



*Fotayo. Anedocto de Campul*

ANALES DE OBRAS PÚBLICAS.

*ANAL*  
*3*

# MEMORIAS Y DOCUMENTOS

REFERENTES

Á LA CIENCIA DEL INGENIERO

Y AL ARTE DE LAS CONSTRUCCIONES.

TOMO TERCERO.

MADRID:

IMPRESA, ESTEREOTIPIA Y GALVANOPLASTIA DE ARIBAU Y C.<sup>o</sup>

(SUCESESORES DE RIVADENEYRA),

IMPRESORES DE CÁMARA DE S. M.,

calle del Duque de Osuna, núm. 3.

1877.

*Vol 7 1allas*

ANT  
XIX  
1760

ANALES DE OBRAS PÚBLICAS.



ANALES DE OBRAS PÚBLICAS.

---

# MEMORIAS Y DOCUMENTOS

REFERENTES

Á LA CIENCIA DEL INGENIERO

Y AL ARTE DE LAS CONSTRUCCIONES.

---

TOMO TERCERO.

---



MADRID:

IMPRESA, ESTEREOTIPIA Y GALVANOPLASTIA DE ARIBAU Y C.<sup>ª</sup>

(SUCEORES DE RIVADENEYRA),

IMPRESORES DE CÁMARA DE S. M.,

calle del Duque de Osuna, núm. 5.

---

1877.

R. 15970

ANALES  
DE  
OBRAS PÚBLICAS.

---

NÚM. 3.

---

MEMORIA

RELATIVA Á LAS

OBRAS DEL ACUEDUCTO DE TEMPUL

PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUAS Á

JEREZ DE LA FRONTERA,

POR

DON ANGEL MAYO,

Ingeniero Jefe de 1.<sup>a</sup> clase de Caminos, Canales y Puertos.

---

---

PRIMERA PARTE.

---

OBRAS DE CONDUCCION.

---

CAPÍTULO PRIMERO.

Consideraciones generales.

La ciudad de Jerez de la Frontera, ántes de la construccion del acueducto de Tempul, era una de las poblaciones que se hallaba peor surtida de agua, atendiendo á su importancia, á su riqueza y al número de habitantes.

En Agosto de 1861, época en que se emprendieron los estu-

dios, sólo habia dentro del perímetro de la ciudad ocho fuentes, que se reducian á un pequeño depósito de nueve á diez metros de capacidad cada uno, alimentados seis de ellos con agua de pozo elevada por medio de norias, y los otros dos de un pequeño manantial, próximo al ex-convento de la Cartuja; éste se conducia por una cañería de barro de 5 kilómetros de longitud y 6<sup>m</sup>,14 de diámetro.

La cantidad total de agua reunida entre las ocho fuentes apenas llegaba á 216 metros cúbicos cada 24 horas, en la forma siguiente:

	<u>Metros cúbicos.</u>
Fuente de San Telmo, de <i>propiedad del Ayuntamiento</i> , surtida del manantial llamado de los Albarizones, próximo á la Cartuja . . . . .	18
Idem de la Alcubilla, id. id. id. . . . .	26
Fuente llamada de la Lancería, situada en la calle de Doña Blanca, y surtida con agua de pozo elevada por medio de norias. . . . .	33
Idem de la Chancillería, en la calle del mismo nombre, surtida como la anterior. . . . .	27
Idem de San José en la plaza de San Sebastian, surtida tambien con agua de pozos elevada con norias. . . . .	23
Idem de la Puerta de Sevilla, id. id. . . . .	19
Idem de la calle de Ponce, id. id. . . . .	18
Idem del Ejido, id. id. . . . .	52
TOTAL. . . . .	<hr/> 216 <hr/>

metros cúbicos, que distribuidos entre los 45.000 habitantes que tiene Jerez dentro del casco de la ciudad, corresponden á 4,80 litros por dia y habitante.

El agua se tomaba de las fuentes en barriles y se distribuia en las casas con caballerías al precio de un real y un real veinticinco céntimos cada *carga*, que equivalia á un volúmen de 60 á 63 litros, y costaba de 16 á 20 reales el metro cúbico, en cantidad tan limitada como se ha dicho; pero no era sólo esto lo que llamaba la atencion, sino la mala calidad del líquido, pues exceptuando el agua de las fuentes de San Telmo y Alcubilla, que si bien era muy caliza, podia considerarse como potable, la de las demas no tenía ni aún esta indispensable condicion, así es que

las nuevas edificaciones se hacian con aljibes ó cisternas para recoger el agua de lluvia, que satisfacía algun tanto una necesidad tan imperiosa, á pesar de los reconocidos inconvenientes del uso de estas aguas.

Es, pues, extraño, que no se hubiese pensado en estudiar tan importante asunto, hasta el año 1861, en que, comprendiendo ya su necesidad y despues de algunas reuniones prévias del Gobernador de la provincia con el Municipio y los principales propietarios, fuí encargado de hacer y presentar un proyecto definitivo, empezando estos trabajos en el verano del mismo año, por el reconocimiento general de la cuenca del rio Guadalete, de que forma parte la ciudad de Jerez.

Despues de practicar largas y detenidas nivelaciones, aforos, análisis de las aguas, y tomar cuantos datos fué preciso, para resolver con acierto en una materia que tanto afectaba el porvenir y desarrollo de la poblacion, nos fijamos en los puntos siguientes, como los que merecian examinarse para la eleccion de la toma de aguas:

- 1.º Manantiales de la Mesa de Asta.
- 2.º Idem de la Sierra de Gíbalbin.
- 3.º Idem de San Andres é inmediatos.
- 4.º Rio Guadalete ántes de su confluencia con el Majaceite.
- 5.º Manantiales de Bornos.
- 6.º Idem de Benamahoma.
- 7.º Idem del Aljibe y de Ortela.
- 8.º Idem de Tempul.
- 9.º Rio Majaceite.
10. Rio Guadalete despues de su union con el Majaceite.
11. Manantiales de la Piedad.
12. Fuentes de la Canaleja, Pedro Diaz, la Teja, el Clérigo, la Vaquera, etc.

Otros muchos nacimientos se encuentran en la Sierra de Jerez, pero ni por su caudal, ni por su situacion, y la gran distancia á que se hallan, ó por pertenecer y servir á pueblos como Ubrique, Arcos, etc., no nos detuvimos á estudiarlos.

Para ver la disposicion de cada uno de los doce puntos indicados y conocer mejor las circunstancias que los distinguen, se ha representado en la lámina 1.<sup>ª</sup>, en escala de  $\frac{1}{100.000}$ , la parte más importante de la cuenca del rio, y en ella se han numerado los orígenes de agua, cuya descripcion será objeto del capítulo siguiente.

Como veremos en dicho capítulo, se da la preferencia á los manantiales de Tempul, despues al rio Majaceite en la Angostura de Arcos, y por último, el Guadalete en la inmediacion del puente de Cartuja, habiéndose formado los correspondientes proyectos detallados de las tres soluciones.

Despues de seguir la tramitacion oficial y someterlos á la aprobacion superior, recayó ésta en el proyecto de Tempul, así como la concesion de las aguas, en 5 de Junio de 1863, cuyo presupuesto era de treinta millones de reales, comprendiendo toda la distribucion.

Para realizar el pensamiento se creó una Sociedad anónima con 15.000 acciones de 2.000 reales cada una, las que fueron suscritas por el Ayuntamiento y los propietarios, emprendiéndose las obras en Mayo de 1864, continuándose hasta Setiembre de 1866, en que fué preciso suspenderlas por efecto de la crisis metálica, y no poder seguir abonando el Ayuntamiento los dividendos de sus acciones. Vencida esta dificultad, se emprendieron de nuevo los trabajos en Junio de 1868, hasta terminar el acueducto y una parte importante de la distribucion, abriéndose por primera vez la compuerta de toma de aguas en Tempul el 21 de Junio de 1869, á las seis de la tarde, entrando aquéllas en el Depósito de Jerez á las nueve y media de la mañana del siguiente dia 22. Como las obras inmediatas á la toma de aguas son las que presentaron mayores dificultades, y por lo mismo las últimas que se terminaron, no fué posible ensayar con anterioridad el acueducto por trozos, como hubiera sido de desear, teniendo que hacer la prueba de uno ó otro extremo, en cuyo trayecto se calculó tardaria el agua de quince á diez y seis horas. La inauguracion oficial se verificó el 16 de Julio inmediato, y para conmemorar tan impor-

tante suceso, mandó acuñar la Sociedad medallas de plata y cobre, del modelo representado en la figura.



Desde dicha fecha viene disfrutando la ciudad de Jerez, sin interrupcion, de este inmenso beneficio y surtiéndose los vecinos exclusivamente de estas aguas, pues á los pocos dias se cerraron las antiguas fuentes, abandonándose tambien los aljibes. Este hecho, que habla muy en favor de las aguas de Tempul, no lo consideramos, sin embargo, conveniente, pues por muy bien construido que esté el acueducto y perfectamente establecidas las cañerías de distribucion, no debe confiarse en absoluto el abastecimiento de una poblacion á un solo y único origen, sobre todo cuando existian ya otros anteriores; por lo cual hemos aconsejado siempre al Municipio que debia conservar y reparar la antigua cañería de las fuentes de San Telmo y la Alcubilla, pues aún cuando de reducidísimo caudal, podria ser un recurso en algun caso excepcional.

## CAPÍTULO II.

### Reconocimiento general y elección de la toma de aguas.

El reconocimiento general para el estudio de las aguas sólo se ha extendido á la cuenca del rio Guadalete, porque considerando que la importancia de la obra debe estar relacionada con

la de la poblacion, no pueden buscarse las aguas á distancias tales, que si bien bajo el punto de vista técnico satisfarian por completo, no sucederia lo mismo para la resolucion del problema económico, que es siempre el más atendible, y la base, por decirlo así, de este género de estudios, si se han de realizar despues las obras y el proyēcto ha de ser útil. Fundados en esta consideracion, examinaremos los sitios indicados en el capítulo anterior; por el mismo órden que allí se enumeraron.

NÚMERO 1.—*Manantiales de la Mesa de Asta*, situados á 6 kilómetros de Jerez y casi á la mitad del camino que conduce á Trebujena. Se presentan en cuatro grupos en forma de pozos, en la falda de un cerro, donde está el cortijo de la Mariscalá. Aforadas estas aguas en el verano de 1861, se encontró como producto medio en las 24 horas, durante los días que se practicó la operacion, 230 metros cúbicos, cuya cantidad es probable hubiera aún disminuido, si se hubiesen continuado los aforos, puesto que el procedimiento empleado fué el de agotar los pozos con bombas de Letestu, y dejarlos reponer para repetir la operacion. El sabor del agua es variable de uno á otro pozo, y su altura sólo permitiria que llegára á Jerez á la curva de nivel 36. (Lámina 7.<sup>a</sup>) Practicando galerías de comunicacion entre los manantiales se conseguiria aumentar la cantidad de agua, pero nunca sería suficiente para el surtido que se desea. Además, siendo el único sitio á donde concurren á beber los ganados de los alrededores, en años en que se secan los nacimientos pequeños, no sería posible disponer de la totalidad del agua, sin grandes perjuicios para la agricultura.

NÚMERO 2.—*Manantiales de la Sierra de Gíbalbin*. Esta sierra se eleva casi aislada en medio de una gran llanura y á 18 kilómetros de Jerez, en la proximidad del camino que conduce á Lebrija. En todas las vertientes se presentan pequeños nacimientos de agua, pero comprendidos en una extension de 3 kilómetros de longitud por uno de ancho; aforados aproximadamente en el verano de 1861, dieron los resultados siguientes:

	Metros cúbicos cada 24 horas.
Manantial de Romanina ó de la Molineta, en cuyo cauce se distinguen restos de un antiguo molino. . . . .	287
Pilares de Gamaza, recogidos en dos pozos que sirven de abrevaderos para el ganado. . . . .	124,50
Pilar en el camino de Arcos. . . . .	61,60
Manantiales y pozo de la Torre. . . . .	37
Nacimiento de la Malaguilla. . . . .	22
Manantiales y pozo del Cortijo de la Sierra. . . . .	19,50
TOTAL. . . . .	551,60

Hay otras pequeñas fuentes, que en su mayor parte se secan en el verano, pero que reunidas podrian dar unos 30 metros.

Todas estas aguas nacen á distintas alturas, y separadas ademas, como se ha indicado, exigirian para su reunion obras de alguna importancia, ántes de poderlas conducir. Su calidad es bastante variable, habiendo algunas hasta de mal sabor, y lo mismo que los manantiales de la Mesa, sirven de abrevadero á los ganados de los cortijos de Romanina, Gamaza y otros inmediatos, por lo cual no podia disponerse de la cantidad total.

NÚMERO 3.—*Manantial de San Andrés*. Saliendo de Arcos con direccion á Bornos por el curso mismo del rio, se llega al sitio denominado *Angostura de Bornos*, donde se estrecha el cauce del Guadalete entre dos laderas de roca caliza, quedando reducido á unos 20 metros; en su márgen derecha y despues de cruzar la carretera, hay varios manantiales, muy nombrados en la localidad, que se utilizan en el riego de huertas y posesiones de recreo. Aforados en la misma época que los anteriores, se obtuvieron los datos siguientes :

	Metros cúbicos cada 24 horas.
1.º Manantial de las huertas de la Angostura formado de cuatro fuentes ó veneros, en una extension de 80 metros, que reunidos dan . . . . .	32,50
2.º Idem á la entrada de la posesion conocida con el nombre de <i>Morella</i> .. . . .	78
3.º Idem denominada del <i>Moro</i> . . . . .	39
4.º Idem, dentro de la posesion, con lo cual se riegan las huertas, donde hay practicada una galería para alumbra mayor cantidad de agua . . . . .	583,50
TOTAL. . . . .	733

Este último nacimiento ha presentado la circunstancia notable de haber disminuido considerablemente y casi desaparecido durante los años del 50 al 53, presentándose despues las aguas y continuando hasta ahora sin interrupcion, aunque con las variaciones consiguientes á las distintas estaciones. La calidad de las aguas del último manantial es excelente, si bien todas ellas son potables, pero su distancia á Jerez, de más de 40 kilómetros, no compensaria el gasto que sería preciso hacer para conducir tan pequeño caudal.

NÚMERO 4.—*Rio Guadalete ántes de su confluencia con el Majaceite.*—El rio Guadalete tiene su origen en la Sierra de Lijar y recorre un trayecto de más de 40 kilómetros hasta su confluencia con el Majaceite, que no sólo es su afluente más importante, sino que tiene mayor caudal de agua que el Guadalete, continuando, sin embargo, con este nombre despues de la confluencia, hasta su desembocadura en el mar. En su trayecto, desde la salida de la sierra, el punto más notable para poder hacer la toma, es el indicado ya con el nombre de *Angostura de Bornos*, y señalado en la lámina 1.<sup>a</sup> con el número 4. Aforado el rio en este sitio en el verano de 1861, se encontraron 18.800 metros cúbicos cada 24 horas.

La calidad de las aguas es mala, pues segun el análisis practicado por el Colegio de Farmacéuticos de Cádiz, se ha encontrado que un litro contiene:

	Gramos.
Cloruro sódico. . . . .	0,208
Carbonato calizo. . . . .	0,022
Sulfato calcico. . . . .	0,018
Idem magnésico. . . . .	0,018
Cloruro cálcico. . . . .	0,012
Acido silíceo. . . . .	Inapreciable.
Materias orgánicas. . . . .	Vestigios.
TOTAL. . . . .	<hr/> 0,278 <hr/>

La Academia de Medicina y Cirugía, despues de hacer el análisis, concluye diciendo: « Por lo tanto, estas aguas, segun nuestra

opinion, no tienen las condiciones y cualidades que se requieren para ser potables.»

Por otra parte, estas aguas vienen constantemente turbias, y exigirían filtros para su uso en el abastecimiento de Jerez.

NÚMERO 5.—*Manantial de Bornos*. Este nacimiento sale en la falda opuesta del cerro en que brotan las aguas de San Andres, y se aplica al surtido de Bornos, utilizando el sobrante en el riego de las huertas, que constituyen la principal riqueza de este pueblo, además de poner en movimiento varios molinos. Así pues, si bien son de excelente calidad, por lo cual acuden allí muchos forasteros en el verano, y según un aforo aproximado, su caudal no baja de 4 á 4.500 metros cúbicos cada 24 horas, no se podría sin grandes perjuicios y costosas expropiaciones utilizarlas para Jerez, cuyo derecho sería dudoso, mientras existan otras corrientes que, aunque más costosas para su aprovechamiento, no causen los perjuicios indicados.

NÚMERO 6.—*Nacimiento de Benamahoma*. En lo más áspero de la sierra y al pié de las montañas que rodean la aldea de Benamahoma, se presentan tres magníficos y abundantes manantiales, que por lo hermoso del sitio, por su elevación sobre el fondo del valle, y por la transparencia, abundancia y excelente calidad de sus aguas, causan la admiración de cuantas personas visitan aquel pintoresco anfiteatro, formado por la naturaleza en un rincón de la sierra, al que sólo puede llegarse por un peligroso sendero, practicado en la ladera que forma la margen izquierda del río del Bosque. Estos manantiales salen entre las grietas de la roca caliza, extendiéndose en un espacio horizontal cercado artificialmente con piedras y pequeños mampuestos en seco, dispuestos para retener el agua á una altura de 0<sup>m</sup>,40, descendiendo después en forma de cascada hasta el molino inmediato, que sólo dista 44 metros de los manantiales, con un desnivel de 14 metros. Desde aquí las aguas se distribuyen en tres cauces; el primero sirve para regar las huertas y poner en movimiento un batan; el segundo forma el del molino indicado, y el agua del tercero se pierde en el terreno, uniéndose después á los dos

primeros, para constituir el arroyo origen del rio Majaceite. Aforadas estas aguas en la misma época que las anteriores, se encontró

	Metros cúbicos cada 24 horas.
Acequia del batan . . . . .	6.027
Idem del molino . . . . .	7.500
Agua perdida que pasa directamente al arroyo. . . . .	6.815
TOTAL. . . . .	20.342

A la distancia de 3 kilómetros y en la márgen opuesta hay otro manantial denominado del Moro, que tenía 1.560 metros, y que unido á los anteriores da origen al rio del Bosque, donde hay establecidos varios molinos, regándose ademas algunas huertas y maizales.

NÚMERO 7.—*Manantiales del Aljibe y de Ortela.* Las aguas de estos manantiales nacen en la sierra de este nombre, cuyo pico ó punta más elevada está 1.090 metros próximamente sobre el nivel del mar, y ha servido de vértice para la triangulacion geodésica hecha por el Instituto Geográfico, conservándose aún la señal de mampostería que se estableció con dicho objeto. Esta sierra tiene tres vertientes principales á los rios Guadiaro, Barbate y Guadalete, formando, por lo tanto, parte de la divisoria entre el Océano y Mediterráneo. En la última, que es la del Guadalete y única de que nos ocupamos, se encuentran tres notables nacimientos, denominados de Fonfrías los dos primeros y de Ñames el tercero, cuyas aguas aforadas despues de estar reunidas, dieron en Febrero de 1873, 30.800 metros cúbicos cada 24 horas, época en la cual en Tempul sólo habia 15.000; pero hay la circunstancia de que á medida que avanza la estacion descende el caudal de estos nacimientos con mucha rapidez, así es que en el mes de Setiembre, cuando no daban más que 5.000 metros cúbicos, Tempul conservaba algo más de 9.000. Las aguas indicadas pueden aún aumentarse con las del nacimiento de Ortela y algunas otras, su calidad es excelente y su elevacion considerable, así es que se

encuentran en condiciones muy favorables para poder ser conducidas á Jerez (1).

NÚMERO 8.— *Manantial de Tempul*. Las aguas de Tempul tienen su origen en una de las estribaciones de la sierra llamada de las Cabras, á 4 kilómetros de Algar y 45 de Jerez; se presentan en la márgen izquierda del rio Majaceite, á la distancia de 500 metros de este rio y 53 sobre su cauce, formando un arroyo con varios saltos, donde se establecieron desde muy antiguo tres molinos harineros. La salida del agua se verifica en forma de chorros y sudaderos, en una longitud de más de 100 metros, extendiéndose ántes de ejecutarse las obras, en una llanura para regar várias huertas, y utilizar el sobrante en el movimiento de los molinos indicados.

Aforado este manantial, se encontró en los meses de Agosto y Setiembre 9.086 y 10.060 metros cada 24 horas, cantidades que se consideraron como mínimas, atendiendo á que hacía cuatro años que llovía muy poco, y á las indicaciones de los prácticos de la localidad.

Verificado el análisis de estas aguas por el Colegio de Farmacéuticos de Cádiz, encontraron que un litro contenia:

	Gramos.
Carbonato cálcico. . . . .	0,062
Cloruro sódico. . . . .	0,054
Sulfato cálcico. . . . .	0,026
Idem magnésico . . . . .	0,012
Cloruro cálcico . . . . .	0,016
Acido silíceo } . . . . .	Inapreciables.
Hierro. . . . .	
Materia orgánica . . . . .	Vestigios.
TOTAL. . . . .	0,170

(1) Lo mismo puede decirse respecto á Cádiz; el trayecto á esta poblacion sería de unos 70 kilómetros y haciendo la conduccion por medio de una serie de sifones, su coste no excederia de veinticinco millones de reales. Si el capital empleado por la Compañía inglesa, que ha conducido las aguas de la Piedad y Valle de Sidonia, se hubiese invertido en esta obra no se encontraría hoy la ciudad de Cádiz con agua escasa y de muy mala calidad, segun el reciente análisis hecho por el Colegio de Farmacéuticos; teniendo ademas que elevarla artificialmente á 62 metros de altura.

y hecho este mismo análisis por el ingeniero del cuerpo de Minas D. Luis de la Escosura, con muestras de agua tomadas en la localidad con grandes precauciones, en el origen mismo de los manantiales, y despues de haber pasado por los molinos, habiendo recorrido un trayecto de más de 400 metros con un desnivel de 45, encontró dicho ingeniero la siguiente composicion en un litro:

	Del origen del manantial.	Despues de los molinos.
	<i>Gramos.</i>	<i>Gramos.</i>
Carbonato de cal. . . . .	0,222	0,136
Sulfato de cal. . . . .	0,068	0,060
Cloruros de sodio y de magnesia. . . . .	0,028	0,025
Hierro, sílice y materia orgánica. . . . .	Indicios.	Indicios.
SUMAS. . . . .	0,318	0,221
Acido carbónico libre. . . . .	0,096 = 0,051 litros.	0,012 = 0,006 litros.
Grados hidrotinétricos. . . . .	30	22

En vista de estos análisis, tanto el Colegio de Farmacéuticos como la Academia de Medicina y el ingeniero Escosura, convienen en que estas aguas «son buenas y potables, y que todas las sustancias se hallan combinadas en tan buenas condiciones, que las hacen útiles para todos los usos á que quieran destinarse.»

Las aguas de Tempul debieron ser conducidas á Cádiz en época remota (1), conservándose aún restos del acueducto, que permiten marcar con precision la zona que recorria.

La toma se hacía en el origen mismo de los nacimientos, donde se conserva uno de los cajeros del acueducto, cuya seccion era de 0<sup>m</sup>,60 de ancho y 1<sup>m</sup>,50 de altura, y salia por los callejones de Tempul al cerro de los Cuquillos y Garganta de Bogaz, faldeando despues la sierra de Dos Hermanas, y por el arroyo de Fuente Imbros á las tierras de la Peruela y cortijo del Algarrobillo. En todos estos sitios hay todavía vestigios del antiguo acue-

(1) Véase el Apéndice, nota 1.<sup>a</sup>

ducto, observándose que para evitar los puentes se alargaba mucho el trazado, buscando los arroyos y cañadas casi en su origen. Pasadas las tierras del Algarrobillo, se dirigia al cortijo de los Isletes y al de los Arquillos, habiendo tomado este nombre por los restos que hace muy pocos años se conservaban aún de los arcos de un puente-acueducto; continuaba al cortijo de Guerra en término de Puerto Real y por los pinares de Chiclana al puente de Zuazo, desde cuyo sitio el trazado ya no podia ser dudoso, teniendo que seguir por la antigua carretera que conducia á Cádiz entre los dos mares.

Para no distraer la atencion, del reconocimiento que vamos exponiendo, se indican en la nota 1.<sup>a</sup> del Apéndice las noticias que hemos podido reunir, respecto al origen y época en que debió ejecutarse esta obra.

NÚMERO 9.—*Rio Majaceite*. Este rio, formado por la reunion de otros dos que han recibido los nombres del Bosque y Ubrique, sigue su curso por la inmediacion del manantial de Tempul, con un desarrollo de cerca de 20 kilómetros, y despues de recoger estas aguas, continúa por el sitio llamado *Angostura de Arcos*, hasta su confluencia con el rio Guadalete, á 26 kilómetros de Jerez.

Aforadas sus aguas, medio kilómetro por debajo del molino de Matos, en la misma época que se hizo esta operacion en el Guadalete, se encontraron 31.500 metros cada 24 horas, y practicado el análisis por el mismo Sr. Escosura, emitió el dictámen siguiente: «Se ha tomado la muestra en el sitio llamado *La Angostura*, el 24 de Setiembre de 1861, despues de cuatro meses de absoluta sequía. No disuelve bien el jabon, ni tiene ninguna de las propiedades de las aguas potables de buena calidad. Es comparable por su composicion á las de pozo de Madrid; es inferior á la del Guadalquivir, en Andújar, y aunque no tan mala como la del Jarama ni del Tajo, que suelen beberse, si bien la última mezclada con la del manantial, sólo pudiera servir para riego de plantas y de calles, pero de manera alguna para los usos domésticos, ni para el lavado.

»Un litro de esta agua contiene:

	Gramos.
Carbonato de cal. . . . .	0,096
Sulfato de cal. . . . .	0,255
Sulfato de magnesia. . . . .	0,015
Cloruro de magnesio. . . . .	0,053
Cloruro de sodio. . . . .	0,116
Sílice. . . . .	0,002
Hierro y materias orgánicas. . . . .	Indicios.
SUMA. . . . .	<u>0,537</u>

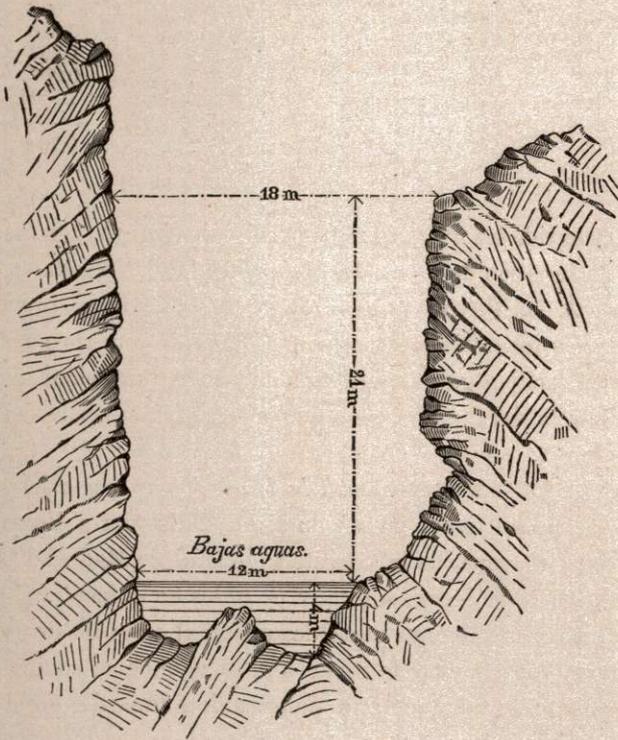
»Las cantidades de yeso (sulfato de cal) y de sal comun (cloruro sódico) que contiene esta agua, son las que la comunican las propiedades por las cuales no puede utilizarse para la distribución de Jerez.»

