partes á desaparecer todas las sedimentarias. Cuando están completas se encuentra primero la capa vegetal de espesor variable, pero que rara vez excede de 0^m,40 á 0^m,60; á veces está formada de tierra arcillosa, pero en general no es muy compacta ni se distingue por su impermeabilidad, que caracteriza los terre-

(1) Véase el número 2.º

nos de esta última clase. Por debajo existe otra capa heterogénea de grava y arena, que á su vez insiste sobre otra que no es más que el granito descompuesto, llamado en el país «jabre»; está formada de restos de cuarzo y mica más ó menos mezclados con feldespato, y por último dura y compacta, pero siempre surcada por hendiduras más ó menos aparentes y por vetas de cuarzo circulando el agua por unas y otras siguiendo la dirección de los planos de estratificación y penetrando hasta gran profundidad.

El espesor de las diversas capas, que ya hemos dicho que es variable y en las laderas muy pendientes, pueden faltar algunas de ellas, dos por ejemplo, dejando ver los afloramientos del jabre, ó las tres, dando lugar á que quede la roca al desnudo; pero esto solo se verifica en puntos aislados y en general ya cerca de la cumbre de los montes.

En el corte del terreno se presentan las capas en el siguiente orden: vegetal, acarreo de grava y arena, granito descompuesto y la roca.

La capa detrítica y la arenácea forman una especie de filtro inmenso más ó menos rico en humedad, según las estaciones, y al través de ellas caminan las aguas hacia los talweg. Estas capas permeables, estando en todas partes superpuestas á la roca granítica, siempre quebrantada en algunos puntos, es causa de que el agua vaya buscando las líneas de menor resistencia y penetre más ó menos en la capa inferior, según la inclinación de las laderas y según la estratificación de la roca adyacente. En las planicies altas las aguas superficiales atraviesan las primeras capas y penetran poco á poco en la roca. Por el contrario, en las laderas de fuerte declive y en el fondo de los valles, la masa granítica vierte á través de las capas superiores el agua que había absorbido en las altiplanicies y que han adquirido ya presión en las grietas profundas. Los manantiales naturales emergen en los puntos en que los canales subterráneos que conducen las aguas de los terrenos elevados, llevan un volumen líquido superior al que puede filtrarse al través de las grietas de los bancos inferiores. Los manantiales, en general, dan agua que á la vez proviene de las capas profundas y de las superficiales. Las primeras son más puras y pueden siempre utilizarse para usos domésticos, las segundas son también buenas cuando los terrenos que atraviesan no están cultivados ó sirven de asiento á viviendas. Por esta razón en todos los reconocimientos se han desechado las aguas de nivel bajo. Dadas estas condiciones comunes á todas las formaciones graníticas y en perfecta concordancia con los que se han observado en la zona que abarcan los afloros, se comprende que la calidad de las aguas obtenidas por medio de galería filtrante ó zanja profunda de drenaje, ha de ser igual ó superior á la de las fuentes naturales de la región donde se hagan las obras de toma. Como del análisis cuantitativo antes inserto resultan de excelente calidad, tanto las de la zona de Bembribe como las correspondientes á la de Zamanes, no cabe la menor duda por el procedimiento propuesto, se han de obtener aguas purísimas y además claras en todo tiempo, porque ya provengan de capas profundas, ya tengan alguna cantidad que haya sólo atravesado las sedimentarias superiores, en ambos casos habrán sido filtradas naturalmente en forma que no parece probable que se enturbien nunca. Los resultados obtenidos en casos análogos permiten esperar la conservación de esta hipótesis.

En el abastecimiento de Limoges se ha hecho la toma

por medio de zanjas filtrantes, en terreno granítico, pero están en un valle cultivado y dedicado especialmente á pastos, por lo tanto en peores condiciones que la parte alta de los montes de Bembribe; en aquéllas resulta del informe presentado al comité Consultivo de higiene de Francia por Mr. Jacquot, Inspector general de Ingenieros de Minas y por Mr. Oguier, director del Laboratorio municipal de París, que las rampas de toma de agua no han bajado más que hasta la capa de arena que recubre el granito y que está en comunicación directa y fácil con capas detríticas muy permeables é irregulares que existen en la parte superior. No obstante lo cual, las aguas de Limoges son sanas y claras en general, pues rara vez se hacen ligeramente opalinas y por partículas de sílice y feldespato en descomposición.