Sin embargo de lo expuesto, la Academia de Medicina de Cádiz, despues de haber practicado tambien su análisis, concluye diciendo: «Estas aguas pueden colocarse en las de condiciones potables de buena calidad, aunque no en el grado de las de Tempul; los reactivos han comprobado (salvo pequeñas modificaciones), ser iguales á éstas; las variaciones son, no haber enrojecido el papel tornasol, ni haber demostrado más que pequeños vestigios de carbonato férrico.»

La pendiente media del Majaceite desde la union de los rios del Bosque y de Ubrique hasta su confluencia con el Guadalete es de  $\frac{1}{1500}$ , que se acumula en algunos sitios, formando pequeñas cascadas, y disminuye en otros, produciendo remansos, donde el agua detenida se enturbia, y aumentando su temperatura, la hace desagradable para la bebida. El sitio más conveniente para la toma sería el indicado ya de la Angostura de Areos, cuyo perfil trasversal se representa en la figura, y que en una logitud de 300 metros es todo de roca caliza y compacta, que permite fundar perfectamente la presa de toma.

NÚMERO 10.—*Rio Guadalete en la inmediacion del puente de la Cartuja.* El punto más próximo á Jerez del rio Guadalete es donde le cruza el puente de la Cartuja, pues pensando en tomar sus aguas para el abastecimiento de la poblacion, y teniendo que

elevantas, lo natural es reducir cuanto sea posible la longitud del trazado. Este sitio dista solo seis kilómetros de Jerez, haciéndose sensible en él las grandes mareas equinocciales, por lo cual,



para punto de toma no podría descenderse más, y si utilizar la presa del molino, que está muy bien construida. Aforado el río en este sitio aproximadamente, pues su cantidad es muy superior á las necesidades del abastecimiento, encontramos de 40 á 50 mil metros cúbicos en su mayor estiaje cada 24 horas, y analizadas sus aguas por el Sr. Escosura, manifestó que:

«Un litro de agua del Guadalete recogida el 15 de Noviembre

de 1861, despues de diez dias de lluvia bastante copiosa y aclarada por reposo, contiene:

	Gramos.
Carbonato de cal. . . . .	0,125
Sulfato de cal. . . . .	0,202
Sulfato de magnesia. . . . .	0,078
Cloruro de magnesio. . . . .	0,026
Cloruro de sodio. . . . .	0,267
Silice. . . . .	0,003
Hierro y materia orgánica. . . . .	Indicios
TOTAL. . . . .	0,701

»Las cantidades de carbonato de cal y de cloruro, son más considerables que las del agua del Majaceite. La del Guadalete cogida ántes de las lluvias hubiera dado todavía mayor proporción de materias fijas. No creemos que el agua de este rio puede utilizarse de modo alguno como potable; no es tan buena como la del Tajo y la del Jarama y no puede comparare con la del Guadalquivir.»

NÚMERO 11.—*Manantiales de la Piedad.* Las aguas denominadas de la Piedad tienen su origen al pié de la sierra llamada de San Cristóbal, cerca de la Carretera general de Madrid á Cadiz y á 8 kilómetros de Jerez; son muy notables en la localidad por su bondad, utilizándose una parte de su caudal en el abastecimiento de la ciudad del Puerto de Santa María, adonde se conducen por un acueducto de mampostería, construido á fines del siglo pasado. (Apéndice nota 2.<sup>a</sup>)

Estas aguas se presentan en tres puntos diferentes, comprendidos en una longitud de 300 metros y á una altura de 10 á 11 metros sobre el nivel de la bajamar, en la forma siguiente:

1.º En una serie de galerías abiertas en roca, siguiendo la figura que ha exigido el descubrimiento de los veneros, algunas de las cuales se han revestido, por no ser suficientemente resistente el terreno en que se han perforado. Estas galerías de seccion irregular, en número de quince, tienen un desarrollo total de 500 metros y 2.800 de superficie, con una profundidad de 0<sup>m</sup>,40 de

agua, lo que da un volúmen de 1.120 metros cúbicos, constituyendo un depósito natural.

2.º En el pozo de los Alamos, que es un copioso nacimiento rodeado de un brocal de piedra, por lo que sin duda ha tomado el nombre de pozo, donde se ha hecho subir el nivel del agua, conteniéndola con un muro circular de fábrica (1).

3.º En las fuentes del Marqués del Castillo y otros pequeños veneros, con cuyo producto se riegan las huertas y naranjales.

Reunidas estas aguas en una galería de concentracion de 500 metros de longitud próximamente, pasan á un pequeño depósito, de donde sale el acueducto que las conduce al Puerto de Santa María, para distribirse en las fuentes públicas y á los particulares que tienen derecho á ellas.

El año 1853 el Ingeniero D. Manuel Recarte hizo un aforo del caudal que llegaba á la ciudad, encontrando  $37\frac{1}{2}$  pulgadas fontaneras (750 metros cúbicos) cada 24 horas. Posteriormente, en el verano de 1856, tratando de utilizar estas aguas en el consumo de las locomotoras del ferro-carril, hice una medicion aproximada en el origen mismo de los manantiales, encontrando:

	Metros cúbicos cada 24 horas.
Manantiales que se reunen en las galerías. . . . .	974
Pozo de los Alamos. . . . .	308
Fuente del Marqués del Castillo y otros pequeños nacimientos. . . . .	195
TOTAL. . . . .	1.477

(1) Este procedimiento le hemos visto empleado con frecuencia en otros varios manantiales, rodeándolos con muros de sillería. Generalmente se establece al rededor del nacimiento una especie de brocal como en los pozos, que conteniendo el agua que sale á la superficie, la hace subir en los primeros momentos, y produce, como es consiguiente, en la salida del agua una presion que aumenta con la altura que toma ésta; dicha presion va equilibrando la que tiene el manantial para salir á la superficie, disminuyendo su producto y pudiendo ocurrir, como hemos tenido ocasion de observar, que hallándose aquél oprimido se filtre el agua y busque salida por otro sitio, á veces á grandes distancias y hasta desconocidas.

En 1861 visité nuevamente este sitio, con el objeto que ahora tratamos, de abastecer á la ciudad de Jerez, y hallé próximamente la misma cantidad de agua que en el aforo anterior, obligándome esto á abandonar desde luégo el pensamiento de hacer estudios para su conduccion, puesto que perteneciendo estas aguas á una poblacion que tiene 21.000 almas, no podia corresponderles más que á razon de 70 litros por habitante, áun cuando todas se utilizasen; pero como dato comparativo de su calidad se hizo el análisis por el mismo Sr. Escosura, que habia practicado todos los demas, emitiendo el siguiente dictámen:

«El agua de la Piedad ha sido recogida en el mes de Marzo de este año. Los manantiales brotan en un terreno calizo, en término del Puerto de Santa María y cerca del camino que desde Jerez conduce á Cádiz. El agua reúne todas las condiciones de las potables de mejor calidad. Tiene ménos cantidad de sustancias fijas que las celebradas del Berro y de la Cibéles de Madrid, si bien no es tan agradable al paladar como las últimas, porque contiene un exceso de carbonato de cal.

»Un litro de estas aguas se compone de

	Gramos.
Carbonato de cal. . . . .	0,138
Sulfato de cal. . . . .	0,015
Cloruros de sodio y de magnesia. . . . .	0,053
Hierro y materia orgánica. . . . .	Indicios.
TOTAL. . . . .	0,206

»Compárense los residuos totales de materias fijas de los rios Majaceite y Guadalete con el de la Piedad, y se advertirá que siendo este último uno, los otros dos son respectivamente 2,5 y 3,5.

»Es de sentir que no se reúna el caudal necesario para surtir al Puerto de Santa María y á Jerez con estos manantiales, porque el agua es la mejor de las que pueden proporcionarse para esta última poblacion.»

Sin embargo de lo expuesto, ha habido una Compañía inglesa que, suponiendo existia en la Piedad y Valle de Sidonia suficiente cantidad para surtir al Puerto de Santa María y á Cádiz, ha

hecho obras importantes en este valle, invirtiendo más de 60 millones de reales. Se han establecido dos máquinas de vapor de 80 caballos cada una, para elevar el agua desde un pozo de concentracion al depósito construido en la sierra de San Cristóbal á 62 metros de elevacion, y desde allí se ha conducido por medio de un sifon de 0<sup>m</sup>,45 de diámetro, siguiendo la explanacion del ferro-carril, hasta Cádiz, donde se han colocado las cañerías de distribucion.

Del informe que dió en 1.º de Marzo de 1872 el Ingeniero Director Mr. Valentine G. Bell, copiamos lo que sigue en lo referente al caudal de agua de estos manantiales (1).

	Metros cúbicos cada 24 horas.
«El pozo abierto por Mr. Etienne, de 11 metros de profundidad, produce 2.000 metros cada 24 horas en el verano y despues de tres años consecutivos de sequia; puede, pues, asegurarse que profundizando 7 metros más hasta llegar á la arcilla, se duplicará la cantidad de agua y podrá contarse con. . . . .	4.000
Del mismo modo el segundo pozo, que yo me propongo abrir, agregando las filtraciones de una galería de 300 metros de longitud, más baja que el muro de la Piedad, para interceptar todas las aguas que se escapan ahora de esos manantiales, podrán dar un conjunto de. . . . .	6.000
Ademas se proyecta una galería de concentracion de 1.400 metros de longitud, en la cual puede contarse por lo ménos con. . . . .	2.000
Y por último, las obras actuales de los manantiales, ó sean las galerías, pozo de los Alamos, etc., dan. . .	2.000
TOTAL. . . . .	14.000»

«Cuyos catorce mil metros cúbicos podrán distribuirse á razon de cien litros por dia y habitante, de la manera siguiente:

	Habitantes.	Metros.
Puerto de Santa María.. . . . .	21.000 . . . . .	2.100
Puerto Real. . . . .	10.000 . . . . .	1.000
San Fernando.. . . . .	20.000 . . . . .	2.000
Arsenal de la Carraca. . . . .	8.000 . . . . .	800
Barrio extramuros de Cádiz.. . . .	3.000 . . . . .	300
Poblacion de Cádiz.. . . . .	71.000 . . . . .	7.100
TOTALES. . . . .	1.33.000	13.300»

(1) *Engineer,s Report to the Directors of the Cádiz waterworks Company limited.*

Imposible parece que sin practicar aforos detenidos, y sin fijarse en la constitucion de los terrenos donde salen los manantiales de la Piedad, así como en el origen de estas aguas, y fundándose sólo en vanas é ilusorias teorías, se comprometan grandes capitales, para obtener un resultado bien conocido y consignado en la Memoria del proyecto de Tempul que presenté el 1.º de Mayo de 1862, pero que hoy la experiencia ha venido á confirmar y á justificar, más si cabe, la eleccion de aquel manantial para el surtido de Jerez.

Así es, que terminadas las obras de la Compañía inglesa en la Piedad y Valle de Sidonia en Junio de 1874, empezaron á funcionar las máquinas de vapor, agotándose el pozo de concentracion, cuando sólo se habian extraido de 800 á 900 metros cúbicos de agua, no pudiendo exceder nunca de 1.100 á 1.200 metros en las 24 horas con un trabajo continuo, pues si bien hubo dia de obtener hasta 1.400, fué despues de descansar los pozos y galerías perforadas, efecto de las continuadas interrupciones del sifon por roturas de tubos; es decir, que con un trabajo uniforme y constante se conseguirán 1.100 metros cúbicos de agua cada 24 horas, los que reunidos al producto de las antiguas obras de los manantiales de la Piedad, se llegará á un máximo de 2.500 metros, teniendo que elevarlas á 62 y respetar los derechos de una poblacion de 21.000 almas, dueña de estas aguas y con las cuales se está surtiendo.

No es esto lo más notable, sino que á medida que se ha seguido elevando el agua, ha ido perdiendo sus condiciones potables, efecto quizá de filtraciones salobres, por hallarse el fondo de las galería y pozo de concentracion 6 metros por debajo del nivel del mar y á 2 kilómetros de éste.

Bajo el punto de vista económico, los resultados obtenidos en las obras de abastecimiento de aguas á Cádiz, donde, como ya se ha indicado, se han invertido más de 60 millones de reales, han de influir poderosamente en el retraimiento de los capitales que busquen su colocacion, en empresas de este género.

NÚMERO 12. — *Fuentes y manantiales de la Canaleja.* A 3 ki-

lómetros de Jerez, en las vertientes del arroyo del Albaladejo se encuentran varios nacimientos de agua, conocidos con los nombres de fuentes de Pedro Diaz, la Teja, el Clérigo, la Vaquera, etc., las cuales reunidas dan de 250 á 300 metros cúbicos cada 24 horas, por lo que no hacemos más que mencionarlas, pues si el caudal correspondiese á la buena calidad de sus aguas y su proximidad á la poblacion, merecerian un estudio especial. Es de creer que haciendo nuevos alumbramientos y galerías de reunion se aumentaria bastante su producto, pero nunca se obtendria cantidad suficiente para un abastecimiento completo, aparte del inconveniente de tener que elevarla 50 metros para hacer la distribucion, en buenas condiciones.

---

De todo lo expuesto se deduce que la cuenca de que forma parte la poblacion de Jerez vierte sus aguas en el rio Guadalete, cuyos afluentes principales en la extension estudiada (lámina 1.<sup>a</sup>), son, por su márgen derecha, y partiendo de las inmediaciones de Bornos:

1.º Los arroyos que recogen las aguas de los manantiales de San Andres y de Bornos.

2.º El arroyo Salado de Espera, que entra en el Guadalete antes de la junta de los rios.

3.º El arroyo de Gedula.

4.º El arroyo de Albaladejo, que recoge las aguas de los llanos de Caulina, de los manantiales de la sierra de Gibalbin, de la Mesa de Asta y de la Canaleja.

5.º El arroyo de la alcantarilla que reúne las aguas de la Cañada del Carrillo.

Por la márgen izquierda el afluente importante es el rio Majaceite, que recibe los manantiales de Benamahoma, del Aljibe y de Tempul, formando respectivamente el rio del Bosque, la Garganta del Caballo y el arroyo de Tempul.

Despues que se hizo este reconocimiento general de los sitios donde se encuentran aguas, examinamos los que presentaban

mayores ventajas, bajo el punto de vista de la cantidad, la calidad y la posibilidad de su aprovechamiento entre ciertos límites, que son las condiciones generales á que se halla siempre sujeto el estudio de abastecimiento de aguas á una poblacion, problema tan complejo y difícil de resolver con acierto.

Desde luego descartamos los manantiales de la Mesa de Asta, de Gibalbin, de San Andres, de la Piedad y de la Canaleja por su poco caudal; los de Bornos, por servir ya á una poblacion, no sólo para el surtido, sino tambien para el riego de las huertas y alguna industria; los de Benamahoma, por lo costosa que sería su conduccion, teniendo en cuenta la gran distancia á que se encuentran de Jerez, y lo desigual y accidentado del terreno que sería preciso seguir con el acueducto; los del Aljibe, por la misma razon que los anteriores, sin embargo de que en caso necesario podrian agregarse á los de Tempul, como ya indicaremos, y por último, el rio Guadalete, en la *Angostura de Bornos*, por la mala calidad de sus aguas. Quedan los manantiales de Tempul y los rios Majaceite en la *Angostura*, y Guadalete en el puente de Cartuja, de los cuales se estudiaron los proyectos completos, pero que aquí sólo harémos indicaciones generales de los dos últimos, puesto que las obras ejecutadas han sido las de Tempul.

#### CANTIDAD DE AGUA.

La cantidad de agua que se necesita para surtir á una poblacion, está ya conocida por la práctica adquirida en las conducciones importantes que se han hecho en estos últimos años, y depende principalmente del clima y de las costumbres de la localidad. En una ciudad donde el agua ha escaseado constantemente y tiene hábitos de economía, como sucedia en Jerez, no puede apreciarse el consumo, pues durante algun tiempo y hasta que se cree la necesidad de gastarla, el caudal conducido, en su mayor parte no hará, por decirlo así, más que entrar en la poblacion y volver á salir sin aprovechamiento alguno.

Para fijar el tipo que corresponderá á una poblacion de 45.000

almas y de las condiciones de Jerez, con una extension de 245 hectáreas, observemos los principales usos á que se destina el agua. Estos son:

1.º El servicio doméstico, que comprende la bebida y preparacion de los alimentos, el aseo personal y limpieza de todas las dependencias de la casa.

2.º El consumo industrial en las fábricas, y los establecimientos de baños públicos.

3.º La limpieza y riego de las calles y plazas.

4.º El surtido de las fuentes monumentales y jardines públicos.

5.º La extincion de los incendios.

Los ingenieros ingleses calculan, término medio, para los dos primeros servicios, 90 litros por dia y habitante: en cuanto á los 3.º y 4.º consideran que basta con una capa de agua de 0<sup>m</sup>,65 de altura, repartida con uniformidad en la superficie de la poblacion, con lo cual se ha fijado la distribucion total en la mayor parte de las ciudades inglesas de 140 á 160 litros por dia y habitante (35 gallones).

Los franceses, en los grandes proyectos estudiados, han contado siempre que el consumo para los usos domésticos puede apreciarse en 50 litros por habitante, y que debe duplicarse para atender tambien á los usos públicos; así es que el tipo fijado es de 100 litros.

En el proyecto de distribucion del canal del Lozoya se fija el consumo diario por habitante en Madrid, de la manera siguiente:

	Litros.
Necesidades particulares. . . . .	50
{ Riego de la via pública. . . . .	10
{ Fuentes monumentales . . . . .	20
Necesidades públicas.. . . .	4
{ Limpieza de las alcantarillas.. . . .	4
{ Extincion de los incendios y demas consumos eventuales imprevistos. . . . .	6
TOTAL POR HABITANTE. . . . .	90

Como complemento de lo expuesto, se acompaña el adjunto

estado de la cantidad de agua distribuida en diferentes poblaciones:

Nombre de las poblaciones.	Número de litros por día y habitante.	Nombre de las poblaciones.	Número de litros por día y habitante.
Roma . . . . .	944	Preston . . . . .	73
Madrid . . . . .	90	Manchester . . . . .	95
Brusélas . . . . .	80	Liverpool . . . . .	108
Berlin . . . . .	70 á 80	Birkenead . . . . .	190
Ginebra . . . . .	74	Dijon . . . . .	198 á 678
Viena . . . . .	60 á 65	Burdeos . . . . .	170
París . . . . .	120	Lyon . . . . .	85
Lóndres . . . . .	174	Tolosa . . . . .	62 á 78
Hull . . . . .	173	Nantes . . . . .	60
Glasgow . . . . .	236	Génova . . . . .	100 á 120
Nottingham . . . . .	75 á 80	Filadelfia . . . . .	60 á 70
Edimburgo . . . . .	162	Nueva-York . . . . .	115 á 120
Chester . . . . .	135	Jerez . . . . .	200

Segun esto, el tipo de 150 litros es muy suficiente para satisfacer las necesidades, tanto públicas como particulares, y para que Jerez se halle tan bien surtida como las poblaciones de más importancia; pero si se tiene en cuenta que la industria vinatera absorbe gran cantidad de agua para sus operaciones; que la extension de las calles es muy considerable; que deberán regarse en verano dos ó tres veces al día, y contando ademas con un aumento de poblacion, elevarémos la cifra anterior á 200 litros por día y habitante, lo que equivale á 8.000 metros cúbicos cada 24 horas.

Así es que bajo el punto de vista de la cantidad de agua, las tres soluciones que estamos examinando satisfacen cumplidamente, si bien el manantial de Tempul es el que descende tan rápidamente, que pudiera hacer temer su disminucion. Para conocer con exactitud su caudal, se estableció en el cauce del arroyo, desde Junio de 1862, un vertedero de 2 metros de ancho, formado de una chapa delgada de hierro, por el cual se hacía pasar toda el agua reunida de los manantiales. Uno de sus lados verticales se dividió en centímetros y milímetros, para conocer la altura de la capa de agua que pasaba, y ademas se estableció una regla dividida en el cauce, retirada medio metro del aparato, perfec-

tamente vertical y dispuesta de modo que el *cero* estuviese de nivel con la arista horizontal del vertedero; en esta escala se leía la altura de la capa de agua que pasaba por la abertura de 2 metros de ancho.

Un observador tomaba dicha altura dos veces desde las seis de la mañana hasta las seis de la tarde, y la sustituía en vez de  $h$ , en la fórmula

$$Q = 1,77 b h^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

daba á conocer el aforo; como el ancho  $b$  es constante y de 2<sup>m</sup> la fórmula práctica que hemos empleado en nuestro caso, ha sido

$$Q = 3,54 h^{\frac{3}{2}}$$

que ha servido para formar el estado siguiente, hasta Junio del año 1869, en que la medicion se practicó directamente en el acueducto y en el Depósito de Jerez, puesto que las obras de conduccion se habian ya terminado.

---

(1) *Les Fontaines publiques de la ville de Dijon*, par Mr. DARCY, Paris, 1856.

**CUADRO del término medio en metros cúbicos cada veinticuatro horas que ha producido el manantial de Tempul.**

MESES.	Año de 1862.	Año de 1863.	Año de 1864.	Año de 1865.	Año de 1866.	Año de 1867.	Año de 1868.	Año de 1869.	Año de 1870.	Año de 1871.	Año de 1872.	Año de 1873.	Año de 1874.	Año de 1875.	Año de 1876.	OBSERVACIONES.		
Enero. . .	52.755	»	»	56.662	21.778	44.246	45.200	17.254	14.506	12.520	20.674	23.240	12.920	9.655	14.270	* Desde el 22 de Marzo al 10 de Abril, el caudal de aguas llegó á 95.663 metros cúbicos cada 24 horas.		
Febrero. . .	»	»	»	58.414	»	70.850	14.550	16.460	13.920	17.950	20.940	28.106	15.050	9.798	13.050			
Marzo. . .	»	»	»	26.914	»	70.850	13.500	16.700	17.640	25.480	17.408	19.840	13.240	12.540	18.920			
Abril. . .	»	»	»	21.005	56.503	57.084	72.974*	57.550	42.025	47.940	22.440	27.104	29.702	22.504	13.420		15.225	16.590
Mayo. . .	»	»	»	21.003	55.411	52.635	42.012	42.000	11.500	16.580	21.100	19.670	24.405	15.920	15.210		11.520	12.680
Junio. . .	21.464	21.454	24.864	27.575	27.574	51.950	10.525	13.925	29.406	27.560	20.450	17.810	12.920	10.240	11.800			
Julio. . .	16.530	16.944	17.958	25.567	16.655	27.250	9.150	12.890	16.510	17.204	15.920	15.400	12.404	10.120	11.650			
Agosto. . .	12.508	13.405	10.522	15.557	11.148	20.450	8.225	11.620	12.820	12.706	15.740	15.200	11.625	9.870	10.460			
Septiembre. . .	10.050	10.050	7.906	8.288	11.940	15.350	7.925	10.680	10.504	11.908	11.024	11.940	10.440	8.220	9.380			
Octubre. . .	8.242	8.238	20.998	8.298	11.912	13.500	8.220	9.540	9.010	10.406	9.064	9.520	10.120	8.012	»			
Noviembre. . .	7.255	7.554	54.858	14.460	11.154	11.900	10.670	11.410	9.400	10.500	12.037	5.760	9.280	7.504	»			
Diciembre. . .	12.951	»	49.902	21.990	14.154	10.750	12.950	16.704	11.600	11.480	17.940	11.430	8.720	12.012	»			

CALIDAD DEL AGUA.

La segunda condicion importante á que deben satisfacer las aguas, es la relativa á su calidad, cuyo exámen corresponde á los químicos y á los médicos: así es que ademas de los análisis é informes emitidos oficialmente por el Colegio de Farmacéuticos y la Academia de Medicina de Cadiz, se hicieron otros muy detenidamente por el ilustrado ingeniero del cuerpo de Minas, D. Luis de la Escosura, una de las personas más competentes en esta materia, y que se han consignado respectivamente en cada una de las aguas reconocidas; los resultados están conformes con la observacion del terreno por donde corren las aguas. En efecto, las del manantial de Tempul salen entre los bancos de roca caliza que constituyen las laderas de los cerros inmediatos, cargadas con 0,222 gramos por litro de carbonato de cal; en seguida empiezan á descender hasta el rio por una serie de cascadas, en cuyo trayecto se desprende una parte del ácido carbónico libre que contienen, y no pudiendo mantenerse ya en disolucion todo el carbonato de cal, se precipita, adhiriéndose á los cuerpos con quienes choca ó está en contacto, tales como los arbustos, las paletas de las ruedas de molino, y cuantos objetos se atraviesan en la corriente. Al entrar en el rio ya el agua no conserva más que 0,136 gramos de dicha sustancia, y uniéndose con la del Majaceite, sigue hasta la Angostura, por un cauce formado de terrenos yesosos. Nada, pues, tiene de extraño que, analizada el agua de dicho rio tomada en ese sitio (pág. 18), contenga 0,255 gramos de sulfato de cal por litro; desde aquí continúa por la misma clase de terreno hasta unirse con el Guadalete, cuyas aguas, algo salobres, confirman la gran cantidad de cloruro de sodio (sal comun) que contienen (pag. 20), así como el aumento de carbonato de cal, pues una gran extension del lecho y márgenes del Guadalete antes de su confluencia, son de formacion caliza.

Ademas, hechos los ensayos con el hidrotímetro (2), aparato

---

(2) BOUTRON ET BONDET, *Hydrotimétrie*, París, 1860.

ya muy generalizado, se ha encontrado para las aguas de Tempul,

A la salida del manantial. . . 30 grados hidrotimétricos.  
 Despues de los molinos. . . 22 id. . . id.

De los análisis se deduce que el agua de Tempul es potable y de buena calidad, y que la cantidad de carbonato calizo que contiene no es excesiva, sobre todo si se consigue que se desprenda una parte de él, con lo cual podia pasar al acueducto en el mismo estado que se halla en el caño de desagüe del Molino, y cuyo residuo para un litro es sólo de 0,221 gramos.

Comparada con la de otros puntos, se ha formado el cuadro siguiente:

Designacion de los sitios.	Residuos en gramos en un litro de agua.	
Aguas que surten hoy á Paris. {	Del Sena en Chaillot. . . . .	0,432
	De Arcencil. . . . .	0,526
	De Belleville. . . . .	2,520
	De Prés-Saint Gervais. . . . .	1,194
	De los pozos de Grenelle. . . . .	0,149
	Del Canal de l'Ourcq . . . . .	0,590
Agua del Rhin en Strasburgo. . . . .	0,232	
Id. del Ródano en Ginebra. . . . .	0,182	
Id. id. en Lyon. . . . .	0,182	
Id. del Garona en Tolosa. . . . .	0,136	
Id. del Doubs de Besanzon. . . . .	0,230	
Id. del Lozoya en Madrid. . . . .	0,0304	
Del manantial de Bosoir en Dijon. . . . .	0,2607	
Del rio Croton en Nueva-York. . . . .	0,039	
De las fuentes de Valencia. . . . .	0,620	
Del Guadalete despues de reunirse con el Majaceite. . . . .	0,701	
Del Majaceite en la Angostura . . . . .	0,537	
Del manantial de Tempul. . . . .	0,318	
De id. en el caño de desagüe del Molino. . . . .	0,221	
Del manantial de la Piedad . . . . .	0,206	

De aquí puede deducirse, que de las tres aguas que nos propusimos examinar para el estudio comparativo, la que reúne mejores condiciones es la de Tempul, y según el informe del Colegio de Farmacéuticos de Cádiz « comparada con la de los manantiales de la Piedad, apenas difiere en la totalidad de las sustancias que lleva en disolución, y sí únicamente en contener la de Tem-

pul mayor cantidad de sales calizas; pero en cambio es considerablemente menor la de cloruro sódico.»

La calidad potable del agua, dice M. Dupasquier, no depende exclusivamente de su pureza química; conviene, por el contrario, que contenga una cierta cantidad de principios extraños á su composición atómica. Deben distinguirse las materias útiles y aún necesarias al agua potable, de las que alteran su pureza y la hacen de mala calidad.

Las primeras son el aire atmosférico, el ácido carbónico, el cloruro de sodio y el carbonato de cal.

En las segundas entran las demas sales de cal, y las materias orgánicas.

Hasta aquí la acción del bicarbonato de cal sobre las aguas potables se ha confundido con la de otras sales calizas, es un error que conviene destruir. El carbonato de cal, en efecto, dice el mismo Dupasquier, «no existiendo en gran cantidad, como sucede en las aguas de Saint-Alyre ( $\frac{1}{613}$ ) y de Saint-Nectaire en Auverge y en las de San Filippo en Toscana, debe considerarse como un principio útil, y diré aún necesario en las aguas, pues está reconocido que las que se hallan desprovistas de toda materia fija, no tienen las cualidades que las hacen propias para usarse en la bebida. Los efectos terapéuticos de esta sal, efectos bien conocidos de los médicos, explican la utilidad.»

Entre las sustancias perjudiciales que se encuentran en las aguas, el sulfato de cal ocupa el primer lugar. Las que lo contienen son crudas, no disuelven bien el jabon y no pueden servir para el lavado de la ropa, ni para cocer las legumbres.

El cloruro de calcio y el nitrato de cal son tambien bastante abundantes en algunas aguas para hacerlas de mala calidad.

El cloruro de magnesio y el sulfato de sosa, sales tambien perjudiciales, se encuentran pocas veces en cantidad suficiente para obrar sobre el organismo.

Pero si bien la cantidad de carbonato de cal que contiene el agua de Tempul, no sólo no es perjudicial para los usos á que se destina, sino que, segun la opinion de médicos eminentes, las

aguas calizas que no exceden de 0,200 gramos de dicha sustancia, son hasta necesarias en la economía animal, pueden tener inconvenientes para las obras de conduccion y distribucion, por ser incrustantes y obstruir las cañerías. Este es un punto importante que hemos estudiado, y ántes de emitir nuestra opinion, consignarémos lo que dice M. Hervé Mangon, cuyos trabajos en materia de aguas son bien conocidos (1). Se expresa en estos términos:

«Vamos á indicar un carácter muy importante de las aguas muy crudas, bajo el punto de vista de los trabajos de distribucion.

»Ciertas aguas, que son precisamente las que deben su crudeza al carbonato de cal, forman en las cañerías de fundicion ó en los acueductos de mamposteria incrustaciones calizas, en general bastante abundantes para obstruir con rapidez el paso del agua.

»La propiedad incrustante de las aguas, tan interesante bajo el punto de vista de la distribucion, exige algunas aclaraciones, porque da lugar entre los Ingenieros á dudas, que las explicaciones siguientes podrán desvanecer en gran parte.

»Algunos han sentado como regla general que toda agua que contenga más de 0,250 gramos por litro de sustancias sólidas, debia dar lugar á obstrucciones calizas. Esta regla empírica se ha destruido por la experiencia; pueden citarse aguas que contienen no sólo más de 0,250 gramos de carbonato de cal, que no han incrustado jamas las cañerías, é inversamente otras muy incrustantes y que sin embargo no contienen las sales fijas en esta proporcion.

»Para prever si un agua será incrustante es preciso tener en cuenta, no sólo la proporcion en que entran las sales fijas, sino su naturaleza, y sobre todo, la presencia del ácido carbónico.

»Sabemos que el agua, privada del ácido carbónico, apenas disuelve de 0,04 á 0,06 gramos de carbonato de cal por litro; pero cuando le contiene, puede disolver esta sustancia en cantidades mucho mayores. Mezclando gas ácido carbónico en agua que ten-

---

(1) *Dictionnaire des Arts et Manufactures*, troisième édition, artículo *Eaux*.

ga en suspension carbonato de cal, disuelve con mucha facilidad de 0,80 á un gramo por litro.

»El carbonato de cal disuelto en una agua potable ó mineral, la podemos suponer dividido en dos partes: la primera, no pasando de  $\frac{1}{10\,000}$  del peso del agua, es disuelta por el líquido y no tiende á depositarse; la segunda se mantiene en disolucion por el ácido carbónico que contiene el líquido, y se encuentra, sin duda, en el estado de bicarbonato. Esta sal es un poco soluble en el agua pura, y más aún en la que contiene aquel gas libre.

»La segunda parte de carbonato de cal se deposita, tan pronto como no queda en el agua bastante gas carbónico para mantener esta sal en disolucion. Basta, en efecto, colocar en el vacío ó hacer hervir durante algun tiempo un agua, que contenga por litro más de 0,04 á 0,06 de carbonato de cal, para dejar libre el ácido carbónico y obtener en el estado sólido aquella sustancia, mantenida ántes en disolucion.

»Todas las circunstancias que favorecen el desprendimiento del gas carbónico del agua, tienden por consiguiente á formar depósitos ó incrustaciones y producen realmente estos efectos, si la proporcion en que ha quedado el ácido carbónico en el agua no es suficiente para mantener en disolucion el carbonato de cal que se encuentra en el líquido.

»Las causas que tienden á dejar sólo el ácido carbónico del agua son bastante numerosas, y explican la mayor parte de las incrustaciones observadas.

»En primer lugar se encuentra la agitacion del líquido, y los choques que se verifican con los cuerpos sólidos que le rodean. Así se explican fácilmente las incrustaciones que se encuentran cerca de las puertas de aguas abajo de las esclusas, en algunas ruedas de molino, en los saltos ó cascadas, etc.

»La disminucion de la presion á la cual el agua está sometida en ciertas cañerías, produce el mismo resultado, así como tambien la circulacion de poca cantidad de agua por ellas, en donde el aire puede renovarse, arrastrando sin cesar el ácido carbónico que tiende á desprenderse por el rozamiento que

se verifica en las paredes más ó ménos ásperas de la cañería.

»Ciertos vegetales acuáticos descomponen por sus partes verdosas el ácido carbónico de las aguas y producen abundantes incrustaciones.

»En fin, las acciones eléctricas dan lugar comunmente á depósitos de carbonato de cal. Una placa de plata puesta en contacto con un tubo de fundicion ó de plomo, en un agua conteniendo bicarbonato de cal, se cubre inmediatamente de una capa de carbonato neutro, el ácido carbónico dirigiéndose al metal más electro-positivo.

»El ensayo hidrotimétrico del agua de Arcueil, referido sólo al carbonato de cal, no indica más que 21°; esta agua es, sin embargo, muy incrustante.

»El agua del Ourcq, que obstruye con tanta rapidez las cañerías, no marca en las mismas condiciones más que 22°,75.

»El agua del manantial de Rosoir, derivada en Dijon, que es también incrustante, no da más que 25°.

»El gran manantial de Chailly, que forma depósitos calizos considerables en las ruedas hidráulicas de las fábricas que pone en movimiento, da 25°.

El manantial de Busagny, derivado en Pontoise, que es aún más incrustante, marca 31°.

»Las incrustaciones que se forman en ciertas cañerías de París no están, como se ha creído por mucho tiempo, compuestas únicamente de carbonato de cal; contienen hasta 5,7 por 100 de una materia orgánica azoada, que forma un verdadero estuco y es muy compacta y difícil de quitar.

»Se evitaria seguramente la formación de los depósitos calizos en las cañerías, introduciendo con regularidad la cantidad de gas ácido carbónico necesario para reemplazar el que hace falta para mantener en disolución el carbonato calizo en el agua.

»Para evitar las incrustaciones calizas en los tubos de fundicion, se introduce en la cañería con ciertas precauciones un poco de ácido clorhídrico. La operación da muy buen resultado en general, cuando aquéllas son de carbonato de cal puro, pero es di-

ficil y aún imposible para las incrustaciones antiguas, compactas y mezcladas con materias arcillosas, silíceas ú orgánicas.

» Los medios propuestos para mejorar las aguas demasiado calizas, son bastante numerosos. Cuando se trata de aguas en que abunda esta sustancia, se añade agua de cal en cantidad conveniente, como lo ha propuesto el Doctor Clark, la que neutraliza el ácido carbónico que tiene en exceso, reduciendo el bicarbonato al estado de carbonato neutro que se precipita.

» El agua, despues de filtrada, no marca más que 5 á 7 grados hidrotimétricos. Puede ofrecer ventajas para ciertas aplicaciones industriales, pero se debe reconocer que, á no devolverle su ácido carbónico, no sería agradable para la bebida.

» La ebullicion, dejando libre el ácido carbónico, produce la precipitacion del carbonato neutro, y hace tambien más delgadas las aguas.

» Los dos medios anteriores no pueden aplicarse en grande escala. Cuando hay que hacer uso de aguas demasiado calizas, el único procedimiento para mejorarlas consiste, si se puede disponer de un pequeño desnivel, en hacerlas caer en varios saltos en capas delgadas ó en filetes, ó bien batirlas con una rueda de molino, movida, si es preciso, por una máquina de vapor si no hay caída. Se puede obtener así una agua natural, que no contenga más que 10 gramos de carbonato de cal por cada litro.

» El cobre, el laton, las soldaduras, la heterogeneidad misma de las masas metálicas, bastan para constituir pares eléctricos, más ó ménos enérgicos, que producen, en efecto, con mayor ó menor intensidad, el fenómeno de los depósitos de que acabamos de hablar.

» Así, por ejemplo, el agua del antiguo acueducto romano de Nimes, aunque bastante pura, produce incrustaciones muy abundantes, que llegan hasta tener un espesor de cuatro centímetros, pero que su composicion lo explica perfectamente. El análisis ha dado:

	Gramos.
Sílice. . . . .	0,0055
Alumina y peróxido de hierro.. . . .	0,0058
Carbonato de cal . . . . .	0,2275
Carbonato de <i>magnesia</i> . . . . .	Indicios.
Ácido sulfúrico. . . . .	0,0045
Ácido clorhídrico. . . . .	0,0032
Alcali. . . . .	0,0108
Materias orgánicas, agua combinada, pérdidas.	0,0027
 TOTAL. . . . .	 <u>0,2600</u>

» Por la agitacion, el ácido carbónico, que no existe sino en pequeña cantidad, se desprende rápidamente, y el carbonato de cal debe depositarse y se deposita en efecto, en el acueducto. Si esta agua fuese más rica en ácido carbónico, podria circular en cañerías forzadas, sin producir incrustaciones. Pueden citarse muchas aguas muy cargadas de carbonatos de cal, y no producen incrustaciones. Las de las fuentes Notre-Dame y Saint-Nicaise en Rouen, por ejemplo, contienen 0,492 y 0,931 gramos por litro, de carbonato de cal, y no las producen.

» La formacion más ó ménos fácil del depósito calizo depende no solamente de la cantidad absoluta de sal disuelta, pero tambien y muy principalmente de la proporcion de ácido carbónico que el líquido contiene, encima de la que es estrictamente necesaria para hacer soluble el carbonato de cal.

» Si esta proporcion es nula ó muy pequeña, el depósito empieza al menor desprendimiento del gas, si por el contrario es considerable, el agua puede agitarse durante más ó ménos tiempo, ántes de perder bastante ácido carbónico para que el depósito empiece y que las incrustaciones se manifiesten.

» Atribuir las incrustaciones calizas á la expulsion del ácido carbónico, es indicar el principio de los medios que deban emplearse para combatir su produccion. Citarémos un ejemplo de la aplicacion de estos principios. He tenido ocasion de drenar un terreno lleno de manantiales, cuyas aguas eran tan incrustantes que se cubrian en pocos dias de un sedimento calizo bastante espeso los cuerpos sólidos que se introducian en ellas.

» Para evitar la incrustacion de los tubos, que era un verdade-

ro mal para el buen resultado de la operacion, he tenido la idea de cerrar la salida del último tubo de cada serie de drenes, con una capa delgada de agua. La circulacion del aire ha sido imposible y se ha formado una atmósfera bastante rica en ácido carbónico para impedir el desprendimiento del gas, y desde entónces los depósitos calizos no se han manifestado. Este sistema podria aplicarse á todos los acueductos y cañerías de poca carga.

»Segun un gran número de experiencias hechas por Mr. Belgrand con las aguas de los arroyos y de los rios, ensayándolas en sus orígenes y despues en diferentes puntos de su curso, ha resultado, que cuando el agua en su punto de partida marca 18 ó ménos grados del hidrotímetro, no pierde en su marcha ninguna parte de las sales calizas que contiene; que, por el contrario, si la indicacion hidrotimétrica del manantial excede de 18°, el agua deja en las márgenes, en los acueductos que recorre ó en las cañerías que la distribuyen, una cierta cantidad del carbonato de cal, de que está cargada, encima de este límite. Entre 18 y 20 grados los depósitos son casi nulos; encima de 21° son considerables; la incrustacion de las cañerías es rápida y disminuye muy pronto la capacidad interior de los tubos de poco diámetro.»

Mr. Dupuit, dejando á los químicos y á los médicos la determinacion de la mejor ó peor calidad de las aguas, segun la cantidad de carbonato de cal que contiene, se fija principalmente en los inconvenientes de las aguas calizas para las obras de distribucion, deduciendo de sus observaciones y razonamientos «que está reconocido que las incrustaciones de los tubos son debidas siempre al carbonato de cal, y que el sulfato entra en una proporcion muy pequeña, lo cual se comprende fácilmente, puesto que esta última sal es soluble hasta cierto punto, miéntras que el carbonato, no siéndolo más que con un exceso de ácido carbónico, debe precipitarse siempre que haya desprendimiento de este gas.» Así es, dice, «cómo se explican perfectamente las incrustaciones en los acueductos: el agua en contacto con el aire perderia una parte de su ácido carbónico, que se desprenderia, pero no se explica tan bien la incrustacion en las cañerías forzadas. ¿ El ácido car-

bónico se escapa por las juntas ó por los poros de la fundicion? ¿Es efecto de la presion ó de un cambio de temperatura? Sea lo que quiera, la incrustacion en los tubos es un hecho positivo, y un inconveniente tanto mayor, cuanto que no hay remedio preventivo. Cuando aquélla ha llegado á un cierto grado, es preciso desmontar algunos tubos y limpiar los demas por medios mecánicos, lo cual conduce á grandes gastos y á la interrupcion del servicio.»

Queda fijar ahora las dosis de bicarbonato que hacen posibles las incrustaciones, pero no se encuentra este punto bien determinado en los trabajos de los químicos que se han ocupado de las aguas. Así es que la del canal de l'Ourcq, que incrusta mucho ménos que la de Arcueil (1), contiene, sin embargo, segun los análisis publicados en el Anuario de las aguas, más bicarbonato que esta última, en el momento de entrar en las cañerías. ¿Cómo explicar este hecho? Quizá cuando las aguas llegan con más abundancia, vayan más cargadas de carbonato que lo que indica el análisis. Pero más adelante se encuentran en el mismo Anuario hechos bien contradictorios, y tan importantes, que conviene citarlos textualmente:

CUADRO comparativo de los análisis de los cinco manantiales de que se surte la ciudad de Rouen.

	Yonville.	Dar-netal.	Gaalor.	Notre Dame.	Saint Nicaise.
Carbonato de cal. . . . .	0,182	0,175	0,249	0,492	0,731
Sulfato de cal. . . . .	0,032	0,008	0,070	0,154	0,617
Cloruros de sodio y de magnesio.	»	»	»	»	»
Calcio. . . . .	0,018	0,031	0,203	0,136	0,190
Acido silíceo. . . . .	»	»	»	0,002	0,005
<b>TOTALES. . . . .</b>	<b>0,232</b>	<b>0,214</b>	<b>0,522</b>	<b>0,784</b>	<b>1,543</b>

(1) Las aguas de Arcueil, que en el manantial no contienen más que 0,38 gramos por litro de bicarbonato de cal, depositan á lo largo del acueducto que las conduce á París un sedimento calizo muy abundante, y aunque en el depósito del Observatorio no haya más que 0,218 gramos de bicarbonato en disolucion, esta cantidad basta para obstruir las cañerías al

Las incrustaciones de las aguas del Ourcq, que son ménos incrustantes que las de Arcueil, han dado:

Carbonato de cal. . . . .	76
Oxido de hierro.. . . .	19
Sílice, alumina y sulfato de cal. . . . .	05
	<hr/>
	100
	<hr/>

Segun el Anuario, las aguas de Yonville y de Darnetal, son buenas para la coccion de las legumbres, y el jabon no produce alteracion; se ve que el carbonato y el sulfato de cal se hallan en los limites convenientes. En el agua de Gaalor el jabon produce en el primer momento un poco de espuma, pero sin copos ni depósito, aún al cabo de 24 horas. El agua de Notre-Dame, por el reposo, abandona una parte de sus sales calizas, disueltas por un exceso de ácido carbónico, no cuece fácilmente las legumbres, y no puede servir para el lavado de la ropa. El agua de Saint-Nicaise es cruda, de difícil digestion, no puede ni cocer las legumbres, ni disolver el jabon. Los que viven en el barrio de Saint-Nicaise no tienen, sin embargo, otra á su disposicion. Todos estos hechos están conformes con la teoría expuesta en el Anuario; observáremos únicamente que el agua que contiene 1,75 gramos de sales terrosas, se admite en el consumo. El Anuario da ademas otros muchos ejemplos de esta clase, que si bien no deben imitarse, indican que pueden emplearse aguas que estén ménos cargadas. Pero lo que parece inexplicable es el hecho siguiente:

En ninguno de los manantiales de Rouen se ha disminuido sensiblemente la cantidad de agua y no se han incrustado las cañerías que las conducen á las fuentes de la poblacion. Sin embargo, los tres últimos exceden y con mucho al límite desde el

cabo de cierto tiempo. El análisis de los depósitos formados ha dado los resultados siguientes:

Carbonato de cal.....	9,00
De magnesia .....	0,60
Sulfato de cal.....	0,22
Acido silíceo.....	} .....
Oxido de hierro.....	
Materias orgánicas....	
	0,18

---

10,00

que, segun Mr. Gueymard, empiezan á tener la propiedad incrustante. El sabio Ingeniero de minas del departamento de Isere asegura, segun su propia experiencia, que las aguas producen incrustaciones calizas en los tubos cuando contienen 0,25 gramos y más por litro de sales anhidras, y tubérculos ferruginosos en el caso en que contienen ménos de 0,25 gramos. Esto no se ha verificado en los manantiales de Rouen.

Debe pues concluirse de aquí que si la presencia de una dosis de bicarbonato de 0,25 gramos es necesaria para las incrustaciones, no basta sin embargo, que las demas sales en disolucion, ú otras causas desconocidas hasta ahora puedan impedir que se produzca el precipitado áun para cantidades mucho mayores. Parece resultar de este estudio que si el carbonato de cal no es, como el sulfato, perjudicial á la salud, tiene otros inconvenientes bastante grandes para no conducir y distribuir un agua que contenga esta sustancia en grandes dosis.

Veamos aún lo que ha ocurrido en la conduccion de las aguas del manantial de Rosoir á la villa de Dijon, llevada á cabo por el eminente Ingeniero Mr. Darcy.

Estas aguas analizadas han dado para un litro:

	Gramos por litro.
Silice. . . . .	0,0152
Alumina. . . . .	0,0010
Carbonato de magnesia. . . . .	0,0021
Carbonato de cal . . . . .	0,2300
Cloruro de magnesia. . . . .	0,0019
Cloruro de sodio. . . . .	0,0007
Sulfato de sosa. . . . .	0,0027
Carbonato de sosa. . . . .	0,0044
Nitrato de potasa. . . . .	0,0027
Totales. . . . .	<u>0,2607</u>

En donde vemos que el carbonato de cal entra en la proporcion de 0,23 gramos por litro y que se aproxima mucho al límite de 0,25 establecido por Mr. Gueymard.

Terminados los trabajos en 1846 se hicieron observaciones en las cañerías para deducir experimentalmente el gasto determina-

do por el cálculo, las cuales se repitieron nuevamente en 1853, y con este motivo dice Mr. Darey en la página 418 de su notable obra titulada *Les fontaines publiques de la ville de Dijon*:

«Haciendo evaporar hasta que se consuman en un crisol de platino, 20 litros de agua, tomándola: 1.º, en el manantial; 2.º, en el pabellon situado delante del depósito de la puerta Guillaume; 3.º, en la fuente de vecindad de la puerta de San Pedro; 4.º, en el tubo de desagüe del pilon del surtidor, he encontrado sucesivamente para el peso de los residuos:

4.840	gramos.	} Diferencia ó incrustacion producida. . .	0,088	gramos.
4.752	—			
4.700	—	»	0,052	—
4.240	—	»	0,460	—

»La disminucion sucesiva del peso de los residuos me habia dado algunos temores acerca de que las capas calizas al cabo de algun tiempo pudieran reducir el diámetro de los tubos de la distribucion. He querido reconocer, pues, si el gasto de estos últimos habia disminuido de un modo considerable al cabo de siete años. Tal ha sido el objeto de las experiencias en 1853.

»Pero hagamos en seguida una observacion importante, y es la notable disminucion del residuo encontrado en el agua despues de saltar el surtidor. Resulta de este hecho que en el trayecto que recorre, elevándose y cayendo el agua, pierde, abandonando su ácido carbónico, la facultad de disolver un peso tan grande de sustancias calizas, las que se depositan casi instantáneamente; conviene, pues, evitar los juegos hidráulicos en el origen de la distribucion, porque el ácido carbónico, desapareciendo, hay una gran tendencia á la formacion de las incrustaciones en las cañerías, sin perjuicio de las que se verifiquen inmediatamente.

»Por otra parte, he observado siempre que las incrustaciones mayores se verifican aguas abajo de los vertederos, en las ruedas de los molinos, en los puntos, en una palabra, en donde las aguas están animadas de gran velocidad.

»Así, pues, el tubo de desagüe del pilon del surtidor se ha re-

cubierto muy pronto de una espesa capa caliza: el que conduce el agua al lavadero de la puerta de San Pedro, cuya boca está ajustada á la cañería de desagüe, está tambien recubierto interiormente de una incrustacion, pero tuve en cuenta esta circunstancia en el cálculo de su diámetro.»

De cuanto queda expuesto, y de lo que la teoría auxiliada de las observaciones sobre las incrustaciones de diversas aguas calizas ha dado, se deducen cuatro consecuencias muy importantes que han de servir de base para nuestras aplicaciones, y son:

1.<sup>a</sup> Que las aguas calizas, no excediendo la dosis de carbonato de cal de 0,200 gramos por litro, son buenas y potables, y pueden emplearse sin inconveniente para el surtido de una poblacion, siempre que las demás sustancias no excedan de las proporciones ya indicadas.

2.<sup>a</sup> Que cuando el carbonato calizo entra en mayor proporcion que la de 0,200 gramos por litro, hay medios sencillos, deducidos de lo que se observa en la naturaleza misma, de privar á las aguas del exceso que contienen de dicha sustancia, reduciéndola hasta obtener un agua natural, que no contenga más que 0,10 gramos por litro.

3.<sup>a</sup> Que las incrustaciones calizas que se producen en las cañerías son debidas al carbonato de cal que se precipita al separarse del ácido carbónico libre que contiene el agua, y que si bien privando ésta de una parte importante de aquella sal, podrá disminuirse y aún evitarse el efecto de las incrustaciones, queda el temor de que existiendo aún causas desconocidas, ó que no están bien determinadas en este fenómeno, pudiéra no obtenerse por completo el efecto deseado.

Y 4.<sup>a</sup> Que el desprendimiento del ácido carbónico se verifica en algunos casos sólo con el contacto del aire, pero la causa principal y casi general que lo produce es la agitacion del agua, producida por saltos, surtidores, ruedas hidráulicas, interposicion de cuerpos extraños en el trayecto, etc.

Pasando á exponer lo que sucedia en el manantial de Tempul, ántes de emprender las obras, se observó que sus aguas salian

por debajo de un banco de roca caliza, y seguian un trayecto de unos 50 metros, formando un pequeño arroyo, con la velocidad media de medio metro por segundo, sin que hubiese señales de incrustaciones. En este punto se dividian en dos arroyos, el de la izquierda, con la velocidad indicada de  $0^m,50$ , recorria una longitud de 200 metros, para regar las huertas que llevan el nombre del manantial, y ni en este trayecto, ni en las acequias de riego, ni en las tierras que forman las huertas, ni en los arbustos que habia en dichas acequias, aparecian indicios ni señales de depósitos calizos. El segundo arroyo que formaba el cauce del molino, empezaba á descender por medio de saltos y cascadas hasta una profundidad de  $38^m$  debajo del nivel del manantial, para poner en movimiento un molino harinero, separado de aquél 350 metros; en todos los saltos del trayecto, así como en las paletas de las ruedas del molino, existian incrustaciones, y muy principalmente en los arbustos. Segun las observaciones de los que habitan aquellos lugares, bastaba poner un tronco atravesado en la corriente, y en donde hubiese un salto, para que al cabo de algun tiempo se cubriese de una capa de carbonato calizo, llamado vulgarmente *toba*. Habiéndose fijado en este hecho y en las indicaciones de los prácticos de aquel terreno, los arbustos y cañas expuestos un año á la corriente se recubrian de una capa de  $0^m,0008$  de espesor, pero esto no deberia servir de base para calcular el tiempo que podrian tardar los tubos en inutilizarse, pues el mayor ó menor espesor de esta capa depende tambien de la aspereza de la superficie. Sin embargo, tomando este dato para calcular el tiempo, en que el diámetro de los tubos de  $0^m,61$  de las cañerías forzadas se redujese á  $0^m,40$ , y no pudieran conducir más que 8.200 metros cúbicos cada 24 horas, sería de 125 años; así, pues, si los datos anteriores fuesen exactos, el temor de las incrustaciones perderia su fuerza.

Siguiendo la observacion de la naturaleza, y lo que la teoría comprobada por la experiencia tiene manifestado, parece que haciendo la derivacion desde el mismo manantial hasta Jerez, con la pendiente suave de un acueducto, sin caidas ni saltos de nin-

guna clase, se evitaria el desprendimiento del ácido carbónico, y de consiguiente, la formacion de las incrustaciones, ó bien llevarlo el agua encerrada en un tubo para evitar el contacto del aire; pero conducida á Jerez tal como sale del manantial, no conseguiriamos sino retardar el efecto, pues se produciria el fenómeno con más facilidad en las cañerías de distribucion, lo que aún tendria peores consecuencias que en los sifones del acueducto.

Resumiendo, pues, cuanto llevamos expuesto respecto á la calidad del agua, podremos concluir:

1.º Que la del rio Guadalete, en el puente de Cartuja, no puede considerarse como agua potable, y debe, por lo tanto, desecharse para los usos domésticos.

2.º Que la del rio Majaceite en la Angostura de Arcos, si bien no tan cargada de sustancias perjudiciales como la del Guadalete, no debe aceptarse como agua de buena calidad, ni utilizarse para la distribucion en Jerez, sino en el caso que la comparacion con la de Tempul lo exigiese.

3.º Que la de Tempul, tal como sale de los manantiales, es buena y potable, pero que si se consigue disminuir la cantidad de carbonato de cal que contiene, se obtendrá una agua excelente y de calidad superior para el abastecimiento de Jerez, consiguiendo al mismo tiempo evitar las incrustaciones en las cañerías de distribucion.

Para obtenerlo, hemos visto que hay tres medios: 1.º Elevar la temperatura del agua, á fin de facilitar el desprendimiento del ácido carbónico libre, y que se precipite el carbonato de cal. 2.º Mezclándola con cal, ésta se combina con el ácido carbónico libre, y el carbonato de cal formado de este modo, se precipita con una gran parte del que estaba en disolucion. 3.º Agitar el agua con ruedas de paletas ó por medio de saltos y cascadas.

Los dos primeros procedimientos no pueden aplicarse á grandes masas de agua, por lo cual, cuando formamos el proyecto, propusimos establecer á la salida de los manantiales y ántes de entrar el agua en el acueducto, varios saltos con ruedas de paletas, que agitando el líquido produjesen el desprendimiento del

ácido carbónico y la precipitación de una parte del carbonato de cal, tal como tenía lugar en los molinos; además se pusieron tubos de fundición en varios sitios del cauce, para observar el fenómeno.