En la toma de aguas para el abastecimiento de Quimper hecha también en terreno granítico se ha tenido la precaución de descender las zanjas de drenaje hasta la roca, con lo cual resultan, en todo tiempo, aguas claras y de excelente calidad, á pesar de que las zanjas estaban abiertas en una parte del valle destinada á prados, sin que haya sido preciso más que prescribir el abono de éstos con sustancias minerales para evitar que las aguas reciban materias orgánicas en descomposición. En el caso de Vigo ya hemos visto que no hay este peligro, por estar la toma generalmente á cota superior á la zona de cultivo; ya indicaremos además las precauciones especiales que habrán de observarse cuando se atraviesen terrenos cultivados.

El sistema que deberá emplearse es el siguiente: se abrirá una zanja con el talud menor posible y con el hueco indispensable que permita llevar al subsuelo de roca con un ancho de 0^m,75 á 0^m,80 entramando el desmonte más ó menos en la roca, según indique la constitución de ésta y el flujo de filtraciones que en la misma se observen; una vez fijada la profundidad á que conviene descender en general, se adoptará una pendiente que baste para dar paso por el acueducto á toda la cantidad de agua que se reuna en la misma.

Las dimensiones ordinarias de la ranja de drenaje serán las siguientes: en el fondo los 0^m,75 á 0^m,80 ya indicados y en la parte superior lo necesario para evitar los desprendimientos durante la construcción del acueducto. Este se formará con dos muretes de piedra en seco de 0^m,20 de altura y separados á 0^m,30, recubiertos por una losa sentada sobre mortero de cemento y ésta, á su vez, llevará encima una capa de hormigón hidráulico de 0^m,25, de modo que se evite el acceso directo de las aguas superficiales al acueducto; después se rellenará todo el hueco, cuidando de estiar primero la capa de arena y jabre, y por último, la tierra vegetal, que se dejará un ligero saliente sobre el terreno natural. En el caso de que sea preciso atravesar terrenos cultivados, sobre el hormigón hidráulico que se recubre la tapa del acueducto, se echará una capa de arena perfectamente lavada de 0^m,80 de grueso, que servirá de filtro á las aguas superficiales que pudieran hallar paso á través de las grutas de las paredes laterales, puesto que en la parte superior ya hemos visto que el hormigón impide el acceso directo al acueducto colector. Si al abrir las zanjas de drenaje se encontrasen fallas ú otros accidentes del terreno, que pudieran dar acceso á aguas que no fueran enteramente puras y claras, se reemplaza en otros puntos el acueducto colector por otro completamente impermeable en el paso por el terreno sos-

pechoso. Esta posibilidad nos hace ver cuán superior es bajo el punto de vista higiénico, la toma en la forma propuesta, porque de hacerla en los manantiales naturales, no puede conocerse el trayecto de los conductos subterráneos, que en ciertas circunstancias pueden comunicar con la superficie, por fallas ó filones de cuarzo, dando lugar á que se mezclen los filetes profundos con los superficiales y que el agua no tenga la garantía de pureza que ofrece la de los primeros. El hecho de enturbiarse algunas fuentes, después de grandes lluvias, es demostración evidente de lo que dejamos consignado.

Para la construcción del acueducto colector se colocarán en seco las piedras de los estribos con objeto de no tapar los filetes de la parte inferior rellenándose con piedras, también en seco, el hueco que medie entre los pies derechos y las paredes de la zanja. La tapa y la última capa de piedra de relleno, se tomarán con mortero de cemento y sobre todo irá una tongada de hormigón hidráulico de 0,25 de espesor medio, el resto de la zanja se rellenará con las precauciones indicadas anteriormente. La pendiente de las zanjas de drenaje se determinará según el gasto que corresponda al punto de que se trate, en vista de la cantidad de agua recogida, ó por la inclinación más conveniente para seguir las capas filtrantes que presente el terreno, de modo que no puede fijarse á priori de un modo exacto, como cuando se trata de una cañería ó acueducto de conducción. En general debe procurarse que sea regular ó con el menor número de rasantes y siempre hacer de modo que el agua no adquiera tanta velocidad que pueda producir socavaciones en el zampeado, ni tan pequeñas que haga necesario aumentar la sección del acueducto para obtener el gasto indispensable. Puede también suceder que sea preciso hacer algún trozo en galería para evitar un gran desmonte en roca, cuando ésta llegue hasta la superficie del terreno ó se presente algún contrafuerte que convenga atravesar.