La experiencia de ocho años ha venido á manifestar que los razonamientos que entónces expusimos y las conclusiones deducidas estaban fundadas, y que sólo con los saltos y cascadas que se han establecido en la toma de aguas, cuya descripción harémos en el capítulo siguiente, han bastado para disminuir el efecto de las incrustaciones, puesto que en las cañerías de distribución no se halla la menor señal y sólo en algunos tubos de los sifones se ha encontrado una ligera capa caliza de  $0^m,0011$  de espesor. Según esto, para que los diámetros de estos tubos se redujesen á  $0^m,40$ , se necesitaría un período de cerca de cien años, y el caudal que conducirían sería entónces á 8.200 metros cúbicos, cada 24 horas.

En la distribución á domicilio se ha observado que cuando en los depósitos colocados en las azoteas el agua se eleva de temperatura en los meses de verano, se incrusta el tubo de salida, efecto de lo que hemos indicado como una de las causas del desprendimiento del ácido carbónico, pero con la distribución á caño libre ha desaparecido este inconveniente.

La cuestión, pues, de las incrustaciones, que al formar el proyecto y emprender las obras la considerábamos como la más importante y á la que debía dedicarse toda la atención, no debe hoy preocuparnos, sin que por esto se abandone por completo, ni se dejen de hacer observaciones, para evitar lo que, aunque en época remota, pudiera afectar al buen servicio de la distribución.

*Comparacion de los estudios segun la mayor ó menor facilidad de la conduccion de las aguas.*

Entrando ya á examinar cuanto se refiere á la facilidad de conducir y distribuir las aguas, de cada uno de los tres puntos que nos propusimos comparar, lo primero que deberá hacerse es

fijar el sitio más conveniente de la toma en los rios, pues el de Tempul está determinado.

Si se recorre el rio Guadalete desde su confluencia con el Majaceite, hasta su desembocadura en el mar, se observa que sigue una vega de gran anchura, con una pendiente trasversal muy pequeña, formando desde el puente de Cartuja una marisma, casi de nivel, que se inunda en las avenidas; y como por otra parte la pendiente longitudinal del rio es tambien muy pequeña, el efecto de las mareas se hace sensible hasta la proximidad del puente; así es que para hacer la toma no podria pasarse de este punto.

El tramo del rio que más se aproxima á la poblacion es el del molino, que sólo dista 5<sup>m</sup>,5 kilómetros, y cuya presa se presta para hacer la toma por el embalse que produce; así no es dudosa la eleccion, teniendo ademas la ventaja de poder montar las máquinas en la inmediacion, y colocar el depósito en los cerros del Real. (Lámina 1.<sup>a</sup>)

Con respecto al rio Majaceite, reconocido su curso desde dicha confluencia, se encuentra á los 8 kilómetros el sitio de que ya nos hemos ocupado, denominado *La Angostura*, y que está indicado por la naturaleza para el establecimiento de una presa, pues formadas las márgenes de este rio de tierra arcillosa y de arena, y de muy poca altura, no podrian hacerse las obras de toma convenientemente, á no alejarse 30 kilómetros por lo ménos aguas arriba del sitio anterior, en que penetrando ya en la sierra, va estrechándose el rio entre rocas, á medida que se aproxima á su origen.

De la nivelacion practicada desde el barrio más elevado de Jerez y los tres sitios indicados, se ha deducido:

Desnivel entre el escalon de la puerta lateral de la izquierda de la iglesia de San Miguel y la coronacion de la presa del molino de Cartuja, 52<sup>m</sup>,67.

Idem entre el mismo punto y las bajas aguas del rio Majaceite, en el molino de la Angostura, 19<sup>m</sup>,48.

Idem entre el mismo punto y el manantial de Tempul, 62<sup>m</sup>,05.

De lo expuesto hasta aquí y de los datos tomados de los proyectos que se estudiaron detenidamente, se deduce:

#### MANANTIAL DE TEMPUL.

Cantidad de agua disponible en la época de mayor escasez, y sólo en mes y medio ó dos meses del año, que son generalmente Setiembre y Octubre, de 7 á 8.000 metros cada 24 horas, aumentando esta cantidad hasta llegar á 95.000 metros.

Calidad superior á la de los rios Majaceite y Guadalete, siempre clara, no exige filtros de ninguna especie, y conserva una temperatura constante de 18 á 19° centígrados, lo cual la hace fresca en el verano y agradable en el invierno.

La cantidad de carbonato de cal que contiene, sin ser excesiva para poderse considerar como buena agua potable, podrá aún disminuirse por los medios propuestos.

El agua de este manantial puede llegar rodada á Jerez, á una altura de 13 metros sobre el punto más alto, y por lo tanto, distribuirse á domicilio por sí misma.

La longitud del trayecto es de 46.500 metros.

Presupuesto de la obra para poder conducir 20.000 metros cúbicos cada 24 horas, incluyendo la distribución, 30 millones de reales.

Ademas, hecho el acueducto, es fácil aumentar el caudal de aguas, uniendo los manantiales del Aljibe, que por su elevación sobre Tempul y su distancia de 12 kilómetros, no excedería el coste de 4 millones de reales.

#### RIO MAJACEITE.

Cantidad de agua disponible, de 32 á 45.000 metros cúbicos.

Calidad mediana, turbia casi todo el año, caliente en el verano y fría en el invierno, exige filtros para su clarificación.

No puede llegar á Jerez sino 24<sup>m</sup>,28 debajo del punto más alto de la población.

Longitud del acueducto, 36.500 metros.

Presupuesto de la obra para conducir hasta 40.000 metros cúbicos cada 24 horas, de los cuales se elevarían 12.000 para el-

servicio de la poblacion, á la altura media de 30 metros, incluyendo la distribucion, 36.300.000 reales.

Presupuesto del gasto anual de sostenimiento de las máquinas y filtros, 457.000 reales.

#### RIO GUADALETE.

Cantidad de agua disponible hasta 70.000 metros cúbicos.

Calidad inferior á la del Majaceite, de mal sabor algunos dias, turbia constantemente. Exige filtros complicados para poderla clarificar bien, y privarla de las sustancias que lleva en suspension.

Hay que elevar á 75 metros de altura con máquinas de vapor la cantidad que se necesite para el suministro de la poblacion, y á menor altura, pero con diferente acueducto ó canal la que se destine á riegos.

Longitud del trayecto, 8.200 metros.

Presupuesto de la obra para 12.000 metros cúbicos, 20.200.000 reales.

Presupuesto de los gastos anuales de sostenimiento de las máquinas y filtros, 680.000 reales.

Segun esto, tratándose de conducir aguas de buena calidad, y que al mismo tiempo puedan llegar rodadas á la poblacion, las de Tempul son las que mejor llenan estas condiciones entre las tres anteriores, pero no pueden suministrar más cantidad que la necesaria para los usos comunes, miéntras que las del Majaceite y Guadalete dan un sobrante para los riegos, si bien su calidad es muy inferior, exigiendo ademas filtros y elevacion con máquinas, cuyos inconvenientes vamos á apuntar, aunque sea ligeramente, ántes de hacer la eleccion definitiva.

*Filtros.* La necesidad de filtrar las aguas cuando se toman de los rios para el abastecimiento de las poblaciones, ha hecho pensar cuáles son los procedimientos más convenientes para conseguirlo, siendo los principales los que siguen (1):

---

(1) *A compresive treatise on the water supply of cities and towns by William Humber, London, 1876, page 136.*

1.º Por filtros naturales haciendo pasar el agua del rio por las capas de arena y grava que forman sus márgenes, para recogerla en galerías perforadas expresamente y revestidas de piedra en seco, á donde llegue ya filtrada. Este procedimiento se ha seguido en Tolosa, en Perth (Escocia) y en Viena, con muy buen éxito, dando muy malos resultados, despues de hacer gastos considerables, en Glasgow y otros puntos.

2.º Clarificando el agua por medio del reposo, recibéndola en grandes depósitos donde permanezca tranquila, y que se vayan al fondo las materias que trae en suspension. Segun las experiencias hechas, el agua necesita de diez á quince dias de reposo absoluto hasta que se clarifique completamente, y por tanto, la extension y número de los depósitos debe estar en relacion con el número de dias.

3.º Con filtros artificiales, que consisten en grandes capas de arena, grava y cantos rodados, de un espesor variable desde 0<sup>m</sup>,90 hasta 1<sup>m</sup>,80 en total, á traves de las cuales se hace pasar el agua bajo una cierta presion, imitando lo que se verifica en los filtros naturales. Este sistema, adoptado más generalmente, se halla establecido en Marsella, Lóndres, Hull y gran número de poblaciones de Inglaterra.

Cualquiera que sea el medio que se adopte para clarificar el agua, ademas de ser costoso, exige una conservacion continua, sobre todo cuando se trata de filtrar grandes masas; por otra parte, en muchos casos no se consigue obtener el agua clara, como sucede en Londres y en Marsella, á pesar de lo bien dispuestos y estudiados que están los filtros en ambas ciudades.

El coste de su establecimiento en las poblaciones en que ha sido preciso emplearlos en grande escala, ha ascendido para cada 1.000 metros cúbicos en 24 horas á 60.000 reales.

Así, pues, para 12.000 metros cúbicos se tendria:

Coste de establecimiento. . . . . 600.000 rs. vn.

Idem de conservacion anual. . . . . 60.000

*Máquinas.* Los grandes adelantos que se han hecho estos últimos años en las máquinas de vapor, y sus numerosas aplicacio-

nes para la elevacion del agua, ya sea en la desecacion de terrenos pantanosos, haciéndolos útiles para la agricultura, ó ya para verificar los riegos y el abastecimiento de las poblaciones, llaman con razon la atencion general en la mayor parte de los casos, y nada de extraño tiene que en el nuestro se haya dicho: «¿Teniendo el rio Guadalete á 5,5 kilómetros de la poblacion con aguas abundantes, qué necesidad hay de ir á buscarla á grandes distancias para construir un largo y costoso acueducto?»

Sin desconocer los grandes servicios que en todo género de industrias prestan las máquinas, así como en los abastecimientos de agua en gran número de casos, como sucede en Lóndres, París, Berlin, Viena, Lyon, Tolosa, etc., creemos hay una gran diferencia entre su empleo en uno y otro caso y que tratándose de un servicio tan constante y regular como el abastecimiento de una poblacion, presentan varios inconvenientes, sobre todo en nuestro país, en que la construccion y conservacion de las máquinas se halla en su estado naciente.

Compuestas éstas de numerosas y complicadas piezas, muchas de ellas de gran peso, sujetas otras á grandes esfuerzos y teniendo que marchar todas con gran regularidad, están siempre expuestas á desarreglos y roturas, por más precauciones que se tomen, no bastando en muchos casos tener un repuesto completo de sus principales piezas.

Las dos magníficas máquinas del sistema Cornwall, montadas en Chaillot para abastecer á París, construidas en uno de los primeros talleres y puestas en movimiento en los años de 53 y 54, han tenido repetidas interrupciones y varias piezas rotas (1).

En cambio de esto pueden presentarse ejemplos en Inglaterra, donde las máquinas funcionan con una regularidad admirable y suministrando á las poblaciones la cantidad constante de agua que se halla estipulada; pero aún así, la Compañía de Chelsea de Lóndres no ha dudado en triplicar el número de máquinas que

---

(1) *Documents relatifs aux eaux de Paris—avec carte.—Paris, 1861.*

necesita, pues es muy frecuente tener dos en reparacion, de tres que se hallan en servicio.

Y si esto es necesario en países en que los talleres donde se construyen las máquinas se encuentran muy próximos, los mecánicos muy acostumbrados á su manejo, y el uso de ellas tan generalizado, ¿qué podrémos decir del nuestro, donde hay que importar las máquinas del extranjero, y acudir allí cuando es preciso hacer alguna reparacion importante? Sin exagerar nada, es indudable que para asegurar completamente el surtido de agua de Jerez, debería triplicarse el número de máquinas necesario para elevar constantemente la cantidad que se ha de conducir á la poblacion, contando ademas con que aquéllas han de estar á 6 kilómetros de Jerez, donde es más difícil la inspeccion y vigilancia.

Otro inconveniente de las máquinas de vapor es el no poder funcionar sino á la vista de maquinistas prácticos é inteligentes, con una costosa combustion, exigiendo, por lo tanto, un gasto continuo que representa un capital considerable.

En el caso de elevar las aguas del Guadalete se necesitaría una fuerza de 150 caballos, ó dos de 75, que con las pérdidas que hay siempre y las pequeñas interrupciones, supondrémos sean de 160 caballos ó dos de 80.

El gasto diario que ocasionarian sería el que sigue, tomado de los datos que suministra el establecimiento que hay en Madrid para elevar las aguas de la fuente de la Reina, las cuales están perfectamante montadas y funcionando con gran regularidad:

	Reales vellon.
Conserje. . . . .	15
Maquinista 1.º . . . . .	57
Id. 2.º . . . . .	43
Fogonero 1.º . . . . .	14
Id. 2.º . . . . .	10
Dos limpiadores de máquinas á 9 rs. . . . .	18
Encargado del almacen de combustible. . . . .	8
Guarda-almacen de efectos. . . . .	9
La máquina consumirá 3 kilogramos de combustible por caballo y por hora, y debiendo trabajar las doce horas para suministrar los 150 litros por 1", consumiría 570 kilogramos, que á 0,206 reales (1) importan. . . . .	1.186,56
Gastos menores de sebo, velas, trapos, aceite, etc., pueden calcularse en. . . . .	39,44
<b>TOTAL GASTO DIARIO. . . . .</b>	<b>1.400</b>
<b>Gasto anual de alimentacion. . . . .</b>	<b>511.000</b>
<b>Id. de conservacion y reparacion. . . . .</b>	<b>60.000</b>
<b>GASTO TOTAL. . . . .</b>	<b>571.000</b>

Aquí se supone que el consumo de combustible sea sólo de 3 kilogramos por caballo y por hora, cantidad media á que ha salido en las máquinas que están funcionando en Lyon, las cuales son de las más perfeccionadas, y por lo tanto, que debemos considerar ese límite como inferior.

En el caso de que las circunstancias de la localidad exijan hacer toma de aguas en puntos bajos, las máquinas pueden prestar un inmenso servicio, pero siguiendo la opinion de eminentes Ingenieros, así como lo que la experiencia tiene indicado sobre este punto, creemos que para el abastecimiento de una poblacion el medio preferible y el ménos costoso, en último resultado, es hacer la derivacion de manantiales potables, que suministren siempre el agua clara, á temperatura constante y á suficiente altura, conducida por un acueducto, que construido una vez, no necesita para funcionar ni filtros, ni máquinas, ni un servicio diario y permanente, sino que el agua se eleve por la presión natural

(1) El quintal de carbon de piedra en la bahía de Cádiz, ó 46 kilogramos, cuestan de 5 á 6 reales y trasportados á Jerez, con los derechos, pérdidas y demás gastos, salen á 9,48 reales, ó 0,206 el kilogramo.

hasta los puntos más altos de la población, no exigiendo por último más cuidado que la conservación de las cañerías.

Examináremos ya la cuestión económica, y empezando por Tempul, se observa que con el presupuesto de 30 millones reales pueden conducirse 15.000 metros cúbicos, ó sea á 2.000 reales el metro, única y exclusivamente para el surtido de la población, cuyo coste no es excesivo para 45.000 almas, y en tan malas circunstancias como se encuentran casi siempre los pueblos del Mediodía, donde las lluvias son tan escasas y se suceden muchos años de sequía.

Con los datos que hemos podido reunir se ha formado el cuadro siguiente, del coste que ha tenido el metro de agua en otras poblaciones:

	Reales.
Viena, en la nueva conduccion. . . . .	2.200
Glasgow. . . . .	1.620
Ryde. . . . .	3.750
Liverpool. . . . .	2.700
París, en la nueva conduccion de la Dhuis. . . . .	1.100
Lyon. . . . .	1.200
Burdeos. . . . .	780
Bruselas. . . . .	1.308
Madrid. . . . .	3.500
Cádiz. . . . .	5.600
Nueva-Yorck. . . . .	1.700
Jerez. . . . .	2.008

Haciendo la toma del rio Majaceite pueden conducirse 40.000 metros cúbicos, que se destinarian 12.000 para las necesidades y uso de la población y 28.000 para los riegos.

Con los 28.000 metros podrán regarse unas 400 hectáreas (1). Suponiendo que cada hectárea vale hoy 1.000 reales y convertida en terreno de regadío llegase á 18.000, se obtendria una utilidad de 7.200.000 reales, cantidad muy inferior al coste que tiene el hacer la conduccion de los 28.000 metros destinados á riegos, teniendo aún que aumentar al coste del acueducto el de los cana-

---

(1) *Memoria sobre el riego de los campos de Madrid con las aguas del rio Lozoya*, por el Inspector general D. Juan de Ribera, Madrid, 1866.

les y regueras, preparacion del terreno y demas operaciones, que no bajarán de 2.000 á 2.500 reales por hectárea. Y en efecto, se comprende que no pueda ser ventajoso bajo el punto de vista económico, el conducir aguas para riegos por un acueducto de fábrica, con sólo hacerse cargo de la gran cantidad que se necesita para regar, respecto á la que se emplea en el consumo de las poblaciones; así es que conviene hacerlos de tierra y con obras muy sencillas, pues ni hace falta cubrirlos, ni las pérdidas por filtracion, ó por otras causas, son de tanta importancia. (Véase la nota 3.<sup>a</sup> del Apéndice.)

Con respecto al Guadalete, no creemos debe hacerse la conduccion bajo ningun punto de vista, pues ademas de no ser agua potable y no servir para la distribucion, se encuentra tan baja respecto á los terrenos que podrian regarse, que exigirá siempre elevarla á bastante altura, cuyos gastos no pueden dar beneficio al capital empleado, aplicando estas aguas sólo á los riegos; sin embargo, se formó el correspondiente proyecto y presupuesto, para tener una idea exacta de las condiciones de este medio, indicado por algunas personas como el más sencillo y conveniente para el abastecimiento de Jerez.

Resumiendo, pues, cuanto se ha expuesto en este capítulo, la solucion que encontramos preferible al formular el proyecto, y la que se ha llevado á cabo, ha sido:

- 1.º Conducir y distribuir las aguas del manantial de Tempul.
- 2.º Hacer las obras necesarias en la toma para reunir todos los nacimientos y aumentar su caudal cuanto sea posible, en los meses que descienden los manantiales.
- 3.º Examinar la conveniencia de aumentar este caudal, haciendo una elevacion con máquinas hidráulicas ó de vapor del rio Majaceite, en las vertientes de la sierra de Dos Hermanas, ó agregando los manantiales del Aljibe para suplir la cantidad necesaria y en la época conveniente, hasta completar 16.000 metros cúbicos.
- 4.º Hacer enteramente independiente el estudio y aprovechamiento del agua para riegos en grande escala, del necesario para

los usos de la poblacion y riego de sus calles, paseos y jardines públicos y particulares.

Bajo estas bases se han realizado las obras, cuya descripcion es objeto de los siguientes capítulos.

### CAPÍTULO III.

#### Trazado.— Seccion.— Pendiente.

Los manantiales de Tempul, situados, como se ha dicho, á 45 kilómetros de Jerez, en la márgen izquierda del rio Majaceite, del que sólo distan 300 metros en línea recta, se han reunido todos en un pequeño lago artificial, disponiendo la solera en la casa de toma 2<sup>m</sup>,20 más baja que el nivel superior del agua.

El acueducto sale en zanja y en direccion curva, atravesando á los 120 metros una de las estribaciones de la sierra, con una mina de 900 metros de longitud, para evitar el gran desarrollo que hubiese sido preciso dar al trazado, siguiendo por la ladera que forma la márgen del rio; la cual se presenta ademas en algunos sitios muy áspera y escarpada y de terreno movedizo, ocurriendo con frecuencia algunos desprendimientos.

A la salida de la mina, vuelve á desarrollarse el acueducto en zanja de 2 á 6 metros de profundidad, faldeando un contrafuerte y cruzándole en parte con otra mina de 350 metros en el cerro de los Cuquillos, hasta el arroyo del Bollo. Éste se pasa con un puente-acueducto de sillería, de cuatro arcos, de medio punto y 6<sup>m</sup> de luz cada uno, en el que se ha establecido una almenara.

A continuacion del puente, y para evitar el gran rodeo del cerro del Bollo, se atraviesa éste en línea recta con una pequeña mina, siguiendo despues el acueducto á 5 metros de profundidad, hasta dar vista al barranco de la garganta de Bogaz, cuyo paso hubiese exigido un puente-acueducto de importancia, pues tiene en este sitio 30 metros de altura; y si bien aproximándose á su origen, la obra de fábrica se reduce notablemente, el desarrollo es muy considerable, por lo que se prefirió adoptar un sifon de

1.800 metros de longitud,  $0^m,61$  de diámetro, 3 de carga máxima, y un pequeño puente-sifon para salvar el arroyo.

Desde la casilla de salida, situada frente al cortijo del Parralejo, sigue el acueducto contorneando la sierra de Dos Hermanas, sostenido en gran parte con muros apoyados en anchas fundaciones, para evitar el corrimiento de los terrenos arcillosos, que se deslizan en grandes masas; así continúa este trozo en una longitud de 3.450 metros, hasta el sifon de Fuente-Imbros, pasando ántes el puerto del Higueron, con una mina de 400 metros de longitud, para evitar la gran vuelta que exigiria el contrafuerte de la sierra de Dos Hermanas.

El sifon de Fuente-Imbros salva el barranco llamado del Infierno, con una longitud de tubería de 360 metros, del mismo diámetro que el de Bogaz, y una carga de 27 metros, cruzando el arroyo con un pequeño puente-sifon de sillería, de 5 metros de luz. Desde la casilla de salida, cuyo desnivel respecto á la de entrada es sólo de  $0^m,44$  situada frente al cortijo de Fuente-Imbros, sigue el acueducto en zanja de 2 á 10 metros de profundidad, pasando los arroyos de los Romerales, La Coraica, Ojos Azules, El Tambor, La Peruela y El Colegial, con puentes-acueductos todos de sillería, y arcos de 5 y 6 metros de luz, rebajados ó de medio punto, segun lo ha exigido la altura de la rasante, hasta llegar al Puerto de la Cruz. En este trayecto, que tiene 5.350 metros, se han perforado tres minas de 200, 100 y 1.000 metros de longitud respectivamente. Esta última es la más larga de la línea, y tiene 28 metros de carga máxima.

A la salida de esta mina, que puede decirse es también la salida de la Sierra, se presenta el extenso valle del Guadalete; si se hubiese llevado el acueducto por la izquierda, tomando la ladera que continúa hasta la Angostura, para ir sosteniéndole á la altura conveniente, nos hubiésemos alejado cada vez más de la direccion de Jerez, y siguiendo hácia dicha poblacion, el terreno descende suavemente hasta el rio, cuyas bajas aguas entre los dos vados de la Barca y del Encerradero (lámina 1.<sup>a</sup>), están 95 metros debajo de la solera del acueducto en el Puerto de la Cruz

(lámina 2.<sup>a</sup>). Ha sido preciso, pues, pasar este gran valle con un sifon de 18.250 metros de longitud, hasta llegar á la altura de Cuartillos, cuyos cerros, elevándose en medio de la Vega, obligan á desarrollar nuevamente el acueducto.

El perfil longitudinal de este sifon, representado en la lámina 3.<sup>a</sup>, manifiesta, que la línea de tubos va descendiendo desde su origen por las dehesas del Sotillo, Mal Abrigo y Berlanguilla hasta el rio, cruzando éste con un puente de hierro de tres tramos de 25 metros de luz el del centro, y 20 cada uno de los laterales y arcos de sillería en ambas márgenes (lámina 4.<sup>a</sup>), formando hasta este sitio la rama descendente de 11.240 metros con una carga de 89; á partir del puente empieza la rama ascendente y sigue por las dehesas del Cantoral, Horcajo y los Haces, hasta la de las Majadas, con una longitud de 7.010 metros y un desnivel entre las dos bocas de 22.

Desde la casilla de salida vuelve otra vez al acueducto en zanja, variando su profundidad de 3 á 10 metros, hasta el arroyo de las Cruces, que se pasa con un puente acueducto de sillería, de tres arcos de medio punto, de 6 metros de luz cada uno, á continuacion del cual hay una mina de poca importancia, y despues de dos curvas para faldear la dehesa de la Parrilla, se encuentra la mina del Salto del Cielo, de 800 metros de longitud y 28 de carga. Continúa el acueducto enterrado hasta la pequeña mina de los Derrumbios y puente-acueducto del mismo nombre, compuesto de dos arcos de 6 metros de luz cada uno, rebajados á  $\frac{1}{3}$  y contruidos de sillería y ladrillo; la ladera que sigue al puente es como todo el trozo de Cuartillos, de arcilla muy compacta, pero en esta parte hay grandes desprendimientos, de donde ha tomado este arroyo el nombre de Derrumbios, y para evitar una mina de mucha longitud se siguió faldeando este cerro en una extension de 1.200 metros hasta la mina de las Majadas, última del trazado, pues desde aquí empieza á descender el terreno hasta los llanos de la Catalana, cruzados por el arroyo del Albaladejo, que es de agua salada. Esta seccion desde el sifon del Guadalete, de 4.700 metros de longitud, recorre un terreno tan desigual y acci-

dentado con grandes y profundos barrancos, que á pesar de los varios estudios y tanteos que se hicieron, no se evitó el tener que perforar cuatro minas con bastante movimiento de tierras; pero despues de ejecutadas las obras, hemos visto que hubiese sido preferible hacer una sola, siguiendo la línea A B C D, señalada en la lámina 1.<sup>a</sup>, la cual uniría los dos grandes sifones del Guadalete y Albaladejo. Esta mina tendria mucha carga, pero como el terreno ha sido tan favorable para la perforacion que no ha exigido entibaciones, barrenos, ni agotamientos, no presentando ninguna de las dificultades que casi siempre se encuentran en esta clase de trabajos, se hubiera obtenido un trazado más corto, muy aproximado á la direccion recta, más seguro el acueducto y desde luego más económico, pues se hubiesen evitado por completo las obras de fábrica; ademas habria sido fácil para extraer las tierras é introducir los materiales del revestimiento, sustituir á los pozos, galerías horizontales desde los arroyos y barrancos, que en el trazado seguido se cruzan de nivel ó con puentes-acueductos; pero ántes de la construccion de esta seccion era difícil, á pesar de los reconocimientos y sondeos practicados, resolver con la seguridad que ahora podemos hacerlo, cuál de las dos líneas era la preferible.

Desde el punto donde termina esta seccion desciende el terreno rápidamente hasta los llanos de la Catalana que le separan de la meseta en que se halla situado Jerez, y que no es posible atravesar sino con el sifon del Albaladejo, de 10.080 metros de longitud, 80<sup>m</sup>, 50 de carga y 12<sup>m</sup>, 10 de desnivel. Este sifon desciende desde Cuartillos, casi en línea recta, por la dehesa de la Culebra, al llano de la Catalana, cruzando el arroyo en dos puntos por debajo de su cauce; desde este sitio, que es el fondo del sifon, se eleva la rama ascendente, atravesando las huertas y viñas de la Canaleja y el camino de la Rosa Celeste, para entrar en la poblacion bajo el viaducto del ferro-carril (lámina 7.<sup>a</sup>) y por las calles de Medina, Honda, Larga, Porvera, Ancha, del Asilo y subida del Calvario dejando esta ermita á la derecha, va á terminar en el depósito situado en las viñas de Picadueña.

El emplazamiento de éste, cuya solera está á 9,205 metros más

alta que el centro de la calle del Molino de Viento, punto más elevado en el casco de la población, permite hacer la distribución del agua hasta las azoteas y pisos más elevados de los edificios.

La diferencia total de nivel desde dicha solera ó fondo del depósito, hasta los manantiales superiores de Tempul, que es de 49,68 metros, se ha distribuido de la manera siguiente:

Metros.