Podría también ocurrir el caso contrario de encontrarse la roca á gran profundidad, y entonces conviene seguir la pendiente general pasando el acueducto como de conducción y haciéndole en el trayecto.

Si á pesar de haber adoptado la pendiente necesaria para el mejor servicio se encontrase algún trozo de terreno socavable, se puede revestir con un enlosado sin mortero, en el caso de que haya surgideros aprovechables ó con mortero si fuese por el contrario temible que se perdiese parte del agua recogida. Estas y otras modificaciones se efectuarán al hacer las obras según las condiciones del terreno, pero el sistema, en general, será el indicado, y siguiéndole se tiene la superioridad de obtener agua excelente en todas épocas. Respecto á la longitud de la zanja de drenaje, la señalada en los planos y consignada en los presupuestos debe ser más que suficiente para obtener el volumen necesario de 40 litros por segundo, puesto que como ya hemos visto por los aforos, los manantiales de la zona en que se ha de hacer el alumbramiento dan ya un gasto casi igual á la cantidad dicha, y necesariamente ha de aumentarse ésta en el acueducto colector por cortar á mayor profundidad las capas filtrantes y favorecer con su trazado el desagüe de las superiores.

Este sistema de alumbramiento tiene también la ventaja de que permite efectuar los trabajos sin grandes gastos de

expropiación y hasta pudiera suceder que las aguas nuevamente recogidas fueran suficientes para el abastecimiento de la ciudad de Vigo sin tomar ninguna de los manantiales naturales, ni ocasionar en ellas mermas. En todo caso, si éstos disminuían algo en estiaje á consecuencia de las obras, sólo había que indemnizar por la diferencia entre el caudal actual en verano y el que resulte después de hecho el alumbramiento; pero siempre es seguro que la mayor parte del agua necesaria ha de obtenerse merced á las galerías de drenaje que proponemos, y por lo tanto de esta cantidad, no cabe duda, que se puede disponer como de propiedad para el abastecimiento de Vigo.

En el caso de que se decidiese hacer la toma del arroyo de Villaza, se economizarían todas las obras de las galerías colectoras, pero en cambio ya veremos que es mayor la longitud de cañería forzada y que se hace preciso construir un túnel de 1.117 metros, siendo además indispensable disponer un filtro para evitar que las turbias llegasen al depósito de distribución y al propio tiempo serviría de garantía contra los micro-organismos que pudiera arrastrar el agua. Por su composición química ya hemos visto que ésta resulta purísima; por lo tanto, para los efectos de la salud pública, ambas soluciones pueden considerarse perfectas y sólo otros factores han de tenerse en cuenta cuando se comparen.

Conviene desde ahora hacer constar que hoy el uso de filtros de arena está tan extendido en Europa y América, que muchos de los pueblos donde la higiene pública alcanza mayor perfección y cuya salubridad es más satisfactoria se hallan abastecidos por aguas filtradas. Para que pueda formarse una idea exacta del desarrollo que este procedimiento ha adquirido en Europa, insertamos á continuación la lista de las principales ciudades que hacen uso de aguas filtradas, poniendo también su población; por ella puede verse la gran masa que de aguas se emplea. En cuanto á la salubridad de estos pueblos puede formarse una idea comparándola con la de otros que usan agua de fuentes ó sin filtrar y teniendo en cuenta la mortalidad ocasionada por la fiebre tifoidea, que como se ha indicado anteriormente, es de las enfermedades en que la calidad del agua tiene más influencia.

Es evidente que también puede ser adquirida por la ingestión de alimentos; pero de todos modos si se compara las poblaciones que beben agua sin filtrar con las que la emplean después de filtrada, se comprenderá la gran importancia que esta operación tiene en la salud pública. Debe además tenerse en cuenta que todas las ciudades incluidas en la estadística que insertamos toman el agua de grandes ríos, que en general han corrido por países muy poblados, y por lo tanto están en mucho peores condiciones que el pequeño arroyo de Villaza, cuya toma se haría cerca del origen, y si bien atraviesa una zona habitada no tiene cerca ningún centro de población, no ya importante, sino que pueda decirse que forma un barrio regular; de modo que dada su excelente composición química, su poco recorrido y que en la mayor parte del año viene el agua clara, cuando más sería conveniente un depósito de decantación para las épocas de turbia, y no se hubiera propuesto otra cosa hace pocos años en que no se daba tanta importancia como hoy á los gérmenes microscópicos que pueda arrastrar el agua.