4,25 desde la salida de los nacimientos más altos, cuando las aguas están en su mayor descenso hasta la solera del acueducto, debajo de la compuerta de toma. Este desnivel se ha distribuido en las dos cascadas ó saltos que forman las presas de sillería para batir el agua, en la pendiente de los arroyos (lámina 2.<sup>a</sup>), y en la caída que se ha dejado á la salida del agua para que afluya ésta con facilidad.

0,95 desde el punto anterior hasta la boca de entrada del sifon de Bogaz, en la casilla llamada del Vicario, que es lo que corresponde á 2.520 metros que tiene este trozo de longitud, con la pendiente uniforme de  $\frac{1}{3000}$  y un pequeño aumento en las minas.

2,20 entre las bocas de entrada y salida del sifon de la garganta de Bogaz, ó sea entre las soleras del acueducto en las casillas del Vicario y del Parralejo, que para los 1.800 metros de longitud del sifon, le corresponde una pendiente media de 0,00122 por metro.

1,14 desde la salida del sifon anterior hasta la entrada del sifon de Fuente-Imbros, que comprende el trozo de acueducto denominado de *Dos Hermanas* de 3.440 metros de longitud, con la pendiente uniforme de  $\frac{1}{3000}$ .

0,44 entre las bocas de entrada y salida del sifon de Fuente-Imbros, de 360 metros de longitud, que da 0,00139 para la pendiente media por metro.

1,80 desde la salida del sifon de Fuente-Imbros hasta la entrada del sifon del Guadalete, que comprende la sec-

Metros.

- cion de los Romerales y la Peruela, de 5.350 metros de longitud, con la pendiente uniforme de  $\frac{1}{5000}$ .
- 22 entre las bocas de entrada y salida del sifon del Guadalete de 18.250 metros de longitud, comprendidos desde el puerto de la Cruz hasta la dehesa de las Majadas, lo que da 0,0012 para la pendiente media por metro.
- 1,55 desde la salida del sifon anterior hasta la entrada del sifon del Albaladejo en Cuartillos, que comprende una longitud de 4.700 metros de acueducto, con la pendiente uniforme de  $\frac{1}{3000}$ .
- 12,10 entre la boca de entrada del sifon del Albaladejo y la salida en el depósito de Jerez, que tiene una longitud de 10.080 metros y 0<sup>m</sup>,31 de diámetro.
- 3,25 altura de la salida del sifon del Albaladejo, sobre la soleira del depósito.

49,68 Diferencia total de nivel.

Para completar la descripción del trazado y tener idea de la importancia de esta obra, se han formado los dos cuadros siguientes, relativos á las minas que ha sido preciso perforar, y á los puentes-acueductos que ha habido que construir, para el paso del rio Guadalete y de los arroyos que cruza el acueducto.

CUADRO que manifiesta el número de minas, su longitud y carga.

Núm. de orden.	Nombre del sitio que ocupa la mina.	Len. gruta en metros.	Carga máxima.	Núm. de pozos.	Naturaleza del terreno.	OBSERVACIONES.
1	Tempul.	900	32	12	Roca yesosa y arcilla.	Esta mina ha exigido agotamientos, entibaciones y barrenos.
2	Los Cuquillos.	350	25	5	Roca dura yesosa.	Grandes entibaciones y hundimientos debidos á las muchas filtraciones.
3	Bollo.	160	12	2	Greda.	
4	Dos Hermanas.	400	17	6	Greda muy suelta.	Esta mina ha exigido fuertes entibaciones.
5	Ojos Azules.	200	22	4	Yeso y arcilla.	Muchas filtraciones.
6	La Peruela.	100	15	2	Yeso muy duro.	Muchos barrenos.
7	Puerto de la Cruz.	1.000	25	16	Yeso y arcilla compacta.	Algunas filtraciones y barrenos.
8	Las Cruces.	200	15	2	Arcilla compacta.	Excelente terreno para la perforación.
9	Salto del Cielo.	800	28	6	Id. id.	Idem.
10	Los Derrambios.	150	12	2	Id. id.	Idem.
11	Las Majadas.	200	16	4	Id. id.	Idem.

**CUADRO que manifiesta el número y dimensiones principales de los Puentes-acueductos y Puentes-sifones.**

Núm. de orden.	Nombre del río, arroyo ó barranco sobre que está construido.	Clase de obra.	Materiales de que está construido.	Núm. de arcos.	Luz de cada arco.	Forma de los arcos.	Ancho en metros.
1	Arroyo del Bollo.	Puente-acueducto.	Sillería y mamp. <sup>a</sup>	3	6	Medio punto.	2
2	Garganta de Bogaz.	Puente-sifon.	Sillería.	1	5	Rebajados al $\frac{1}{4}$	1,60
3	Arroyo del Infierno.	Id.	Id.	1	5	Rebajados al $\frac{1}{5}$	1,60
4	Arroyo de los Romerales.	Puente-acueducto.	Sillería y mamp. <sup>a</sup>	4	6	Medio punto.	2
5	Id. id.	Id.	Sillería.	1	6	Rebajados al $\frac{1}{4}$	2
6	Arroyo de la Coraica.	Id.	Id.	1	5	Id. al $\frac{1}{4}$	2
7	Arroyo de Ojos-Azules.	Id.	Id. y mampostería.	4	6	Medio punto.	2
8	Arroyo del Tambor.	Id.	Sillería.	3	5	Rebajados al $\frac{1}{5}$	2
9	Id. de la Peruela.	Id.	Id.	4	6	Rebajados al $\frac{1}{5}$	2
10	Id. del Pilar de la Peruela.	Id.	Id.	4	6	Id. al $\frac{1}{4}$	2
11	Id. del Colegioal.	Id.	Id.	1	6	Medio punto.	2
12	Id. en la Pasada del Rayo.	Puente-sifon.	Sillería y mamp. <sup>a</sup>	3	5	Rebajados al $\frac{1}{5}$	1,60
13	Id. de Mal-Abrigo.	Id.	Id.	2	5	Id. al $\frac{1}{4}$	1,60
14	Río Guadalete.	Id.	Hierro y sillería.	10	25-20 y 6	Rectos y rebaj. <sup>a</sup> al $\frac{1}{2}$	2
15	Arroyo de Caerpo de Hombre.	Id.	Sillería.	1	6	Medio punto.	1,60
16	Id. del Rosal.	Id.	Id.	1	5	Id.	1,60
17	Arroyo de las Cruces.	Puente-acueducto.	Id.	3	6	Id.	2
18	Id. de los Derrumbios.	Id.	Id. y ladrillo.	2	6	Rebajados al $\frac{1}{4}$	2

## SECCION.

Adoptada la anterior distribucion de desniveles, se determinó la seccion transversal del acueducto, así como el diámetro de los tubos de los sifones, para conducir 16.000 metros cúbicos cada veinticuatro horas, ó sean 185 litros por segundo, cantidad que no siempre dan los manantiales, puesto que su caudal es muy variable segun las estaciones; esta circunstancia fué objeto de detenido exámen, ántes de emprender obras de esta magnitud, cuando no se contaba con más recursos que los de la localidad, pues no sólo se han llevado á cabo sin auxilio ni subvencion de ninguna clase, sino que hasta se negó por el Gobierno la proteccion que habia dispensado á empresas análogas, de la libre introduccion del material.

Observando el estado de los aforos hechos en Tempul desde Junio de 1862, se ve la gran variacion que hemos indicado en su caudal, descendiendo en algun caso á 7.200 metros cúbicos, aunque sea por pocos dias, y en una estacion en que disminuye el consumo en la poblacion. Sin embargo, para precaverse en el porvenir, se estudiaron los medios de aumentar la cantidad de agua, que hemos creido conveniente exponer en este sitio, pues sin conocer el trazado de la línea, no sería posible hacerlo con claridad.

La primera idea fué utilizar las aguas sobrantes del invierno, reuniéndolas en un pantano ó lago artificial formado al lado mismo de los manantiales, por medio de un dique de contencion, construido en su mayor parte de arcilla apisonada, como hacen los ingleses estos grandes depósitos para abastecer muchas poblaciones (1). El nivel superior debería ser inferior al nacimiento de agua más bajo y hacer la toma en el fondo, para utilizar en caso necesario toda el agua recogida. La entrada continua de las aguas de los manantiales mantendria el líquido sin que perdiese

---

(1) « *A comprehensive treatise on the water supply of cities and Towns, by William Humber.*—London.—1876; pág. 115, chapter VIII.»

sus condiciones potables, no quedando arena ni sedimento de ninguna clase, pues las aguas salen perfectamente claras y transparentes. La altura ó profundidad que se diese á este depósito, habria que rebajarla de los 49,68 metros de desnivel disponible para la conduccion, lo que exigiria aumentar el diámetro de los sifones, y de consiguiente el coste de la obra. Este procedimiento, si no tuviera otros inconvenientes, desde luégo compensaria el beneficio de tener asegurada una cantidad constante y permanente de agua, áun en épocas de gran sequía, como viene sucediendo en los últimos seis años; pero lo que no puede obtenerse es un buen emplazamiento para el depósito en las inmediaciones del manantial, pues toda la ladera hasta el rio está formada de terreno arcilloso con mezcla de *toba*, el cual es sumamente poroso, y es de temer se filtrasen las aguas reunidas allí; además, que suponiendo tuviese el pantano ocho metros de profundidad media, exigiria una superficie de 25 hectáreas para contener dos millones de metros cúbicos, que es la capacidad que hemos calculado deberia tener, para llenar las condiciones impuestas, y este espacio sería difícil de conseguir. Por último, el volúmen de agua detenido en los meses de Agosto y Setiembre, con la temperatura tan elevada de esta localidad, es posible que se alterase, porque respecto á la cantidad contenida en el pantano, que podría variar de uno á dos millones de metros, sería muy pequeña la que entrase diariamente procedente de los manantiales, para mantener el agua fresca y establecer una corriente suficiente, en la masa depositada.

El segundo medio consiste, en utilizar el desnivel de 2<sup>m</sup>,20 que tiene el sifon de Bogaz entre las dos bocas, reuniendo allí el sobrante de agua, para lo cual se conduciria toda por el acueducto hasta la casilla del Vicario; en este punto pasarían al sifon los 16.000 metros, y el sobrante á la garganta de Bogaz, donde se haria el pantano ó depósito artificial, prestándose aquel terreno mejor que el de Tempul, por su calidad, y por el gran pliegue que forma la sierra en dicho sitio. Obtenido el depósito podría hacerse la toma en la casilla de salida del sifon, que es la del

Parralejo, cuya solera está 2<sup>m</sup>,20 más baja que la de entrada y que el nivel del agua detenida; así se utilizaría un volúmen igual al producto de los 2<sup>m</sup>,20 de altura, por la extension que resultase para el pantano.

El inconveniente de este medio sería que el agua se alterase por los insectos, y el extraordinario calor que hace en el verano, especialmente en las cañadas y gargantas, descomponiéndola y haciéndola perder las buenas cualidades que posee al salir de los manantiales (1). No siendo convenientes estos depósitos abiertos y formados sobre el mismo terreno para reunir aguas potables, que han de surtir una poblacion en un clima como el de la provincia de Cádiz, sobre todo cuando hay otros recursos, como vamos á indicar, se abandonó desde luégo esta idea, fijándonos en suplir con el rio Majaceite, si llegase el caso, la cantidad de agua que no pudiese suministrar Tempul. El punto de toma y elevacion más conveniente en este caso sería el señalado con la letra A en la lámina 1.<sup>a</sup>, donde el arroyo de Dos Hermanas entra en el rio, y que es tambien el que más se aproxima al acueducto: aquí podría establecerse una máquina de vapor para elevar á 54 me-

(1) Consignarémos en esta nota un pensamiento que deberían utilizar los dueños de aquellos terrenos, aprovechando la riqueza que hay perdida ahora y que consistiria en hacer una presa ó dique de arcilla compacta en la garganta de Bogaz, lo que puede conseguirse con economía por los excelentes materiales que tanto de piedra como de arcilla hay en los terrenos que forman la garganta; conducir, como se ha indicado por el trozo de acueducto construido desde Tempul hasta la casilla del Vicario, todo el caudal de agua posible, que son 40.600 metros cada 24 horas, viniendo lleno hasta el arranque de la bóveda con la altura de 0<sup>m</sup>,95 metros, y como el sifon de Bogaz no puede conducir como máximo más que 20.000, hay un sobrante de 20.600 metros en los meses, que los da el manantial, que por medio de una pequeña acequia, siguiendo casi una curva de nivel, por la ladera derecha, entraria el agua en el pantano; ademas podrian recogerse las aguas en la garganta, y la que viene por la boca de la Foz, formando así un gran depósito para regar la falda de la sierra de Dos Hermanas, la Vega de la Plata y las llanuras que hay en la márgen izquierda del rio Majaceite, cuyos terrenos serian muy productivos con el beneficio del riego. El salto que se obtendria al salir el agua del pantano para regar los terrenos bajos podría utilizarse en un molino harinero, tan conveniente en este sitio, por ser el cruzamiento de los caminos de varios pueblos,

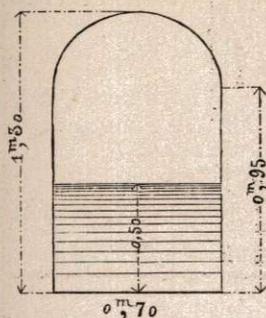
tros de altura y echar en la almenara de Dos Hermanas, la cantidad de agua necesaria hasta completar los 16.000 metros, durante el período del año que no los suministren los manantiales. Este punto A, que sólo dista del acueducto 550 metros, tiene además la ventaja de estar sobre el camino de la sierra, lo que facilitaría la conducción del combustible, que en este caso convendría fuese leña, y además que como la margen del río está compuesta de un gran banco de guijo y arena, forma un filtro natural excelente, para que las aguas antes de elevarlas puedan limpiarse; por otra parte, como se habían de mezclar con las de Tempul, cuya transparencia es tan grande, se obtendría el agua clara y de buenas condiciones; sin embargo, el inconveniente que encontramos es tener que establecer la máquina de vapor á mucha distancia de la población, donde la vigilancia no podría ser tan grande, y además el coste de elevación saldría recargado, por tener que emplearla sólo en un período corto, y para pequeñas cantidades de agua.

Queda indicar el medio que en nuestro concepto reúne mayores ventajas, para aumentar las aguas de Tempul en los años de sequía, y consiste en agregarle los manantiales del Aljibe y de Ortela, descritos en el capítulo anterior con el núm. 7, los cuales reunidos forman la garganta del Caballo. Situados á gran altura y á la distancia de 12 kilómetros próximamente de Tempul, con un sifon de pequeño diámetro podría derivarse la cantidad de agua necesaria para el objeto.

Esta solución satisface completamente las necesidades que pudiera tener Jerez, aún despues de muchos años, y asegura para siempre de 16 á 20.000 metros cúbicos diarios de agua pura, trasparente y de la mejor calidad. Pudiendo, pues, contar con este aumento, se calcularon las correspondientes secciones del acueducto y de los sifones, como vamos á exponer.

Respecto al acueducto, hay una consideración muy importante que debe tenerse presente, cual es que un hombre pueda andar y recorrerle por dentro, para hacer las reparaciones, la limpieza y cuanto exija la buena conservación, lo que requiere una sección

mayor que la necesaria para conducir los 16.000 metros cúbicos.



La forma adoptada ha sido la de un rectángulo de 0<sup>m</sup>,70 de ancho por 0<sup>m</sup>,95 de altura, terminado por un semicírculo, como se representa en la figura, cuyas dimensiones permiten hacer el recorrido con el desahogo indispensable.

*Pendiente.*—Determinada la seccion, la pendiente deberá satisfacer á la condicion de que la velocidad del agua no sea tan

pequeña que pueda alterar su cualidad potable, ni tan grande que su continuo paso llegue á destruir el enlucido y atacar las paredes del acueducto. Así, pues, teniendo á la vista (1) las pendientes que se han dado á otros acueductos, fijamos la nuestra en 0<sup>m</sup>,00033 por metro, con lo cual y la seccion adoptada la cantidad de agua que podrá conducirse, está determinada para cada una de las diferentes alturas.

Entre las muchas fórmulas que se emplean para este objeto hemos aplicado la de Dupuit, la de Tadini (2), muy generalizada en Italia y aún en Inglaterra, y la de M. Bazin, que es muy reciente y merece mayor confianza, despues de las comprobaciones y experimentos hechos por el ingeniero W. R. Kutter (3), tomando el coeficiente correspondiente á paredes lisas y pulimentadas.

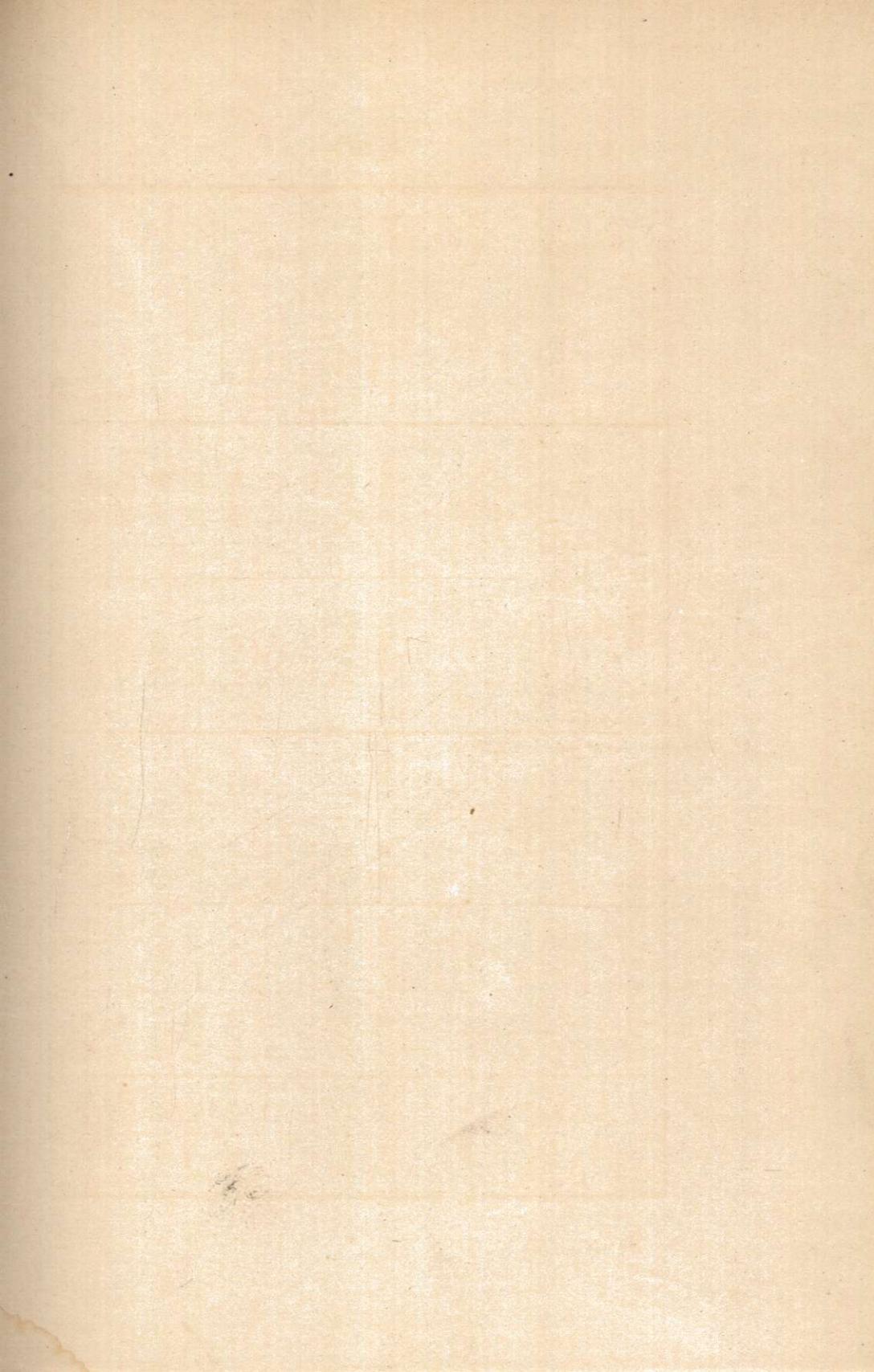
Segun esto se ha formado el cuadro siguiente :

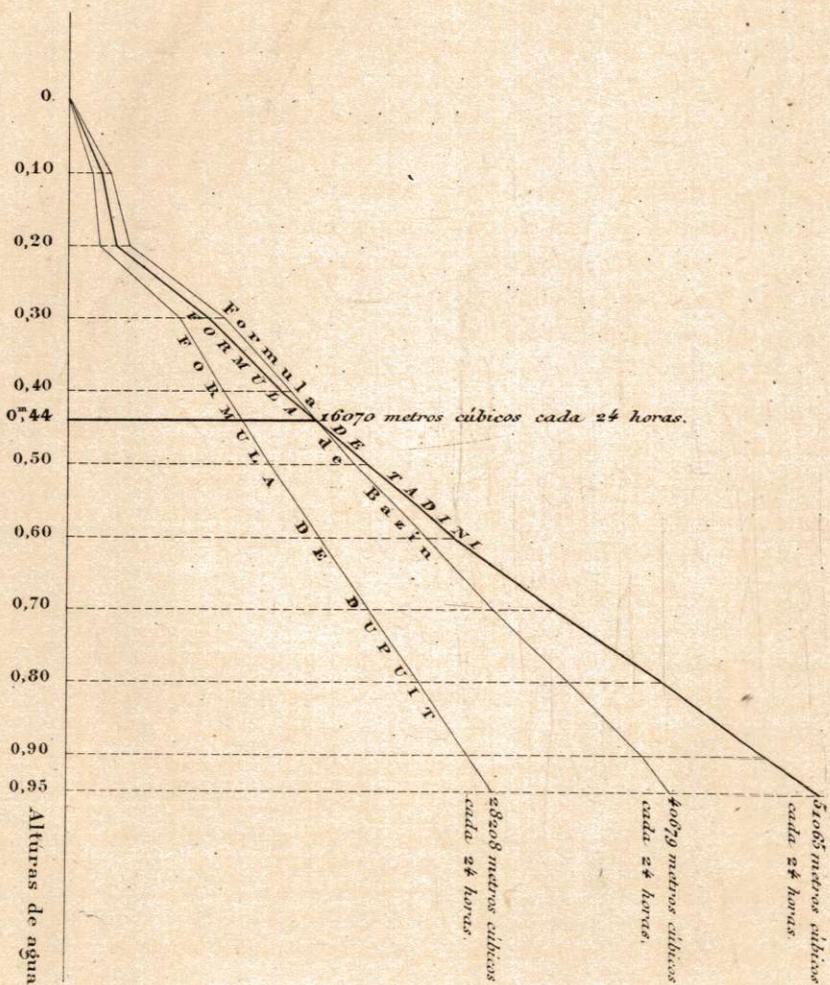
(1) Canal de Lozoya . . . . .	0,0003
Acueducto de Nueva-York.. . . .	0,000113
» de Glasgow. . . . .	0,00015
Canal de Marsella.. . . .	0,0003
Acueducto de Burdeos. . . . .	0,0000606
Idem de la Dhuis en la nueva conduccion hecha en Paris. . . . .	0,00015

(2) «*Idraulica matematica e pratica dell' Ingegnere Ildebrando cav. Nazzari.* Palermo, 1876. Volume III, page 68.»

(3) «*The new formula for mean velocity of discharge of rivers and canals by W. R. Kutter. Translated by Louis D'A. Jackson, London, 1876.*»

Altura de agua en el acueducto, $h$ metros.	Seccion de agua, $s$ metros cuadrados.	FÓRMULA DE DUPUIT.		FÓRMULA DE TADINI.		FÓRMULA DE BAZIN.		OBSERVACIONES.
		$\left(\frac{Q}{20}\right)^2 = \frac{p^3 h^3}{l+h} \cdot \frac{i}{0,035}$	$Q = 50 l h \sqrt{p h}$	$V^2 = \frac{R I}{0,00015 \left(1 + \frac{0,03}{R}\right)}$	$Q = SV$			
		Litros por segundo.	Metros cúbicos cada 24 horas.	Litros por segundo.	Metros cúbicos cada 24 horas.	Litros por segundo.	Metros cúbicos cada 24 horas.	
0,10	0,070	18,94	1.636	20,18	1.744	24,50	2.117	En las fórmulas representan : Q = Gasto de agua por segundo. l = Semi-ancho del acueducto en la fórmula de Dupuit. t = Ancho del acueducto en la fórmula de Tadini. h = Altura del agua. i = p = I = pendiente por cada metro 0,00033. V = Velocidad por segundo. S = Seccion. R = Radio medio = $\frac{\text{Seccion}}{\text{Perimetro anejado}}$ .
0,20	0,140	48,48	4.189	57,10	4.933	66,64	5.758	
0,30	0,210	81,85	7.072	105,01	9.074	114,87	9.925	
0,40	0,280	117,44	10.147	161,48	13.952	165,20	14.273	
0,50	0,350	154,17	13.322	226,12	19.537	217,00	18.749	
0,60	0,420	191,58	16.553	296,63	25.629	274,68	23.732	
0,70	0,490	230,00	19.872	373,80	32.296	329,77	28.492	
0,80	0,560	268,24	23.176	458,83	39.470	386,50	33.394	
0,90	0,630	307,03	26.527	544,98	47.086	442,90	38.267	
0,95	0,665	325,48	28.208	591,03	51.065	470,82	40.679	





De las experiencias y observaciones hechas en el acueducto hemos deducido, que la fórmula que da resultados más aproximados es la de Bazin, especialmente para las alturas comprendidas entre  $0^m,30$  y  $0^m,60$ , cuando se ha establecido un régimen permanente, es decir, cuando entraba en Tempul una cantidad constante de agua y se medía en el Depósito de Jerez con toda exactitud, haciéndola pasar á uno solo de los compartimientos, mientras que con el otro se hacía el gasto de la poblacion. Estos experimentos repetidos, pueden ser de gran utilidad, puesto que el acueducto tiene una pendiente uniforme en grandes longitudes, donde se observa con toda precision, la altura que toma el agua y puede conocerse el volúmen que pasa, midiéndolo directamente en el Depósito.

Observando detenidamente el cuadro anterior, se ven las diferencias tan notables que dan las tres fórmulas empleadas, y por lo tanto, la necesidad de corregirlas. Sin embargo, en tre las alturas  $0^m,40$  y  $0^m,50$  las de Tadini y de Bazin dan el mismo resultado, precisamente cuando el acueducto conduce 16.000 metros cúbicos cada 24 horas, que es tambien cuando se han hecho más observaciones, por ser la cantidad propuesta para el suministro de Jerez. En el adjunto diagrama, en que las abscisas representan las diferentes alturas de agua del acueducto, y las ordenadas los volúmenes calculados por las fórmulas, aparece con más claridad lo que acabamos de indicar, pues se cortan en el punto A las dos curvas, que corresponde próximamente á la altura de agua en el acueducto.

La seccion de los tubos de los sifones, y de consiguiente el diámetro, depende de la pendiente ó desnivel de que puede disponerse y de la cantidad de agua que hay que conducir; ambos datos se han fijado, el primero por la disposicion del terreno, segun la cual se hizo la distribucion de la diferencia total de nivel, página 61, y el segundo tomando 16.000 metros cúbicos de agua en el espacio de veinticuatro horas, ó 185 litros por segundo.

Con estos datos, la expresion que liga la longitud del sifon, la

pérdida de carga, el volúmen de agua y el diámetro del tubo es

$$D^5 = \frac{L}{H} \left( \frac{Q}{20} \right)^2$$

la cual, aplicándola á los cuatro sifones del acueducto, se encuentra

Nombre del sifon.	Longitud en metros, L	Desnivel entre las bocas de entrada y salida. H	Gasto en metros por segundo, Q	Diámetro del tubo en metros, D
Garganta de Bogaz. . .	1.800	2,20	0,185	0,587
Fuente-Imbros. . . .	360	0,44	0,185	0,587
Guadalete. . . . .	18.250	22	0,185	0,59
Albadalejo. . . . .	10.080	12,10	0,185	0,59

Empleando la fórmula de Prony, que da para la velocidad (1)

$$V = 53,58 \sqrt{\frac{DI}{4}} - 0,025 (1).$$

en la que representan

V = velocidad media por segundo.