Estadística de las defunciones causadas por la fiebre tifoidea y clase de agua usada en las ciudades siguientes:

	CIUDADES	POBLACIÓN	Defunciones de fiebre tifoidea por cada 100 000 habitantes.	CLASE DE AGUA QUE SE USA PARA EL ABASTECIMIENTO
Estados Unidos de América del Norte.....	Denver.....	106.713	217	Del río Plutte y de pozos (sin filtrar).
	Allegheny...	115.207	182	Del río Allegheny (sin filtrar).
	Pittsburg...	238.617	127	De los ríos Allegheny y Monongaela (sin filtrar).
	Philadelphia.	1.046.974	74	De los ríos Debaware y Schuylmill (sin filtrar).
	Chicago....	1.099.856	72	Del lago Erie (sin filtrar).
	Minneapolis...	164.738	57	Del río Missisipi (sin filtrar).
	Omaha.....	140.452	45	Del río Missouri (sin filtrar).
	San Luis....	451.770	32	Del río Missisipi (sin filtrar).
Europa.....	New York...	1.515.301	23	Del depósito descubierto (sin filtrar).
	París.....	2.424.705	25	Agua de manantiales.
	Glasgow....	667.883	20	Agua del lago Santa Catalina, situado en región de montañas.
	Londres....	4.030.000	18	Agua filtrada de los ríos Támesis y Lea y $\frac{1}{6}$ de pozos artesianos profundos.
	Hamburgo..	634.878	18	Agua filtrada del río Elba.
	Amsterdam .	437.892	16	Agua filtrada de las Dunas.
	Breslau....	353.551	11	Agua filtrada del Oder.
	Berlín.....	1.714.938	9	Agua filtrada de los ríos Havel y Sprée.
	Vienne.....	1.435.931	7	Agua de manantiales.
	Dresden....	808.930	5	Agua de galerías filtrantes.
	Rotterdam..	222.213	5	Agua filtrada del río Máas.
	Hague.....	168.828	2	Agua filtrante de las Dunas.

Es evidente que un examen detallado de estos datos estadísticos requeriría el estudio de todas las condiciones locales de los pueblos que comprende para determinar cuáles sean las causas, que además de la calidad del agua empleada en los usos domésticos, pueden influir en la mayor ó menor mortalidad en general y la de la fiebre tifoidea en particular. No obstante, desde luego puede observarse que en los Estados Unidos, donde es general el uso de agua sin filtrar, el número de defunciones es mucho mayor que en las ciudades citadas de Europa donde se usa agua filtrada ó de manantiales. No basta para evitar los peligros de emplear agua sin filtrar el hacer la toma de ríos tan caudalosos como el Missisipi y el Misouri, ni de lagos tan grandes como el Erie, puesto que vemos que Chicago tiene una cifra de mortalidad por fiebre tifoidea de 72 por 100.000 á pesar de haber prolongado las cañerías de toma hasta puntos donde el lago es muy profundo y que se consideraron á suficiente distancia para no sufrir pernicioso influencia del desagüe de las alcantarillas. La cifra anteriormente citada prueba que el resultado no ha sido todo lo satisfactorio que fuera de desear. En cambio Londres, que toma la mayor parte del agua en el Támesis y en el Lea en puntos donde han recibido las deyecciones de una comarca muy poblada, por el hecho de filtrar el agua no tiene más que 18 defunciones de fiebre tifoidea por 100.000 habitantes y en el mismo caso se encuentra Hamburgo, que toma el agua del Elba en sitio muy contaminado y cuyas malas condiciones tuvo que sufrir cuando no se filtraba el agua, siendo víctimas de una de las epidemias de cólera más mortíferas que se registran en Europa. En cambio á consecuencia de esta severa lección se han mejorado notablemente las condiciones higiénicas de la ciudad. Berlín, que también usa agua filtrada tomada de varios ríos, no tiene más que 7 defunciones por 100.000 habitantes de la enfermedad citada, y aun en otras dos poblaciones se observan cifras menores.