D = diámetro en metros.

I = pendiente por metro

tendremos

SIFONES.	Diámetro del tubo en metros, D	Pendiente por metro, I	Velocidad media en metros, V	Seccion en metros cuadrados, S	Gasto en metros cúbicos por segundo, Q=SV	Gasto en las 24 horas. — Met. cúb.
Bogaz. . . . .	0,61	0,00122	0,704	0,292	0,205	17.712
Fuente-Imbros. . .	0,61	0,00122	0,704	0,292	0,205	17.712
Guadalete. . . . .	0,61	0,0012	0,671	0,292	0,196	16.934
Albaladejo. . . . .	0,61	0,0012	0,671	0,292	0,196	16.934

Aplicando las tablas calculadas por Mr. Darcy (2) se encuen-

(1) «*Studii sull acquidotto Claudio é progeto per fornire d' acqua potabile la città di Napoli.* Per Felice abate, Ingegnere. Napoli, 1864.»

(2) «*Recherches experimentales relatives au mouvement de l' eau dans les tuyaux,* 1857.»

tra que para un diámetro de 0<sup>m</sup>,60 y un gasto de 133 litros por segundo, la pendiente ó pérdida de carga que corresponde por metro es de 0,00077.

Segun esto, adoptamos desde luégo el diámetro de dos piés ingleses (1) ó 0<sup>m</sup>,61 para el diámetro del tubo, que ha de conducir los 16.000 metros cúbicos cada 24 horas, y sin embargo, hemos observado que los sifones conducen hasta 19.800 metros cúbicos, en repetidos experimentos que se han hecho, habiendo sucedido lo mismo en Glasgow, donde el ingeniero Mr. Batemen, despues de colocados los sifones y hecho los ensayos correspondientes, encontró mayor cantidad de agua que la calculada; así pues, con- vendria reunir todos estos datos y adquirir otros nuevos, en los numerosos sifones que se han colocado recientemente, de gran diá- metro y longitud, y modificar las fórmulas y tablas que hoy se usan, basadas en observaciones hechas en tubos de pequeños diá- metros. Este asunto es muy importante, puesto que la disminu- cion del diámetro de los tubos representa una economía de con- sideracion, y ademas cuanto menor sea aquél, aumenta la resis- tencia y son más difíciles las roturas.

## CAPÍTULO IV.

### Descripcion de las obras ejecutadas.

#### 1.º—MANANTIALES.

Los manantiales de Tempul, como ya se ha indicado, se pre- sentan al pié de la Sierra de las Cabras, en una serie de salideros y pequeños nacimientos, que estaban cubiertos de matorrales án- tes de ejecutarse las obras del acueducto, obstruyendo su salida. Todas estas aguas reunidas constituian un arroyo, que con un desarrollo de más de 500 metros vertia en el rio Majaceite.

---

(7) Un pié inglés equivale á 0,3048 metros.

Los primeros trabajos practicados consistieron en descubrir las salidas de agua, por medio de una excavacion general, en la extension de 1.700 metros cuadrados y de uno á cuatro de profundidad, y colocar en el punto más bajo donde todas las aguas ya estaban reunidas, un vertedero abierto en chapa metálica de un milímetro de espesor, con una escala vertical dividida de cinco en cinco milímetros, para apreciar la altura del agua á su paso y determinar el aforo; así se dejaron los manantiales hasta la terminacion de las obras del acueducto, ejecutando entónces las que vamos á describir.

Despues de bien limpios y descubiertos todos los veneros y puntos en que se presentaba el agua, y dar á los taludes de las excavaciones la pendiente trasversal, arreglada á la consistencia del terreno, que ha variado desde  $30^{\circ}$  á  $70^{\circ}$ , se revistieron aquéllos con piedra en seco, para evitar desprendimientos y que se enturbien las aguas, cuya perfecta transparencia es una de las cualidades que más distinguen á las de Tempul. El espacio comprendido entre estas excavaciones forma cuatro arroyos, separados por dos pequeñas islas, y un embalse de 800 metros cuadrados de superficie, producido por una presa de sillería, como se representa en las figuras de la lámina 2.<sup>a</sup> En el centro de esta presa se ha practicado una abertura de un metro de ancho y  $1^m,20$  de altura, con una compuerta que se maniobra desde la parte superior, para retener el agua y graduar aproximadamente la cantidad que ha de pasar á la casa de toma; su coronacion está  $0^m,95$  sobre la solera del acueducto, y de nivel por consiguiente, con el arranque de la bóveda, á fin de que aún cuando la compuerta se halle completamente cerrada, y los manantiales produjesen mayor cantidad de agua que la que puede conducir el acueducto, no pasase ésta de la altura indicada, vertiendo entónces por encima y siguiendo el cauce del arroyo primitivo.

Adosada á la presa se ha situado la casa de toma, que está reducida á un espacio rectangular de 4 por 4,5 metros, formando una especie de pequeño cuenco de exclusiva, cerrado en su parte superior por cuatro muros, y cubierto con una bóveda cilíndrica de

medio punto de 2<sup>m</sup>,90 de luz; en el muro de la casa contiguo al embalse hay practicada una abertura de 1<sup>m</sup>,20 para dar paso al agua; y del lado opuesto arranca el acueducto, á cuya entrada se ha establecido una compuerta maniobrada desde arriba, y que sirve para que pase sólo la cantidad de agua que se quiera, ó impedirlo por completo, cuando haya que hacer algun reconocimiento ó reparacion. Con esta compuerta y la de la presa se puede hacer la graduacion, pero sólo por tanteo, puesto que el nivel del embalse es variable, y de consiguiente, estando la compuerta del acueducto dispuesta de modo que su arista inferior quede debajo del nivel del agua, el gasto de la seccion de salida variará con dicho nivel.

Quando el producto de los manantiales sea menor que el que pueda conducir el acueducto y los sifones, entónces se conoce exactamente el volúmen por medio de la escala graduada experimentalmente. Para esto se cierra la compuerta de la presa y se abre la del acueducto hasta que su parte inferior quede por encima del nivel del agua, y deje por consiguiente completamente libre su paso; para este caso se ha colocado una escala que por un lado está dividida en centímetros, y por el otro expresa el volúmen que entra en el acueducto, bastando, pues, tener una nota diaria de la altura para conocer el volúmen.

En el curso del arroyo principal se han construido dos pequeñas presas de sillería con varios escalones ó cascadas, para obtener saltos y batir el agua, con el objeto de que se precipite una parte del carbonato de cal que contiene, ántes de entrar en los sifones. Entre las dos presas forman una caída de 1<sup>m</sup>,75 que se pensó utilizar en un principio, para establecer ruedas de paletas que produjesen mayor agitación en el agua, lo cual no ha sido preciso despues de hechos los saltos.

Todas estas obras están rodeadas de un muro de mampostería de uno á dos metros de altura, para evitar que las aguas de lluvia al correr por la ladera ó falda de la montaña en que nacen los manantiales, puedan enturbiarlos, puesto que este recinto no recibirá más que la lluvia que cae sobre él directamente.

2.º—ACUEDUCTO GENERAL.

El acueducto está construido con los materiales más apropiados á cada trozo: así pues, se ha empleado la mampostería y el ladrillo combinándolos, ó aisladamente, como se indica en las secciones, lámina 2.ª

En la parte comprendida desde Tempul hasta el Puerto de la Cruz, que hay excelentes canteras de piedra caliza para mamposterías, se ha ejecutado todo con esta clase de material, usando el ladrillo únicamente en la bóveda de algunos trozos. Por la inversa, en la seccion de Cuartillos, donde las arcillas son buenas y abundantes, se ha fabricado el ladrillo al pié mismo de los trabajos, para evitar los trasportes que en materiales tan pesados y de poco valor, hacen aumentar considerablemente su coste; el espesor de los muros ó cajeros, que en la mampostería ha sido de 0<sup>m</sup>,40 á 0<sup>m</sup>,50, se ha reducido á 0<sup>m</sup>,30, que es el largo ordinariamente del ladrillo.

En esta misma seccion se ensayó un trozo de 200 metros de hormigon hidráulico, dando un excelente resultado, constituyendo un monolito; pero su coste con respecto al de la fábrica de ladrillo estaba en la relacion de cuatro á tres, por lo cual se abandonó.

El sistema seguido en la construccion fué el siguiente: hecha la excavacion de 1<sup>m</sup>,50 de ancho, se echaba una tongada de hormigon hidráulico de 0<sup>m</sup>,25 de grueso en todo el ancho, que servia de fundaciones, la cual se apisonaba perfectamente con pisones de madera; en seguida se colocaban dos tableros separados entre sí 0<sup>m</sup>,70, ó sea el ancho del acueducto, de 0<sup>m</sup>,95 de altura; y con tongadas de 0<sup>m</sup>,20 á 0<sup>m</sup>,25 de espesor, se rellenaban los espacios comprendidos entre los tableros y el terreno, para formar los cajeros: construidos éstos se establecia el *camon* ó pequeña cimbra, para hacer la bóveda y cerrar el acueducto, tambien por capas apisonadas. Los tableros se enlazaban con riostras por el interior, para conservar el paralelismo y la verticalidad, y el *camon* se unia á ellos con aldabillas, á fin de obtener una superficie continua y que no se señalára la línea de arranque. Terminada la ope-

ración se aflojaron los tableros, en seguida la cimbra, y el acueducto quedó perfectamente unido, no necesitando más que el enlucido hidráulico hasta el arranque de la bóveda. Como facilidad en la construcción, este sistema es indudablemente el más conveniente, si como ya hemos indicado, no fuese el coste excesivo, comparado con la aplicación de los otros materiales.

Para registrar el acueducto y al mismo tiempo que pueda circular el aire, se han construido registros separados entre sí 200 metros, término medio, que al mismo tiempo sirven de ventiladores. Están representados en la lámina 5.<sup>a</sup>, y se reducen á un pequeño recinto de 0<sup>m</sup>,70 de ancho por 0<sup>m</sup>,80 de longitud colocado sobre los muros y bóveda del acueducto, cubierto con una rejilla para evitar que arrojen piedras ú otros objetos, y una puerta de entrada para bajar, lo que se verifica por medio de unas grapas de hierro embutidas en la mampostería, donde puede apoyarse el pié y agarrarse con la mano, á medida que se va descendiendo. En las minas se han aprovechado los mismos pozos que han servido para la perforación, revistiéndolos de mampostería con la sección indicada de 0<sup>m</sup>,70 por 0<sup>m</sup>,80.

Además de los registros, se han establecido en el acueducto almenaras de desagüe, en los sitios donde hay arroyos que puedan dar fácil salida al agua, sin perjudicar las propiedades y terrenos colindantes. El modelo general adoptado ha sido el que se representa en la lámina 6.<sup>a</sup>: consiste en un pequeño ensanche hecho en el acueducto, de 1<sup>m</sup>,20 en cuadro, cuya solera está 0<sup>m</sup>,30 más baja que la de aquél, y por el lado del desagüe se ha practicado una abertura de 0<sup>m</sup>,50 de ancho por 0<sup>m</sup>,75 de altura, cerrada con una compuerta que se maniobra desde la parte superior. El bastidor donde desliza la compuerta está dispuesto de modo que por los costados sobresale 0<sup>m</sup>,15 del paramento del muro, la parte superior queda abierta, y en el plano horizontal de la línea de arranque de la bóveda; de manera que si el agua en el acueducto excediese de este nivel, empezaría á verter por encima de la compuerta. Las almenaras se han colocado siempre en los arroyos, á fin de que el desagüe se haga con facilidad, y como las casillas de

entrada de los sifones sirven tambien para este objeto, la distribucion que se ha hecho en la línea general ha sido:

- En el puente acueducto del Bollo.
- Casilla del Vicario.
- Arroyo de Dos Hermanas.
- Casilla de entrada del sifon de Fuente-Imbros.
- Puente-acueducto de los Romerales.
- Arroyo de la fuente de la Peruela.
- Casilla de entrada del sifon del Guadalete en el Puerto de la Cruz.
- Arroyo de los Derrumbios.
- Casilla de entrada del sifon del Albaladejo.

Con estos desagües y los de los sifones, queda dividida la longitud total del acueducto en pequeños trozos, que pueden desagüarse con facilidad, en el caso de tener que hacer alguna reparacion.

Desde la compuerta hasta el arroyo se ha hecho una alcantari-lla, que varia segun la disposicion de aquél y la situacion de la almenara; en la figura de la lámina 6.<sup>a</sup> se ha representado el caso del arroyo de Dos Hermanas.

### 3.º — PUENTES-ACUEDUCTOS.

Del cuadro presentado en el capítulo anterior se desprende, que las obras de esta clase no son de importancia en esta línea; así, pues, en la lámina 4.<sup>a</sup> se han representado las más notables. Como se ve, el volúmen de fábrica es pequeño; además, la naturaleza del terreno sobre que se han fundado es buena, no exigiendo pilotaje y emparrillado más que el puente sifon de la Pasada del Rayo y el ponton de Mal-Abrijo, todos los demas se han fundado con hormigon y mamposteria, y sin necesidad de hacer más que pequeños agotamientos.

El único estudio, pues, que exigieron estas obras, fué el de la clase de materiales que habia de emplearse en su construccion, y la forma, número y dimensiones de los arcos.

Con respecto á los materiales, teniendo presente la proximidad

de las canteras, el poco volúmen de la obra y la estabilidad que requiere un puente de tan poca anchura, se han construido todos de sillería, excepto el pequeño relleno de los estribos y de los tímpanos de los arcos, en donde se ha empleado la mampostería, y en el puente de los Derrumbios el ladrillo.

La forma adoptada para los arcos ha sido el medio punto, ó rebajados, segun la relacion que existe entre la longitud y altura de la obra; las luces se fijaron, combinando la forma general del puente-acueducto en su totalidad, con la economía que resulta de emplear mayor ó menor número de arcos. Y como ya se ha dicho que las fundaciones han sido fáciles, no se creyó conveniente tampoco hacer aquéllos de mucha luz, disminuyendo el número de pilas; así es que las dimensiones preferidas para cumplir las condiciones anteriores, han sido cinco y seis metros.

Siendo pequeña la seccion trasversal del acueducto, no se ha reducido en el paso de los puentes, pues la economía que se obtendria obligaria á aumentar la pendiente, y aún cuando se dispone de suficiente desnivel, complica la ejecucion de las obras el cambio constante de rasantes.

Segun esto, los cajeros tienen 0<sup>m</sup>,50 de ancho, y un metro de altura, quedando un espacio de 70 centímetros para el acueducto, y una anchura total de 1<sup>m</sup>,70, que se aumenta á 2 metros en los arcos (láminas 2.<sup>a</sup> y 4.<sup>a</sup>). Las dovelas están compuestas alternativamente de dos y de tres piezas; las primeras, de un metro de longitud, y las segundas, de 0<sup>m</sup>,66; en la imposta es donde se hacen desaparecer los 30 centímetros de diferencia. El acueducto se cubre con una tapa tambien de sillería de 1<sup>m</sup>,80 de ancho, apoyada en los cajeros, para evitar que ensucien el agua los muchos ganados que hay en las inmediaciones.

#### 4.º — MINAS.

En las once minas que ha sido preciso perforar para la construcción del acueducto, se han presentado todos los casos que pueden ocurrir, desde el terreno más favorable y especial, como el de Cuartillos, compuesto de una arcilla compacta y fácil de

trabajar, hasta el de la mina de Tempul, donde se han encontrado los mayores inconvenientes.

Esta mina, situada casi á la salida de los manantiales, que tiene 900 metros de longitud y 32 de carga máxima, se trazó con el objeto de que los pozos tuviesen menor altura, siguiendo la depresion formada entre dos cerros, que es por donde va hoy el estrecho camino que conduce á la sierra, y se empezaron las dos bocaminas y los pozos inmediatos á éstas. La bocamina y primer pozo del lado de Tempul, se abrieron en roca de yeso compacta y sumamente dura, que exigió dar barrenos constantemente, no pudiendo avanzar cada veinticuatro horas, más que de 0<sup>m</sup>,60 á 0<sup>m</sup>,70 de longitud en la mina, y un metro de profundidad en el pozo; pues como la sección definitiva sólo tenía 1<sup>m</sup>,50 de ancho por dos de altura, no permitia trabajar más que á un operario en la galería, que se procuró reducirla todo lo posible, á fin de poder rectificar bien al hacer el ensanche. Por el lado de Jerez se encontró un terreno muy deleznable, que exigió fuertes entibaciones, presentándose en seguida numerosas filtraciones, que aflojando los codales hacian difícil el sostenimiento del revestimiento de madera, obligando á ejecutarle muy lentamente y como se representa en la figura de la lámina 2.<sup>a</sup> A los 60 metros de avanzamiento en las galerías ya se apagaban las luces, y los operarios no podian respirar bien, efecto de la falta de ventilacion y del desprendimiento de algunos gases, lo cual fué en aumento de un modo tan notable, que de las veinticuatro horas del dia, no fué posible utilizar más que de tres á cuatro en el trabajo; esto por un lado, y la naturaleza dura de la roca, que impedia adelantar la obra lo que era necesario, nos decidió á hacer mayor número de pozos de los calculados, y dividir la longitud de 900 metros de la manera siguiente:

	Metros.
Desde la bocamina del lado del Tempul hasta el pozo núm. 1. . . . .	120
Desde el pozo núm. 1 al núm. 5. . . . .	280
Del núm. 5 al 6. . . . .	80
Del núm. 6 al 12. . . . .	300
Del núm. 12 á la bocamina del lado de Jerez. . . . .	120
<b>TOTAL. . . . .</b>	<b>900</b>

Con este número de puntos de ataque, pues llegaron á estar en construccion á la vez ocho pozos y las dos bocaminas, y empleadas 18 cuadrillas de operarios, que se remudaban cada ocho horas, se consiguió realizar esta obra en 14 meses, que es la más importante y la que ha presentado más dificultades.

De los doce pozos ha sido preciso revestir nueve, pues á pesar de estar practicados algunos en roca, las muchas filtraciones producian desprendimientos muy peligrosos para los operarios. En las minas ó túneles de pequeña seccion como los ejecutados en este acueducto, las operaciones de alineacion y nivelacion, tienen que estar hechas con gran precision, pues la galería de avanzamiento exige casi las mismas dimensiones que han de quedar definitivamente, no permitiendo por lo tanto en el ensanchamiento hacer apénas correccion alguna, como en los túneles de los ferro-carriles; por lo mismo se han trazado casi siempre las minas en línea recta, excepto las de Tempul, los Cuquillos y Dos Hermanas, que ha sido preciso hacer parte de ellas en curva.

No entraremos en los detalles de la construccion de esta mina, pues nos alejaria del objeto principal de la Memoria; pero sí indicaremos, para dar idea de los inconvenientes que presentó su perforacion, que en los pozos núm. 7 y 9 hubo necesidad de establecer á un tiempo, bombas de agotamiento casi continuo, y ventiladores para renovar el aire de las galerías y poder continuar trabajando, y en aquéllas, al mismo tiempo que se estaban dando barrenos en el avanzamiento, entibar y sostener el terreno; éste es uno de los mayores inconvenientes que pueden presentarse en esta clase de trabajos, pues cuando aquel es duro ó de roca para necesitar barrenos, no es preciso en lo general hacer acodalamientos ni entibaciones, que con la trepidacion del barreno dentro de una galería estrecha, y los golpes de los trozos de roca lanzados, se aflojan las cuñas y los puntales, exigiendo despues de cada explosion un recorrido general y nuevas consolidaciones; en una perforacion pequeña como la nuestra, esto puede hacerse; pero cuando las secciones son mayores, pudiera ser peligroso.

La mina de Dos Hermanas, abierta en un terreno de greda azul y fácil de atacar, en el momento de ponerse en contacto con el aire se hinchaba, y aumentaba de tal manera de volúmen, que se doblaron completamente los piés derechos, hasta el punto de no quedar suficiente seccion para colocar el acueducto, por lo cual, á medida que se iba avanzando, se construía la obra de fábrica, haciendo la solera en forma de arco invertido de ladrillo, como se representa en la figura de la lámina 2.<sup>a</sup>

En cambio de estos inconvenientes, las minas de Cuartillos, en el último trozo del acueducto, se han ejecutado con una facilidad extraordinaria, pues no es posible mejorar un terreno, de fácil excavacion y suficiente consistencia para no necesitar consolidacion de ninguna especie.

En la mina del Salto del Cielo, se llegaron á tener perforados 500 metros de longitud, sin empezar el revestimiento por falta de materiales, y á cierta distancia parecia completamente revestida de ladrillo, por lo bien recortada que estaba, pues se llevaba una plantilla para amoldarla al terreno al tiempo de ir avanzando. En las veinticuatro horas de trabajo continuo, con tres cuadrillas que alternaban de ocho en ocho horas, se hacian de cinco á seis metros de galería completamente concluida.

#### 5.º — SIFONES.

La aplicacion de los sifones á las obras de abastecimiento de aguas ha venido á dar soluciones importantes, que sin el conocimiento de este gran medio de salvar largos y profundos valles, hubiese sido imposible llevarlas á cabo, como ha sucedido en Jerez al tratar de conducir las aguas de Tempul; éstas pudieron ir á Cádiz, como ya se ha indicado (pág. 16), descendiendo suavemente por el acueducto, pero no atravesar los valles del Guadalete y del Albaladejo.

Inglaterra y los Estados-Unidos nos presentan numerosos ejemplos del uso de los sifones en grande escala, habiendo conducciones como las de Dublin y Liverpool, en que todo el trayecto no es más que una serie sucesiva de sifones, ó como en el estu-

dio hecho para Nápoles por el ingeniero Felice Abate, donde sucede lo mismo (1).

El sifon más notable que conocemos bajo el punto de vista de la presión, es el que se ha construido recientemente en los Estados-Unidos, para el abastecimiento de aguas á la ciudad de Virginia, del lago Marlette (2), que tiene una longitud de 11.300 metros con una carga máxima de 525, siendo la mayor presión de agua conocida; las juntas se han dispuesto de un modo especial para resistir tan enorme carga, y los tubos son de chapa de hierro forjado, roblonadas como las calderas de las máquinas de vapor.

Después del ejemplo anterior, puede decirse que por grandes y profundos que sean los barrancos, se salvan sin dificultad con los sifones, acortando la longitud de los trazados, evitando extensos rodeos de acueducto y numerosas obras de fábrica, obteniendo con ello, en la mayor parte de los casos, una gran economía.

De los cuatro sifones construidos en el acueducto de Jerez, el más notable por su longitud de 18.250 metros y su carga máxima de 85, es el del Guadalete, cuyo perfil longitudinal está representado en la lámina 3.<sup>a</sup>; así que describirémos éste con sus detalles, puesto que el sistema general de construcción de los demás ha sido el mismo.

Parte este sifon del sitio denominado Puerto de la Cruz, donde termina el acueducto de mampostería, y para enlazar ambas obras se ha construido una casilla toda de sillería, representada en la misma lámina 3.<sup>a</sup>

Se reduce á un espacio de cuatro metros en cuadro, en el cual por un lado se une al acueducto, y por el otro con un tubo cónico de fundición, que es el origen del sifon; el fondo de la casilla está 0<sup>m</sup>,30 más bajo que la solera del acueducto, para que si el agua arrastra arena ó piedrecillas, se queden detenidas y no pa-

---

(1) Obra ya citada en la pág. 72.

(2) *The Engineer*-April 3-1874. Page 238, volumen 37.

sen á los tubos, y al mismo tiempo pueda hacerse el desagüe del trozo anterior, sirviendo de almenara. Con este objeto se ha colocado una compuerta de fundicion que cubre una abertura rectangular de 0<sup>m</sup>,60 de ancho, y 0<sup>m</sup>,90 de alto, cuya seccion es suficiente para dar salida al agua, cuando es preciso hacer la limpieza ó algun reconocimiento. La compuerta está separada del muro de la casilla 15 centímetros, quedando así en su parte superior un espacio abierto de todo su ancho, que es de 0<sup>m</sup>,70 por los 15 centímetros de separacion, y como se halla á la altura del arranque de la bóveda del acueducto, si el agua excediese alguna vez de esta altura, empezaria á verter por el hueco indicado, desaguándose por sí mismo el acueducto, lo que fijaria la atencion de los guardas encargados de la vigilancia, en la causa de la elevacion del agua. Todo este espacio está rodeado de cuatro muros y cubierto con una pequeña bóveda cilindrica de medio punto, formando lo que se ha denominado «*casilla de entrada del sifon.*»

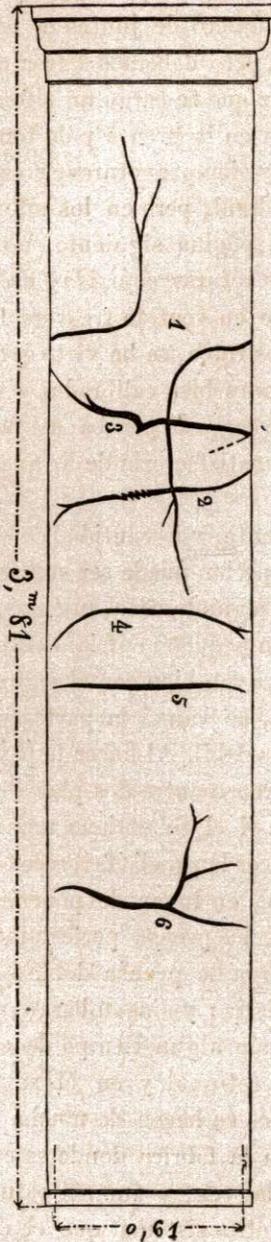
Unidos al tubo cónico, que tiene 0<sup>m</sup>,91 de diámetro en la boca abocinada, disminuyendo hasta 0<sup>m</sup>,61, van los demas tubos, todos de fundicion, de 3<sup>m</sup>,81 de longitud total y 3<sup>m</sup>,66 útil y del sistema de enchufe y cordon, como se ha representado en la figura.

Para las juntas de union de los tubos se han ideado variados y numerosos sistemas, y aún siguen proponiéndose diferentes medios; largo sería exponerlos todos y examinar sus inconvenientes, que lo creemos inútil, puesto que cada sistema no se ha generalizado más allá, que hasta donde su autor ha podido emplearle. El adoptado en Inglaterra, con muy pocas excepciones, en los numerosos sifones colocados en aquel país, y más aún para la gran exportacion que se hace de tubos á todo el mundo, es el de enchufe y cordon; y con juntas de brida, en la union de las llaves de desagüe, ventosas y piezas especiales. Cuando aquéllas se emploman y atacan bien, puede asegurarse que son completamente impermeables y las más seguras, para resistir las presiones ordinarias, como sucede en nuestro caso.

Con respecto á la longitud de 3<sup>m</sup>,81 dada á los tubos, es la

mayor para el diámetro de 0<sup>m</sup>,61 que se ha empleado ; bajo el punto de vista de la disminucion del número de juntas es muy conveniente que sean largos los tubos, pero debemos hacer una observacion importante. La primera vez que se carga un sifon, á pesar de haber ensayado bien los tubos en la prensa y de tomar cuantas precauciones sean posibles, hay siempre roturas, y éstas suelen verificarse en el sentido longitudinal, pero en los sifones de Jerez, como se ve en la figura de la página siguiente, no ha sucedido esto, sino que examinando las roturas ocurridas en las fechas indicadas, han sido casi siempre en sentido trasversal, ó aproximadas á él ; reconocidos los tubos rotos, se ha visto que la fundicion era excelente, que estaban muy bien calibrados y que ademas han aguantado perfectamente la carga de prueba; así pues, la explicacion que consideramos más satisfactoria de lo que ha ocurrido, es la siguiente :

Los tubos se han fundido verticalmente, y la cantidad de hierro líquido que se echa por la parte superior puede ser suficiente para completar un tubo ó no ; en el segundo caso, mientras se toma del horno nueva fundicion, hay un pequeño enfriamiento en el trozo de tubo fundido, que ya no liga tan bien con el segundo, ó las pequeñas burbujas, escorias, etc., se van á la parte superior y queda ésta seccion trasversal más débil. Al hacer la prueba ó ensayo, se colocan los tubos en la prensa entre dos placas y se comprimen fuertemente ; es decir, que si el tubo tiene una seccion trasversal débil, el sistema de hacer la prueba favorece completamente al defecto de construccion, en lugar de ponerle en evidencia ; así pues, un tubo sale de la prensa perfectamente ensayado, habiendo resistido á una carga de prueba doble ó mayor de la máxima que tiene que resistir ; y sin embargo, despues de colocado en obra y áun pasado algun tiempo de estar funcionando, han tenido lugar las roturas, y en el sentido que hemos indicado. Cuando los tubos se hacen de mucha longitud, debe tenerse gran cuidado en la fábrica donde se construyen de que se fundan de una sola vez, y áun así estudiar la manera de poder ensayarlos bajo otro sistema que el de la



Núm. 1.—Fractura de un tubo de 0<sup>m</sup>,019 de espesor, el 24 de Noviembre de 1866.