La mayor parte de los médicos admiten que en las grandes ciudades, aunque tengan buenas condiciones higiénicas, la mortalidad causada por la fiebre tifoidea puede llegar á 20 ó 25 defunciones por 100.000 habitantes, de-

bidas á causas distintas del uso del agua, ya por la ingestión de alimentos averiados ó adulterados, entre los cuales figuran en primer término la leche y las ostras, ya también por ser algunos casos importados de otras ciudades y otras varias causas de menor importancia. Corroborando este modo de ver todas las poblaciones que en la anterior estadística tienen mortalidad comprendida entre esos límites, emplean agua de manantiales ó filtrada, lo cual prueba la eficacia de este procedimiento para obtenerla de excelentes condiciones higiénicas, aun cuando se haga la toma de ríos muy contaminados. Por eso afirmábamos anteriormente que en el caso del arroyo de Viñaza casi sería suficiente una decantación para evitar las turbias, puesto que normalmente el agua puede considerarse como muy pura; no obstante debe para mayor seguridad filtrarse, y en este caso, bajo el punto de vista higiénico no hay la menor duda de que se obtendría agua tan buena como la que resulta recogida en la galería ó zanjas filtrantes que se propone para la cuenca de Bembibre.

CONDUCCIÓN DE AGUAS

Por la cota á que puede hacerse la toma, tanto en Bembibre como en el arroyo de Viñaza, el agua puede llegar á Vigo rodada, es decir, por la sola acción de la gravedad. Ahora bien, el agua corriente puede conducirse en acueducto con ligerísima pendiente ó en cañería forzada.

El primer sistema se impone cuando la diferencia de cotas entre el punto de origen y el de llegada es muy pequeño con relación á la distancia que hay que recorrer, puesto que permite adoptar pendientes de 1 por 5.000 y aun menores; en cambio, el desarrollo de la traza ó sea la longitud del acueducto aumentan considerablemente y además teniendo que adaptarse al terreno en forma que no admite variación alguna, lleva consigo la necesidad de expropiar á veces construcciones importantes, puesto que al atravesarlas no se pueden hacer las obras imponiendo sólo la servidumbre de acueducto que consiente la ley. Esta inflexibilidad de la traza es todavía más grave incon-

veniente en terrenos accidentados como los que rodean á Vigo, de modo que desde luego resulta más ventajosa la conducción por cañería forzada, siempre que se disponga de altura bastante para adoptar este sistema. En el caso presente la hay, puesto que permite situar el depósito de distribución en la falda del Castro, muy cerca del castillo de este nombre, conservando la solera á la cota de 118 metros sobre el nivel de baja-mar viva, y como la entrada del castillo de San Sebastián se halla á la cota de 72,^m43 sobre ese nivel, dicho queda que no sólo á este edificio y con más razón á todos los demás del pueblo, puede llegar el agua á mayor altura que los tejados de las casas más elevadas. Esta favorable circunstancia se aprovecha para hacer más barata la distribución interior, pues á pesar de haberse calculado las cañerías para doble gasto del que se considera necesario para el presente, todavía resultan de pequeños diámetros, y por tanto de poco coste con relación á su longitud, que es muy grande por la forma estrecha y larga de la zona en que se asienta la ciudad de Vigo. Lo propio ha sucedido con el sifón principal que debe conducir el agua desde los manantiales hasta el depósito. La situación de ésta se proyecta, como queda dicho, en la falda del monte del Castro en la vertiente del S. E., que es la que presenta relieves más favorables para el emplazamiento de la construcción, y además resulta de más fácil acceso á la cañería principal, puesto que las dos soluciones que proponemos tienen de común el gran sifón que ha de atravesar el valle y río de San Pedro ó de Sárdoma.

Hechas estas indicaciones generales respecto al sistema de conducción adoptado, pasaremos á estudiar los diámetros que deben adoptarse para la cañería desde las galerías ó zampas filtrantes de Bombibre hasta el depósito. El agua recogida en las galerías filtrantes se reúne en una pequeña casa de toma, cuya forma y disposición indican las figuras correspondientes de los planos. Desde allí entra ya en cañería forzada, á la cual se ha dado el diámetro necesario para conducir los 40 litros por segundo que se han de formar en esta ladera. No se ha creído necesario mayor sección porque los aumentos, si es preciso obtenerlos, han de buscarse en la zona situada más hacia el Este, y por lo tanto vendrían á empalmar en el punto donde arranca el sifón de Sárdoma.