Núm. 2.—Idem de 0<sup>m</sup>,025, el 26 de Enero de 1867.

Núm. 3.—Idem id., el 7 de Febrero de 1867.

Núm. 4.—Idem id. de 0<sup>m</sup>,019 el 13 de Febrero de 1867.

Núm. 5.—Idem id. el 26 de Marzo de 1867.

Núm. 6.—Idem id. el 23 de Abril de 1867.

prensa, ántes de ponerlos en obra, pues si no las ventajas de disminuir el número de juntas no están compensadas, y es preferible continuar empleando, como hasta aquí se ha hecho, tubos de 2<sup>m</sup>,72 de longitud.

El espesor está ligado y depende del diámetro, y éste del volumen de agua que ha de conducirse y de la pérdida de carga, lo cual se ha determinado ya en el capítulo anterior. Se han empleado muchas fórmulas prácticas para esta determinacion, pero todas dependen de la buena calidad del metal y bondad de la fabricacion, pues exigen la uniformidad del espesor, condicion importantísima, porque si se calcula aquél para una presion dada, y por irregularidad en la fabricacion no son exactamente concéntricas las superficies cilíndricas interior y exterior, al llenar un tubo de agua, una parte tendrá un exceso de resistencia, miéntras le faltará á otra, y de aquí la necesidad de someterlos á una prueba ó ensayo, con presiones superiores á las que han de tener cuando estén funcionando.

Dependiendo dicho espesor de la carga permanente á que han de estar expuestos los tubos, y siendo ésta variable desde la boca de entrada de los sifones, donde es nula, hasta el punto más bajo en que tienen la carga máxima, debería ir variando el espesor segun el perfil longitudinal del terreno, lo cual, si bien teóricamente es exacto, en su aplicacion práctica complicaria mucho la colocacion, y más aún la conservacion, sin conseguir con ello una economía de importancia, en relacion con la dificultad de ejecucion. Así es que en nuestros sifones no hemos adoptado más que dos distintos espesores, el primero, hasta la carga de 45 metros ó 4,5 atmósferas; el segundo, desde esta presion hasta 90 metros ó 9 atmósferas, que es la máxima en el puente del rio Guadalete (Lám. 3.<sup>a</sup>).

Para mayor seguridad, se formó el siguiente cuadro de los espesores que se deducen de las fórmulas empleadas, especialmente en Inglaterra, donde esta fabricacion ha llegado á un notable grado de perfeccion, saliendo de las fundiciones de Escocia material para las grandes conducciones de agua de todo el mundo.



Segun esto, los espesores que se han adoptado han sido de tres cuartos y una pulgada inglesa, ó sean 19 y 25 milímetros respectivamente, con los cuales los tubos pueden someterse á las presiones y cargas de prueba de 12 y 20 atmósferas. Esta condicion, que figura en los pliegos de condiciones de muchas obras, no la creemos tan conveniente en este caso. Los puentes y otras construcciones que se someten á la carga de prueba, siempre mucho mayor que la que tienen que resistir, ó mejor dicho, que la que se previene que resistan, como sucede tambien con las calderas de las máquinas de vapor, puede ocurrir que por descuido de los vigilantes, ya sean guardas ó maquinistas, la obra se encuentre expuesta á esfuerzos mayores de lo prevenido; pero los sifones, colocados una vez, nunca estarán sometidos á mayor carga que la que le corresponde segun el perfil del terreno, pues no será posible aumentar el nivel del agua en el acueducto, de manera que sometidos los tubos á una prueba mucho mayor que la carga que tendrán que aguantar en obra, podrá alterarse su resistencia y quedar en peores condiciones que ántes de hacer la prueba. En los tubos de fundicion hay un temor mucho mayor que el de la presion, cual es el de los choques, pues se rompen con gran facilidad en el transporte si no están bien estivados, y cuando se colocan en los sifones ó cañerías, al cargarlas, si no se hace con lentitud y de modo que se llene bien la parte baja, pues se produce un golpe de ariete sumamente peligroso, por lo cual deben tomarse precauciones al llenar los sifones la primera vez, ó cuando sea necesario para reemplazar un tubo ó limpiarlos ó desaguarlos.

Como el del Guadalete estando lleno de agua, contiene un volumen de 5.333 metros, para evitar el tener que vaciarle por completo se han establecido llaves de suspension, en los sitios señalados en el perfil: estas llaves pueden prestar el servicio indicado, pero tambien tienen el inconveniente, de que si por descuido estuviesen cerradas, cuando fuera preciso llenar el sifon, al llegar el agua al sitio de la llave cerrada, produciria un choque que tendria las consecuencias ántes indicadas.

La tubería, con las condiciones expuestas, está enterrada

de 1,5 á 2 metros, segun los accidentes del terreno, y desde la casilla de entrada descende con una pendiente muy suave y en línea recta, sin ningun obstáculo, hasta el arroy de la garganta del valle, en el sitio llamado la *Pasada del Ray*, que para no alterar la rasante, y teniendo este arroyo fuertes avenidas, se ha construido un puente-sifon de dos arcos de 6 mebs de luz; continúa el sifon con la misma uniformidad descendiendo hasta el arroyo del *Sotillo*, desde el cual empieza á subir el terreno, y ha sido preciso establecer un desagüe en el arroyo, y colocar una ventosa en el punto más alto, cuyos modelos se han presentado en la lámina, y como son los mismos que para todos los demas casos, los describirémos aquí.

El desagüe está reducido á colocar un tubo, que en su parte inferior tiene una boquilla de 0<sup>m</sup>,15 de diámetro, en junta de brida, á la cual se une una pieza curva del mismo diámetro para cambiar la direccion; y poner una llave que está representada en la figura; desde la llave se continúa la cañería de 0<sup>m</sup>,15 de diámetro y de mayor ó menor longitud, segun el sitio más próximo del arroyo donde se haga el desagüe, y terminado con tubo abocinado; la pieza de forma especial y la llave se cubren con un registro de mampostería, dejando en su parte superior una abertura por donde pueda entrar un hombre y manar la llave de desagüe, cuando quiera hacerse éste, y ademas para engrasar y tener muy limpio y preparado el eje, pues en el uso de la rotura de un tubo, que podria causar perjuicios, es preciso hacer el desagüe inmediatamente.

El sistema de llaves de suspension y desagüe, representadas en las figuras, es el mismo que se ha empleado en la distribucion interior, y por lo tanto allí las describirémos.

Las ventosas, cuyo objeto es dar salida al aire que se va acumulando en las partes más altas del sifon, cuando se llena de agua ó para que entre al hacer el desagüe, se ha empleado del sistema de flotador, funcionando por sí mismas. La inspeccion de la figura manifiesta desde luego la composicion de estos aparatos; se colocan, como se ha dicho, en un punto relativamente

te, donde se establece un tubo de la misma forma que los de desagüe, pero invertido, es decir, que la boquilla esté en su parte superior para unir allí la ventosa; ésta consiste en un pequeño cilindro de fundicion, terminado en su parte inferior por una semiesfera, taladrada en su medio, y con una pequeña brida para formar la junta con la boquilla. En el interior del cilindro hay una bola de madera dura que puede flotar en el agua, y su parte superior se cierra con un platillo de fundicion y una placa de gutapercha, sujeto todo con tornillos; tanto el platillo como la gutapercha tienen un pequeño agujero para dar paso al aire. Cuando se empieza á llenar de agua un sifon, el aire se va reuniendo en los puntos culminantes del perfil y sale por el agujerito de la parte alta de cada ventosa, con tal velocidad, que produce un ruido igual al del silbato de las locomotoras, oyéndose las ventosas de este sifon á cinco kilómetros de distancia; cuando el agua ha desalojado ya el aire en los tubos, entra en la capacidad de la ventosa, y la bola de madera flota hasta aplicarse á la gutapercha y cerrar el orificio de salida, oprimiéndole con la misma presion que tiene allí el agua. Al vaciar ó desaguar el sifon, empieza á descender el agua, la bola se afloja y cae en el fondo, entra el aire á ocupar la parte alta de los tubos, facilitando así el desagüe. La ventaja de este sistema de ventosas es que, áun cuando haya várias en un mismo sifon, funcionan por sí mismas y no exigen un guarda al llenar las cañerías.

La primera ventosa de este sifon se ha establecido 50 metros ántes de cruzar la carretera de Arcos á Medina, cuyo cruzamiento se verifica por debajo de dicha carretera á 2 metros de profundidad, y pasado el cruzamiento se ha colocado la primer llave de suspension, para aislar este trozo de 5 kilómetros de longitud y no tener necesidad de desaguarle, en el caso que las reparaciones fuesen inferiores. Continúa la alineacion recta, y por medio de una curva muy suave de 500 metros de radio, se cambia la direccion sin presentar nada notable, más que un pequeño puente-sifon en el paso del arroyo de Mal Abrigo, y un desmonte de 5 metros de profundidad, para evitar la colocacion de otra ventosa y su

correspondiente desagüe, siguiendo hasta la presa de Berlanguilla, donde se ha hecho un nuevo cambio de dirección con una curva también muy suave; y al llegar á la carga de 44 metros se ha variado el espesor de los tubos desde 0,019, 0,025 metros, colocando en el punto de unión la segunda línea de suspensión. Desde la curva anterior sigue otra línea recta cruzando el río Guadalete.

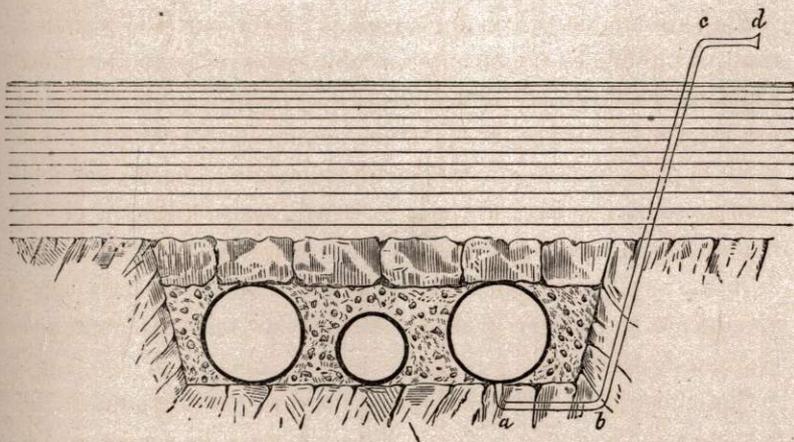
El paso de este río fué objeto de un detenido estudio, pues se trata de una corriente de agua que durante ocho ó nueve meses del año trae un pequeño caudal, descendiendo en el estiaje donde la cruza el sifón, á 300 litros por segundo; y en cambio las avenidas son tan extraordinarias, que algunos años han producido grandes inundaciones en los terrenos que forman la Vega, arrastrando árboles, chozas y cuantos objetos encuentran á su paso. Contra estas variaciones no puede haber una seguridad de que una obra resista, por bien construida que esté, ni por muchas que sean las precauciones que se tomen; y fundados en esto al formular el proyecto, propusimos pasar el río 2 kilómetros aguas arriba del sitio en que ahora se hace, llamado Vado del Encerradero, con una presa sumergible, como se representa sólo en corte en la figura de la lámina 4.<sup>a</sup> Por este medio la fila de tubos que constituye ahora el sifón de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro, se bifurcaba en dos de 0<sup>m</sup>,46 para conducir la misma cantidad de agua (1), y de 0<sup>m</sup>,04 de espesor, á fin de garantizar cuanto fuese posible la rotura de un tubo. El sistema de juntas propuesto era de brida y además se establecían á la entrada y salida de la presa, cuatro llaves del mismo diámetro de 0<sup>m</sup>,46 para aislar cada una de las cañerías, en el caso de una avería. Las dos llaves en los extremos de los tubos deberían estar encerradas en un registro cubierto, formando una casilla con su puerta para facilitar la entrada y hacer el manejo, reconocimiento y conservación de las

---

(1) Según las tablas de Darcy, un tubo de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro con la pendiente de 0<sup>m</sup>,0012 por metro, puede conducir 240 litros por segundo, y uno de 0<sup>m</sup>,46, con la misma pendiente, 119,6.

llaves. Con tubos de este diámetro y el espesor indicado que pueden resistir hasta 30 atmósferas, mientras que la carga permanente del sifon no podría exceder de 9, hay la seguridad casi absoluta, que estos tubos no se romperian, y que, no faltando la presa, la obra es más segura y permanente que cualquier otro sistema de construccion.

El paso de los sifones por los rios se acostumbra á hacerlo en Inglaterra por debajo de sus lechos, y uno de los ejemplos más notables es, en la conduccion de Glasgow (Escocia), dirigida por el eminente ingeniero Mr. Bateman, el cruzamiento del rio Enriick, ejecutado de la manera siguiente : Se empezó abriendo una excavacion en la cual se establecieron tres tubos, como se representa en la figura



los dos extremos de 48 pulgadas de diámetro, y el intermedio de 36 y de  $1\frac{3}{4}$  y  $1\frac{5}{8}$  pulgadas de espesor respectivamente; después de bien apisonado el fondo de la excavacion y colocados los tubos directamente sobre el terreno, se rellenaron de guijarros los espacios y huecos intermedios, cubriéndolos después con una fila de grandes piedras.

Para la colocacion de los tubos se formó una ataguía que llegaba hasta la mitad del rio, dirigiendo la corriente por la otra mitad, y para la ataguía se emplearon los mismos tubos, rellenando los

espacios con sacos de arcilla y cubriendo una pte de ellos, haciendo despues con bombas los agotamientos concludida esta parte de la colocacion se pasó la ataguía á la otra mitad del rio, terminando así la obra.

El desagüe del sifon se hace en cada tubo por uno inferior, en la forma indicada *a, b, c, d*, lo que, como se veno permite desaguar por completo, puesto que la boca de salida tiene que ser superior al nivel del rio; pero al abrir el desagüe se agita el agua y sale la primera la que hay en el fondo del sifo, pues es la que experimenta directamente la presion de las dos mas.

El ancho del rio en el sitio en que se ha criado es de 150 metros, y la naturaleza del fondo, piedra mo: diza; pero con grandes bloques sujetos y embutidos en la arena la grava.

Este sistema no podria aplicarse á la mayor pte de nuestros rios, cuyo fondo es sumamente variable, pues no expondríamos á que en una de estas alteraciones se socavasen los tubos y tuvieran movimiento. Esto fué lo que me inclinó á prconer en el proyecto la presa, que asegurando completamente elecho movable y no presentando obstáculo á la corriente, puest que en el verano y aún en gran parte del año sólo pasaria una pequeña capa de agua, y en el invierno ó en época de avenidas quedaria completamente sumergida, podria presentar las maores garantías posibles de seguridad.

Sin embargo, al aprobar el Gobierno el proyec, manifestó la conveniencia de que la Empresa hiciera el paso d rio por medio de un puente, lo cual obligó á variar el emplazamiento 2 kilómetros aguas abajo, como ya se ha indicado; pue, naturalmente, el sitio más conveniente para la presa, cuyas tenidas debian ser suaves y de pendiente muy pequeña, no podi serlo para el puente, que convenia tuviese buenos estribos.

Esta obra, tal como se ha construido y representada en la lámina 4.<sup>a</sup>, se compone de tres tramos de hierro desistema de celosía, formando una viga continua tubular de 7,40 metros de longitud total, 1<sup>m</sup>,60 de ancho por 1<sup>m</sup>,70 de altur, dentro de la cual van colocados los tubos que forman el sifon. La viga de

hierro se apoya en dos estribos de sillería y en dos pilas tubulares de 1<sup>m</sup>,60 de diámetro, dejando un tramo central de 25 metros de luz, y los dos laterales de 20 metros cada uno. Para evitar el efecto de las dilataciones, el puente se apoya en los dos estribos sobre cajas de rodillos como los puentes ordinarios de esta clase, y en todos los demas detalles representados en las figuras no tiene nada de particular. La resistencia y dimensiones de las chapas que le componen se calcularon con arreglo al peso propio de los tramos de hierro, al de los tubos del sifon cuando estén completamente llenos de agua, y al peso y vibraciones que puedan producir los guardas que han de vigilar, y los operarios en caso de tener que hacer alguna reparacion.

Las fundaciones tubulares de las pilas, reducidas, como se ve, á un solo tubo de 1<sup>m</sup>,60 de diámetro, tampoco han presentado dificultad; se han introducido por medio de buzos con escafandras que bajaban al interior de la pila, para excavar y hacer descender los tubos, hasta que se llegó á un conglomerado de gran dureza y resistente, en la pila del lado de Jerez, y á la arcilla dura y compacta en la de Tempul, desde cuyo fondo se hizo el relleno de hormigon perfectamente hidráulico, formando así dos columnas ó monolitos que constituyen los dos apoyos. Para enlazar bien el estribo derecho con el terreno y no hacer demasiada obra de fábrica, aumentando al mismo tiempo la seccion de desagüe, se ha construido un arco de sillería rebajado, de 6 metros de luz; y por la avenida de Tempul, en que la márgen del rio se prolonga con una pendiente suave, se ha dividido en dos partes, una enlazada con el estribo de sillería, compuesta de seis arcos rebajados de 5 metros de luz, fundados como los estribos sobre pilotaje y emparrillado, y otra para continuar la colocacion de los tubos, estableciéndolos sobre apoyos de mampostería, de modo que cada tubo se sostiene sobre un pilar, como se representa en la figura de la misma lámina 4.<sup>ª</sup>; este sistema se ha continuado en una longitud de 150 metros, hasta que la rasante ha encontrado el terreno, para poder apoyar los tubos en el fondo de la excavacion, quedando enterrados de metro á metro y medio.

Como la temperatura se eleva mucho en el verano en esta localidad, y sobre todo en la cuenca ó valle del Guadalete; para preservar los tubos de los efectos de la dilatacion, y de consiguiente el desarreglo de las uniones, pues al dilatarse el hierro se afloja la junta de plomo, sale éste fuera y hay salideros, se han tomado las precauciones siguientes: los tubos apoyados sobre pilares se han cubierto con un terraplen, que se eleva 1<sup>m</sup>,50 sobre aquellos: en los tramos de hierro se han cubierto con fieltro de dos centímetros de grueso, que los preserva de las influencias atmosféricas, y como esto no bastaria, se han dispuesto á la entrada y salida de la parte metálica del puente, lo que denominamos «juntas de expansion», representadas en la figura de la lámina 4.<sup>a</sup>

Consisten en enchufar los extremos de dos tubos perfectamente torneados, el uno interior y el otro exteriormente, de manera que cuando se dilaten puedan deslizar; y para evitar que en este deslizamiento salga alguna gota de agua, se coloca un manguito con su brida, que por medio de tornillos puede comprimir una sustancia elástica colocada en el espacio comprendido en el enchufe, como si fuese una junta ordinaria, y lo mismo que la caja de estopas empleada en las máquinas. Preparadas así estas juntas, si los tubos del puente se dilatan, el aumento de longitud se compensa en estas juntas, que permiten el deslizamiento, y al mismo tiempo las cajas de rodillos producen su efecto en los tramos del puente. A pesar de todas estas precauciones, cuando hay grandes diferencias de temperatura, especialmente en los meses de Julio y Agosto, que se eleva mucho aquélla durante el dia y desciende rápidamente por la noche, se nota que gotean algunas juntas del centro; pero basta que el guarda encargado de la vigilancia las rebata, para que vuelvan á quedar completamente impermeables.

A la salida del puente por el lado de Jerez, se ha colocado una llave de suspension, para aislar por completo esta obra en caso de reparacion, y en el estribo del último arco de sillería por el lado de Tempul, se ha puesto el registro para la llave de desagüe, de 0<sup>m</sup>,20 de diámetro.

El tubo de desagüe descende por el estribo y se ha prolongado hasta la orilla del río, terminándole con un tubo abocinado perpendicular á la direccion de la corriente. Cuando el sifon está completamente lleno y se abre la llave de desagüe, se produce en el terreno una trepidacion extraordinaria debida á la velocidad con que sale el agua, por la enorme carga que tiene en este sitio.

Este puente es la obra de más cuidado y que exige mayor vigilancia del acueducto, por lo cual tiene un guarda especial, pues siendo el punto de mayor carga del sifon, es al mismo tiempo de difícil y larga reparacion cualquier accidente, ademas del que ya hemos indicado anteriormente, que en rios de las condiciones del Guadalete, nunca hay la seguridad absoluta de que esta obra no sufrirá algun desperfecto, á no darla dimensiones extraordinarias, que se salen fuera de las condiciones de la que nos ocupa, y en donde hay que tener muy presente el principio de economía, por lo cual despues de la terminacion del acueducto aconsejamos á la Compañía, que para tener siempre asegurado el surtido de la poblacion de Jerez, aún en épocas y años extraordinarios, deberian colocarse dos filas de tubos independientes en este sitio: una, la que pasa por el puente, y la segunda, de 0<sup>m</sup>,46 de diámetro, por el lecho mismo del río, como en el ejemplo que hemos indicado de Glasgow, aprovechando el emplazamiento que se presenta en el vado de la Barca de la Florida, cien metros aguas abajo del puente actual. El proyecto de esta importante adicion, así como el presupuesto, se formuló hace años.

En los Estados-Unidos se han hecho puentes de construccion muy notable para el paso de los sifones (1), utilizando los mismos tubos, para formar la armadura y los cuchillos, lo cual produce una gran economía, puesto que en vez de aumentar peso muerto á la obra, la tubería misma sirve de puente.

Desde la llave de suspension colocada á la salida, empieza la

---

(1) «MALÉZIUX, *Travaux publics des États-Unis d'Amérique*, en 1870.— *Rapport de mission publié par ordre de M. Le Ministre de Travaux publics*, París, 1873.

rama ascendente del sifon hasta la casilla situada en la dehesa de las Majadas, cuya diferencia de nivel con la del Puerto de la Cruz ya hemos visto que es de 22 metros. Esta casilla es enteramente igual á la de entrada, con la supresion del desagüe y la compuerta, pues siendo un punto alto, tanto para la rama del sifon como para el trozo de acueducto, no puede hacerse el desagüe por allí.

La rama ascendente en su trazado horizontal se compone de dos alineaciones rectas, unidas por una curva de 600 metros de radio, así es que los mismos tubos van formando esta curva insensiblemente, con una pequeñísima desviacion que permite el juego del enchufe. El trazado vertical sigue los accidentes del terreno, habiendo sido preciso colocar dos ventosas y dos desagües, uno en el Arroyo de Vico, y el otro en el de Cuerpo de Hombre. Para pasar el Arroyo de Vico se han utilizado los mismos tubos en la forma que se representa en la lámina 6.<sup>a</sup>, lo que, ademas de su economía, evita que los ganados crucen por los puentes, en las avenidas, que de otro modo es difícil de impedir. Los arroyos del Rosal y Cuerpo de Hombre se atraviesan con dos arcos de sillería de 6 y 5 metros de luz, para colocar encima los tubos.

Como ha podido observarse por la descripcion que hemos hecho del sifon de Guadalete, se ha construido con una sola fila de tubos, y desde luégo ocurre preguntar: Dada la cantidad de 185 litros por segundo que se conducen á Jerez, ¿conviene hacerlo con una ó con dos filas de tubos?

La conveniencia de establecer dos ó más filas de tubos en los sifones está reconocida, para que en el caso de tener que hacer alguna reparacion no se interrumpa el servicio; pero bajo el punto de vista económico la cuestion hay que resolverla en favor de un solo tubo. En efecto, se ha visto ya que con 0<sup>m</sup>,61 de diámetro pueden conducirse, segun el cálculo, 185 litros por segundo, y en la práctica mayor caudal; áun para conseguirlo con dos tubos, es decir, 93 litros por cada uno, necesitaria ser el diámetro de 0<sup>m</sup>,46.

La relacion que hay entre el coste de un metro lincal de tu-

bería de 0<sup>m</sup>,46 de diámetro y de 0<sup>m</sup>,61, es de 3 á 4 próximamente; por lo tanto, tendríamos

$$\frac{\text{Córte de dos tubos de } 0^{\text{m}},46 \text{ de diámetro}}{\text{Córte de un tubo de } 0^{\text{m}},61 \text{ de diámetro}} = \frac{6}{4} = \frac{3}{2}$$

y como el gasto que han ocasionado los sifones ha sido de diez millones de reales, en números redondos, y el de los dos tubos de 0<sup>m</sup>,46, según la relación anterior, sería de

$$\frac{3}{2} \times 10.000.000 = 15.000.000 \text{ de reales;}$$

la diferencia de 5.000.000 de reales es de importancia.

Por otra parte, en el caso que se produzcan incrustaciones, se puede registrar un tubo de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro, por un muchacho, como se ha hecho ya en nuestros sifones, lo que no puede ejecutarse con menor diámetro.

Cuando la cantidad de agua que se conduce es considerable, como sucede en Madrid, Glasgow, Nueva-York y otras poblaciones, entónces la necesidad de colocar más de una fila de tubos obedece á otro principio, cual es la dificultad de fundir tubos de grandes diámetros; así, pues, en el canal de Lozoya se han empleado cuatro filas de 0<sup>m</sup>,91, y en Glasgow tres, una de 0<sup>m</sup>,91 y las otras dos de 1<sup>m</sup>,22, porque un solo tubo hubiera exigido un diámetro considerable. En estos casos se reúnen las dos ventajas; pero cuando nos encontramos casi en el límite, como en Jerez, no es posible aumentar 5 millones de reales á un presupuesto de 30.

#### 6.º—DEPÓSITO.

El depósito de recepción y distribución, es la obra que en un abastecimiento de aguas necesita mayor esmero en su construcción, por los numerosos detalles y accesorios que exige; así es que hicimos un estudio especial para simplificarle cuanto fuera posible, fijándonos también mucho en su emplazamiento, á fin de evitar las filtraciones, que además de disminuir la cantidad de agua, perjudican á las fundaciones y muros, produciendo su ruina en muy poco tiempo; este importante asunto se ha resuelto en

Jerez colocándole en las viñas de Picadueña, cuya altura sobre toda la poblacion permite hacer la distribucion con facilidad, y ademas por la consistencia del terreno en que se ha fundado, y su calidad arcillosa, se ha conseguido hacer un recinto perfectamente impermeable, y enterrado por completo, es decir, que el plano ó nivel superior del agua enrasa con el terreno, lo que contribuye mucho á su estabilidad. Los depósitos superiores exigen muros de gran espesor, y deben evitarse, porque por muy bien contruidos que estén, hay siempre causas de destruccion. La forma adoptada ha sido la rectangular, dividida en dos compartimientos (lámina 8.<sup>a</sup>) de 39<sup>m</sup>,40 de ancho y 54<sup>m</sup>,40 de longitud cada uno, separados por un muro de sillería de 2<sup>m</sup>,50 de espesor. La profundidad ó altura de agua es de 5 metros, lo que produce un volúmen total de 21.100 metros.