En todas las cañerías se han calculado los diámetros por las tablas que inserta Nazzani en su obra «Hidraulica, matematica ó pratica», que es acaso el tratado más completo que se ha publicado en estos últimos veinte años. Da diámetros un poco mayores que los obtenidos con la fórmula de Darey; pero sobre ser siempre preferible pecar por exceso, están más en armonía con los resultados obtenidos en la práctica para cañerías de pequeña sección, y se hallan obtenidos de las tablas y fórmulas insertas por Turarza en su obra «Della conduttura forzata delle aque», que es una de las que gozan de mayor crédito entre las recientemente publicadas en Italia, cuyos ingenieros han cultivado con singular esmero cuanto se refiere al estudio de la Hidráulica.

Estas diferencias provienen principalmente de no ser la misma ley de atracción de los diversos filetes líquidos en que puede suponerse descompuesta la masa que circula por una cañería forzada cuya diferencia no había sido tenida en cuenta por Darey al establecer su fórmula. Pero después de las importantes investigaciones de Levy en su notable Memoria titulada «Theorie d'un courat liquide á

filets rectilignes et paralleles», no es posible ya prescindir de los resultados obtenidos, con tanta mayor razón cuanto que los métodos empleados son mucho más rigurosos que los seguidos por Darey.

(Se continuará.)

F. GARCÍA ARENAL.

REVISTA. EXTRANJERA

Los cimientos del nuevo puente sobre el East River, en Nueva York.

En la página 99 del tomo I dimos una descripción del conjunto de las disposiciones del nuevo puente sobre el East River, en Nueva York, cuyas obras se están ejecutando actualmente. Son muy interesantes los cimientos de este puente, que se construyen por el sistema de aire comprimido, empleando cajones de grandes dimensiones y de madera principalmente, por más que en su composición entren también el hierro y el acero.

El cimiento de la torre del Norte comprende varios cajones iguales dispuestos transversalmente al puente, siendo sus dimensiones en planta 23^m,20 × 18^m,30, y la distancia de eje á eje 29^m,80.

El anillo cortante y las vigas que sostienen el techo son de acero, y todo lo demás es de madera. El anillo cortante está formado de chapas de palastro roblonadas entre sí: su peso es de 30 toneladas. Desciende unos 0^m,60 más abajo que las paredes laterales de madera y la altura del techo de la cámara de trabajo es de 2 metros. Las vigas del techo son de chapa y cantoneras de acero y cada una pesa 11 toneladas.

La cámara está subdividida en tres compartimientos por medio de sólidos tabiques de madera con diversas puertas de comunicación. El techo se apoya en las paredes laterales, en los tabiques y en las vigas. Está formado de varias capas de piezas de madera que se presentan en este orden, enumerándolas de abajo hacia arriba: dos capas de tablonos de 75 milímetros de espesor y una de piezas de 0^m,305 × 0^m,305 de escuadría; sobre éstas piezas están las vigas metálicas, coronadas á su vez por una capa de piezas de 0^m,395 × 0^m,360, dos de tablonos de 75 milímetros que se cruzan entre sí á ángulo recto y otras dos de piezas de 0^m,305 × 0^m,305, todo esmeradamente enlazado por medio de pernos de 25 milímetros de diámetro que atraviesan el espesor total de la madera. Las juntas se han calafateado, introduciendo en ellas cáñamo por medio de cuñas que se golpean con fuertes mazos. La superficie se ha pintado con albayalde, y el objeto de esta capa de pintura es acusar los escapes de aire por efecto del negro de humo que procedente de las lámparas, se halla mezclado con el aire de las cámaras de trabajo.

El techo está atravesado por siete chimeneas para la circulación de los operarios y de los materiales. Para evitar que las escalas ocupen tanto espacio como con la disposición usual, dificultando la circulación, se han practicado para reemplazarlas unas rozas provistas de peldaños en las paredes de las chimeneas. Las exclusas de aire están situadas en la parte superior y provistas de cuatro llaves para el escape del aire, de 0^m,10 de diámetro, un tubo para el agua y otro que encierra los alambres de comunicación con el exterior.