El espesor del muro divisorio se calculó por la fórmula de Navier

$$x=0,59 h \times \sqrt{\frac{d}{d'}}$$

que da el espesor teórico para el caso de giro y cuando aquél sea constante en toda la altura. En este caso

$h=5$  metros

$d$ =densidad del agua = 1.000

$d'$ =peso del metro cúbico de sillería de que se ha construido el muro, que ha sido de 2.050 kilogramos, con cuyos datos se obtiene

$$x=2^m,04$$

que hemos elevado á 2<sup>m</sup>,25 para la mayor seguridad de la obra, pues si se tratára de grandes macizos de sillería ó mampostería para las presas ó depósitos de los canales, deberian calcularse los espesores de los macizos, determinando la línea de presiones y estudiando el perfil trasversal más conveniente, pues la economía en los volúmenes de fábrica es de importancia; pero en obras pequeñas como la que nos ocupa, en que la disminucion de 25 ó 30 centímetros del espesor en los muros modifica muy poco el vo-

lúmen, y sin embargo, influye en la resistencia, no conviene reducir los espesores, aún cuando se deduzca del cálculo y se confirme con varias fórmulas, teniendo además muy presente que nunca se ejecuta la obra en toda su extensión con la uniformidad que se supone en el cálculo, ni todos los operarios trabajan con el mismo esmero. Por otra parte, para evitar las filtraciones, que tan temibles son siempre, pues destruyen la cohesión de los muros, conviene que haya un exceso de espesor que dificulte el paso del agua.

El terreno sobre el cual se ha fundado el depósito es de arcilla dura muy compacta, así que los cimientos han necesitado muy poca profundidad, se han hecho de 1<sup>m</sup>,50 y de mampostería hidráulica. El pavimento tiene 0<sup>m</sup>,40 de grueso de hormigón hidráulico, formado de dos capas; la primera, de 0<sup>m</sup>,35, se compone de dos partes en volumen, de arena de río muy limpia, dos de cal común apagada, una de cemento hidráulico de Zumaya (1), y ocho de piedra partida de 0<sup>m</sup>,03 á 0<sup>m</sup>,04 muy bien lavada y humedecida antes de unirla con la mezcla ó mortero hidráulico; la capa superior, de 0<sup>m</sup>,05 de espesor, se compone de una parte de cemento hidráulico y otra de grava menuda de un centímetro, que en la localidad llaman *almendrilla*, y que produce, cuando está bien batido, un conglomerado artificial completamente impermeable.

Los muros del recinto se han construido con paramentos de sillaría de 0<sup>m</sup>,60 de espesor medio, y el resto de mampostería hidráulica, de la forma y dimensiones que se representan en las figuras de la lámina 8.<sup>a</sup>

Para cubrir el depósito, que tan indispensable es en un clima como el de Andalucía, se ha empleado el sistema más sencillo y económico, reconocido ya como el más conveniente para esta clase de construcciones, que consiste en una serie de bóvedas rebajadas de ladrillo, de 4<sup>m</sup>,40 de luz y 0<sup>m</sup>,30 de espesor, formando galerías apoyadas en muros de 0<sup>m</sup>,60 de grueso. Con el objeto de aligerar

---

(1) Fábrica de los Sres. Gurruchaga.

estos muros y no disminuir la capacidad del depósito, se han sustituido por una serie de arcos de medio punto de 4<sup>m</sup>,40 de luz y 0<sup>m</sup>,60 de espesor, sobre pilares de sillería de seccion cuadrada de 0<sup>m</sup>,60 de lado. Como los claros de los arcos y las bóvedas son iguales, resulta para la planta de los pilares una cuadrícula simétrica, cuyos ejes todos están separados 5 metros. Las bóvedas se han cubierto con una capa de hormigon hidráulico de 10 centímetros de espesor y un enlucido de cemento puro, para impedir que haya filtraciones; con objeto de que el agua de lluvia no se detenga y corra con facilidad, se rellenaron los espacios comprendidos entre las bóvedas, estableciendo desde el centro dos pendientes que dirigen las aguas á las fachadas anterior y posterior.

Tanto la solera como los pilares y paramentos interiores de los muros están enlucidos con una capa de cemento hidráulico puro, perfectamente bruñido, y redondeadas las aristas y encuentros para obtener una capacidad completamente impermeable, como efectivamente se ha conseguido, pues se han hecho repetidos experimentos, dejando aislado un compartimiento durante ocho dias, y no se ha observado en este tiempo el menor descenso del agua, es decir, que ni aún la evaporacion se ha hecho perceptible. Este resultado tan notable, no sólo es debido á la bondad de la ejecucion de la obra, sino á la naturaleza arcillosa del terreno en que se ha construido, y por lo mismo hemos fijado tanto la atencion sobre la eleccion de emplazamiento para obras de esta naturaleza.

Sobre el plano general del terreno, que está 20 centímetros encima del nivel del agua, se elevan una parte de los arcos de los muros, las bóvedas y la capa de tierra que se ha echado encima, para mantener húmedo el hormigon hidráulico que cubre las bóvedas; los frentes que quedan descubiertos se tapan con muros en forma de fachada y que sirve para resguardar completamente el Depósito, dar luz y ventilacion, y con una decoracion sencilla que la constituyen los huecos indicados, la coronacion y la combinacion misma de los materiales, empleando el ladrillo prensado en los paramentos, dan á la construccion el aspecto de un edi-

ficio. Los dos muros laterales tienen además que resistir el empuje de las bóvedas rebajadas, que no tienen ningún contraresto, por lo cual ha sido preciso darles el espesor conveniente para este objeto; esto se ha conseguido elevando los dos macizos de los costados con dos metros de espesor, y el muro divisorio con el mismo que tiene de 2<sup>m</sup>,50, y aligerando los dos primeros con una pequeña bóveda, y el segundo con una galería que permite cruzar de una á otra fachada; esta galería servirá para comunicarse desde el vestíbulo con las escaleras de bajada colocadas en el extremo A.

La decoración de la fachada es muy sencilla y propia del objeto de esta clase de obras, sin más que la aplicación de los materiales, así la sillería se ha empleado en el zócalo, aristones, fajas de los ángulos, jambas de puertas y ventanas, imposta y cornisa de coronación y el ladrillo prensado en los entrepaños de los muros. Encima de la cornisa se ha colocado una barandilla de hierro forjado con pilarotes de fundición, que sirve de resguardo ó pasamano.

Delante de la fachada y adosado en su centro está el vestíbulo, formando un cuerpo saliente de 13<sup>m</sup> de longitud, y 6<sup>m</sup>,50 de ancho, que sirve de ingreso al depósito, y debajo de él, en comunicación directa por medio de una escalera, está lo que denominamos *cámara de llaves*, por estar allí reunidas las que sirven para hacer los servicios principales.

Los accesorios del Depósito son:

1.º La terminación del sifon del Albaladajo, que constituye los tubos de entrada del agua en ambos compartimientos.

2.º La comunicación de éstos.

3.º Los tubos de salida para la distribución del agua en la población.

4.º Los de desagüe de fondo y alcantarilla general para dar salida á las aguas sobrantes.

5.º Los aliviaderos de superficie, para que no exceda el nivel del agua de la profundidad de 5 metros.

6.º Escaleras de bajada, de comunicación con la cámara de

llaves y de subida á la azotea ó parte superior del depósito.  
7.º Ventiladores.

La entrada del agua tiene lugar, como hemos visto, pág. 60, por medio de un sifon que atraviesa toda la ciudad; los tubos de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro, desde la calle del Asilo (lám. 7), suben hasta dar frente al depósito, y por encima de la bóveda de la cámara de llaves, llegan á la primera nave, donde el último se bifurca en dos tubos abocinados del mismo diámetro de 0<sup>m</sup>,61 con una llave *a* cada uno, que por medio de un volante horizontal, pueden maniobrarse para dar paso al agua alternativamente en cada uno de los compartimientos, ó interrumpirla. Para que al caer aquélla estando vacío el Depósito no ataque y destruya el fondo, se ha construido una escalera de sillería en forma de cascada, donde va perdiendo su velocidad y llega al fondo sin fuerza.

La comunicacion de los dos compartimientos se hace generalmente, atravesando el muro divisorio con un tubo y estableciendo un pozo con una llave ó dos compuertas, una en cada paramento de dicho muro; pero hemos creído preferible colocar el tubo en la cámara de llaves comunicándose por cada uno de sus extremos con los dos compartimientos, y una llave *d* en su centro para establecer ó interceptar la comunicacion. La llave deberá estar cerrada para tener un depósito siempre lleno y de reserva. El diámetro de este tubo es de 0<sup>m</sup>,61 como los demas.

Para la distribucion en la ciudad salen los tubos del fondo de cada compartimiento, se unen en la cámara de llaves, de donde arranca uno solo que constituye la cañería principal de la distribucion; por medio de dos llaves *b* se distribuye el agua de cada depósito aisladamente, y para evitar que pasen arenas ó sedimentos, están 10 centímetros más altos que el fondo ó la solera general. Ademas, la toma de aguas está lo más retirada posible de la entrada, para que haya ménos agitacion, y por último, se ha tomado la precaucion de colocar en las bocas de los tubos un bastidor con una rejilla metálica, que impida que pase á las cañerías cualquier objeto que arrojasen.

Los desagües de fondo se han dispuesto de un modo análogo,

por medio de dos tubos colocados quince centímetros más bajos que la solera general, los cuales se enlazan en la cámara y por medio de un tubo curvo y dos llaves *c* vierten directamente en el pozo *f*, y de allí en la alcantarilla *g*, construida expresamente con este objeto, la cual se une al alcantarillado general de la población, y así con una parte del agua sobrante se hace la limpieza, tan importante especialmente en el verano; para evitar que el mal olor se comuniqué por el tubo de desagüe se ha dispuesto una parte de la solera de la alcantarilla *g* en la forma indicada en la última figura de la lámina 8.<sup>a</sup>, pues con la compuerta ó tabique *m n*, se impide el paso del aire entre las alcantarillas y la cámara. La solera general de hormigón de cada uno de los compartimientos se compone de tres planos, que pasan respectivamente por las tres líneas horizontales que forman el encuentro de los muros con el fondo del depósito, y por el extremo inferior del diámetro vertical del tubo de desagüe. Las intersecciones de estos tres planos entre sí son dos líneas inclinadas, con la pendiente de 15 centímetros, que unen el punto más bajo del tubo con los ángulos de los extremos, facilitando así la salida del agua hasta el completo desagüe del depósito.

Como se ve, están reunidos todos los servicios en un solo punto, y con el manejo de las cinco llaves *b*, *c*, *d*, puede distribuirse el agua en la ciudad de uno ú otro compartimiento independientemente, comunicarse entre sí, ó desagüarlos y por la escalera de comunicación pasar directamente á las llaves de entrada del agua del acueducto. Esta disposición es muy preferible á la usada en otras partes, y la experiencia ha venido á confirmar, después de ocho años, la facilidad y regularidad con que un solo guarda hace el servicio bajo este sistema.

Cuando el gasto ó consumo de la población es menor que la cantidad de agua conducida por el acueducto, el sobrante pasa por los tubos abocinados *e*, que comunican por el pozo *f* con la alcantarilla de desagüe, para mantener el nivel del agua constante.

El servicio de limpieza y reconocimiento de los Depósitos se

hace por las escaleras A situadas en los ángulos, que permiten bajar hasta la altura conveniente.

Por último, para la ventilacion, se han colocado en un solo compartimiento, á través de las bóvedas, unos tubos de 0m,40 de diámetro, que permitan la circulacion del aire, sistema conveniente y hasta indispensable, cuando los depósitos están completamente debajo de tierra; pero con la disposicion dada al de Jerez, la ventilacion y la luz se reciben mucho mejor por las ventanas de las fachadas anterior y posterior, las cuales abiertas por la noche, establecen la corriente necesaria.

---

---

## SEGUNDA PARTE.

### OBRAS DE DISTRIBUCION.

#### CAPÍTULO PRIMERO.

##### Cañerías.

Determinada la situacion del Depósito, y su capacidad, por las consideraciones expuestas en la primera parte, así como la cantidad de agua que ha de conducir el acueducto, el estudio que hubo que hacer fué el ver de distribuir de la manera más conveniente 16.000 metros cúbicos cada veinticuatro horas en la poblacion. Como preliminar indispensable de dicho estudio, era el plano exacto de Jerez, con la nivelacion de todas sus calles y plazas; y como aquél no existia, fué preciso hacer este trabajo. No entraremos á exponer el procedimiento seguido para conseguirlo, por no tener aquí objeto; sólo indicaremos que se ejecutó con la mayor precision, triangulando todas las torres de las iglesias y puntos elevados, para comprobar su exactitud, y se dibujó el plano en escala de  $\frac{1}{4.000}$ , para marcar con claridad las distintas alineaciones de las calles, su anchura y la disposicion de las manzanas. En este mismo plano se han representado las curvas de nivel de metro en metro de altura, y para referencia de las cotas de nivelacion se tomó la línea de las bajas aguas del rio Guadalete en el puente de Cartuja, situado á 5 kilómetros de la poblacion; pero como esta línea es variable todos los años, segun

el descenso de las aguas, se señaló en uno de los zócalos de sillaría de las pilas un trazo á cincel, considerándole como el nivel constante de las bajas aguas, ó sea el *cero* y punto de partida de la nivelacion; con relacion á él se han numerado las curvas, llegando así á la solera del Depósito con la cota de 68<sup>m</sup>,205 que está por consiguiente 38<sup>m</sup>,205 sobre la Puerta del Arroyo, punto más bajo de Jerez y 9<sup>m</sup>,205 sobre el más alto, situado en el centro de la calle del Molino de Viento.

Para referencia de la nivelacion y establecimiento de las cañerías se dejaron marcados los puntos que siguen, distribuidos en toda la poblacion y con el número que corresponde á la cota respectiva.

PUNTOS SEÑALADOS.	Cotas referidas á las bajas-aguas del rio Guadalete en el puente de Cartuja. — Metros.
Solera del Depósito al pié de la piedra donde se ha puesto la inscripcion de la fecha en que se construyó. . . . .	68,205
Escalon de la puerta principal del Hospital de la Merced. . . . .	53,217
Escalon de la antigua casa de D. Pedro Riquelme, hoy de D. Jorge G. Suter, en la plaza del Mercado. . . . .	50,482
Escalon de la puerta lateral de la izquierda de la parroquia de San Juan. . . . .	50,068
Escalon de la puerta principal de la iglesia de la Victoria. . . . .	46,989
Primer escalon de las gradas de la cárcel, plaza de Belen. . . . .	42,168
Escalon de la puerta del atrio de la iglesia de monjas de Espíritu Santo. . . . .	38,433
Escalon de la puerta principal de la parroquia de San Marcos. . . . .	47,049
Escalon de la puerta principal del Hospicio de Capuchinos. . . . .	47,061
Losa colocada en la pared posterior del cementerio. . . . .	43,723
Arista superior del zócalo de la Plaza de Toros. .	44,006

PUNTOS SEÑALADOS.	Cotas referidas á las bajas-aguas del rio Guadalete en el Puente de Cartuja.  <i>Metros.</i>
Idem id. de la portada principal, en la Alameda, de las bodegas de D. Manuel Gonzalez. . . . .	49,965
Escalon de la bodega de D. Pedro Lopez, en la plaza de los Silos. . . . .	48,991
Escalon de la puerta de San Agustin. . . . .	50,955
Escalon de la puerta principal de la parroquia de San Miguel. . . . .	53,358
Centro de la plaza del Arenal, donde estaba la farola y sitio que ocupa hoy la fuente. . . . .	47,409
Losa colocada en la misma plaza frente á la Lan- cería. . . . .	46,600
Terminacion del muro en ala de la alcantarilla de desague de la Hoyanquilla. . . . .	32,199
Solera de la misma alcantarilla en la boca de salida. . . . .	31,450
Terminacion del muro en ala de la alcantarilla de la Hoyanca. . . . .	30,296
Solera de la misma en la boca de salida. . . . .	28,880
Escalon de la puerta de la capilla de San Telmo. Escalon de la puerta que da frente á la calle de Cazon, en la casa del Marqués de Pané. . . . .	51,490
Losa en que se apoya la segunda columna de la izquierda de la cubierta del edificio de viajeros en la antigua estacion del ferro-carril. . . . .	53,721
Escalon de la puerta del atrio del convento de monjas de Madre de Dios. . . . .	45,613
Losa de ereccion del viaducto del ferro-carril de la calle de Medina. . . . .	51,619
Parte superior del pretil del viaducto de Vallese- quillo. . . . .	38,874
	53,000

Para el grabado se ha reducido el plano general á la escala de  $\frac{1}{5,000}$ , representado en la lámina 7.<sup>a</sup>, conservando en él cuanto permite el tamaño de dicha escala. Su sola inspeccion manifiesta que el Depósito domina completamente la ciudad, y por lo tanto sería muy fácil determinar la posicion y diámetros de las cañerías de distribucion, siempre que se fijasen de antemano los puntos á

donde habia de llevarse el agua, la cantidad que en cada uno se consumiria y el número de horas del dia en que deberia tener esto lugar, lo cual no es posible, por las dos consideraciones siguientes:

1.<sup>a</sup> Tratándose de una distribucion á domicilio, como es el caso que nos ocupa, no puede fijarse de antemano la cantidad de agua que por casa ó por una superficie dada se consumirá, pues depende de los pedidos que se vayan haciendo sucesivamente.

2.<sup>a</sup> Si bien en Jerez, como sucede en las ciudades de importancia, los barrios del centro son aquellos donde la poblacion está más condensada, y de consiguiente hay mayor consumo de agua, tambien ocurre que las bodegas ocupan barrios poco poblados, y que sin embargo el consumo de aquellas puede ser considerable.

En vista de lo expuesto, pareció lo más acertado considerar el gasto como uniforme, y distribuir en esta forma los 16.000 metros cúbicos, en la extension de 200 hectáreas que comprende el polígono que pasa por los extremos de las últimas casas; pero respecto á la direccion de las cañerías principales, hay muchas soluciones que podrian resolver el problema de hacer la distribucion bajo la base indicada, sobre todo en una ciudad tan irregular, como Jerez, donde puede decirse que apenas se encuentra una calle completamente alineada. Despues de repetidos y numerosos tanteos, que no pueden sujetarse á reglas fijas é invariables; pero sin separarse, sin embargo, de los principios generales del trazado (1), y teniendo muy presente, que dada la situacion del depósito, las cañerías principales deben recorrer calles anchas y cuyas cotas de nivelacion sean las mayores, para que la pérdida de carga, siendo pequeña, pueda llegar el agua á los puntos más altos, fijamos las siguientes líneas:

1.<sup>o</sup> Una cañería principal que, partiendo del Depósito, conduce toda el agua que se ha de distribuir hasta la plaza de Santiago,

---

(1) *Traité de la conduite et de la distribution des eaux, par Dupuit*: 2.<sup>a</sup> edicion, páginas 322 y siguientes.

recorriendo en una longitud de 750 metros la alameda del Depósito, camino del Calvario y la calle del Asilo hasta la referida plaza de Santiago, desde donde continúa por la plaza de San Juan, calle de Francos, plaza de Plateros, calle de la Misericordia, plaza de la Yerba, Consistorio, plaza de la Constitucion ó del Arenal, calle de Caballeros, Cruz Vieja, calle Empedrada y de Mariñiguez hasta la del Porvenir, en una longitud de 1.750 metros, y aproximándose á la calle del Molino de Viento, donde está la cota más alta.

2.º Una cañería que debemos considerar tambien como principal, si bien de menor diámetro que la anterior, que partiendo de la plaza de Santiago, se dirige por la calle de la Merced, de Santa Isabel, Cordobeses, plaza del Mercado, calle de las Cabezas, plaza de San Lucas, de Belen, Barranco, antiguo Arroyo Alto, calle de la Princesa y plaza de Escribanos á enlazarse en la de Plateros con la cañería general de primer orden, recorriendo una longitud de 1.250 metros.

3.º Una segunda cañería análoga á la anterior, que parte de la misma bifurcacion de la plaza de Santiago y recorre las calles Ancha, de Ponce, Guadalete, Alameda de Sevilla, calle de Eguiluz, Llano de Santo Domingo, calle de Santa Rosa, plaza de San Andres, calle del Clavel, de Gitanos, de Don Juan, Matadero, San Francisco de Paula á empalmar en la calle de Mariñiguez con la principal, recorriendo una longitud de 1.950 metros.

Dispuestas así las tres cañerías principales, queda dividida la poblacion en cuatro zonas que pueden alimentarse aisladamente por cada una de aquéllas, ó por la comunicacion establecida con la central ó de primer orden.

Estas tres líneas, como se ve en la lámina 7.<sup>a</sup>, forman una sola red, pudiendo correr el agua en todas direcciones; pero ademas hay una circunstancia especial en este caso, que permite asegurar constantemente el abastecimiento de Jerez, áun cuando en el Depósito hubiera alguna suspension. En efecto, observaremos que el acueducto que desde Tempul conduce las aguas, termina

en el sifon del Albaladejo, cuyo trazado no se ha marcado en la lámina, para evitar que se confunda con las cañerías de distribución, y que cruza la poblacion desde el viaducto del ferro-carril por la calle de Medina, Honda, Larga, Porvera, Ancha y del Asilo hasta el Depósito; al pasar por el encuentro de las calles Honda y de Medina, segun el pequeño trozo representado con línea de trazos, empalma en este sitio con una cañería de 0<sup>m</sup>,45 de diámetro que recorre la calle de Santa María, hasta enlazarse en la plaza de la Constitucion con la general, poniendo así en comunicacion directa el acueducto con la distribucion; el depósito en este caso servirá sólo para recibir el sobrante del agua que no consuman los orificios que estén abiertos y en servicio, ó de regulador para suministrar durante el dia y en las horas de mayor gasto, el caudal que no pueda conducir el acueducto en un corto tiempo, puesto que no podrá dar más que de 185 á 200 litros por segundo, y habrá momentos que se consuman mil y más litros; pero la principal ventaja es la de poder continuar el surtido, en el caso de tener que hacer alguna reparacion en el Depósito, ó en la cañería comprendida entre aquél y la plaza de Santiago.

Los diámetros de los tubos que componen la red principal se determinaron fundándose en la siguiente consideracion. El agua se consume en su mayor parte durante el dia y se puede suponer que los 16.000 metros se gastan en 12 horas; esto equivale á un consumo de 375 litros por segundo, cuya cantidad habrá de conducirse toda por la cañería que desde el Depósito va á la plaza de Santiago; desde este punto se distribuirá la mitad por la central de la calle de Francos, y una cuarta parte por cada una de las dos laterales.

Así, pues, hay que distribuir:

- 375 litros por segundo por el tubo principal hasta la plaza de Santiago, cuya cantidad de agua tiene que llegar á su extremo, y por lo tanto como *gasto de extremidad*.
- 187,5 litros por segundo, por la cañería central principal, *gastados uniformemente* en toda su longitud.

93,75 litros por segundo, por cada una de las dos cañerías laterales, gastados *uniformemente* en toda su longitud.

Con estos datos se han empleado las fórmulas

$$D^5 = \frac{L}{H} \left( \frac{Q}{20} \right)^2 \text{ para el caso del gasto de extremidad y}$$

$$D^5 = \frac{1}{3} \cdot \frac{L}{H} \cdot \left( \frac{Q}{20} \right)^2 \text{ para el gasto uniforme á lo largo de la cañería.}$$

En el primer caso se tiene:

H, pérdida de carga disponible, que supondrémos de 9 metros, y corresponde al nivel de las azoteas de las casas más altas en la plaza de Santiago, con el fin de conservar la línea de carga lo más alta posible, suponiendo además que el nivel del agua en el depósito esté sólo dos metros sobre la solera del mismo, cuando ya se ha visto que su profundidad es de 5 metros.

L=750 metros, longitud de la cañería.

Q=0,375 metros cúbicos por segundo, gasto de extremidad.

Con estos datos se obtiene:

$$D = 0^m,493.$$

Aplicando las tablas calculadas por Mr. Darcy, ya citadas, se encuentra

$$D = 0^m,446,$$

cuando los tubos sean nuevos; y teniendo presentes las consideraciones expuestas por el mismo Darcy para los tubos que lleven algunos años de servicio, en que se alteran las superficies interiores por las incrustaciones ó la oxidación,

$$D = 0^m,525;$$

pero atendiendo: 1.º, á que las aguas de Tempul son calizas, como se ha visto, y que podrán producir alguna incrustación en la primera cañería de la distribución, disminuyendo el diámetro de los tubos, y 2.º, que conviene conservar la línea de carga todo lo más alta que sea posible en la cañería central, se aumentó el diámetro hasta 0^m,61, empleando los mismos tubos que para los sifones.

Con este diámetro, que para el cálculo le tomaremos sólo de 0<sup>m</sup>,60, la pérdida de carga en la extremidad de la cañería se obtendrá de la expresion

$$Y = v \cdot \frac{LQ^2}{D^5}$$

y tomando para el coeficiente  $v = 0,0025$

$$Y = 3^m,375,$$

es decir, que cuando el Depósito esté lleno de agua, dispondremos de un gasto de 375 litros por segundo en la plaza de Santiago, á una altura sobre el nivel de la solera de 1<sup>m</sup>,625, ó sea á la cota de

$$68,205 + 1,625 = 69^m,83$$

sobre las bajas aguas del Guadalete.

Los diámetros de las tres cañerías principales que parten del punto anterior se determinaron como sigue:

Hecho el perfil del terreno, del cual sólo se han conservado en el adjunto diagrama los puntos y cotas principales, se ha trazado una línea 12 metros más alta, que indica la de las azoteas de las casas, y partiendo de la cota 66,83 en la plaza de Santiago, la línea de carga estará representada por una recta hasta el encuentro de la calle de Mariñiguez y Cruz Vieja, cuya cota es 64 y su distancia á la plaza de Santiago, ó sea el desarrollo de la cañería, de 1.450 metros, con cuyos datos se tiene:

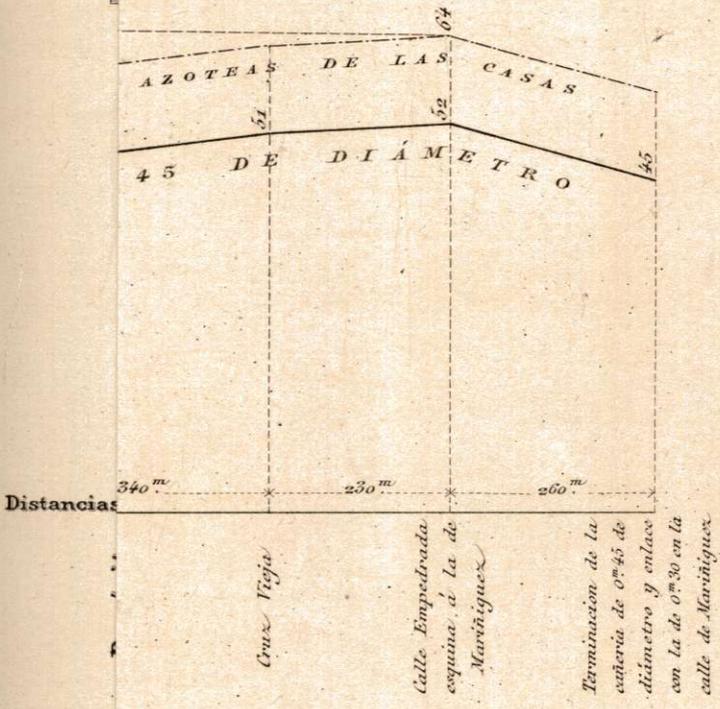
$$\left. \begin{array}{l}
 Q = 0,1875 \text{ metros cúbicos.} \\
 L = 1450. \dots\dots\dots \\
 v = 0,0025. \dots\dots\dots \\
 Y = 66.83 - 64 = 2.83. \dots \\
 Y = \frac{1}{3} \cdot v \cdot \frac{LQ^2}{D^5} \dots\dots\dots
 \end{array} \right\} D = 0^m,43.$$

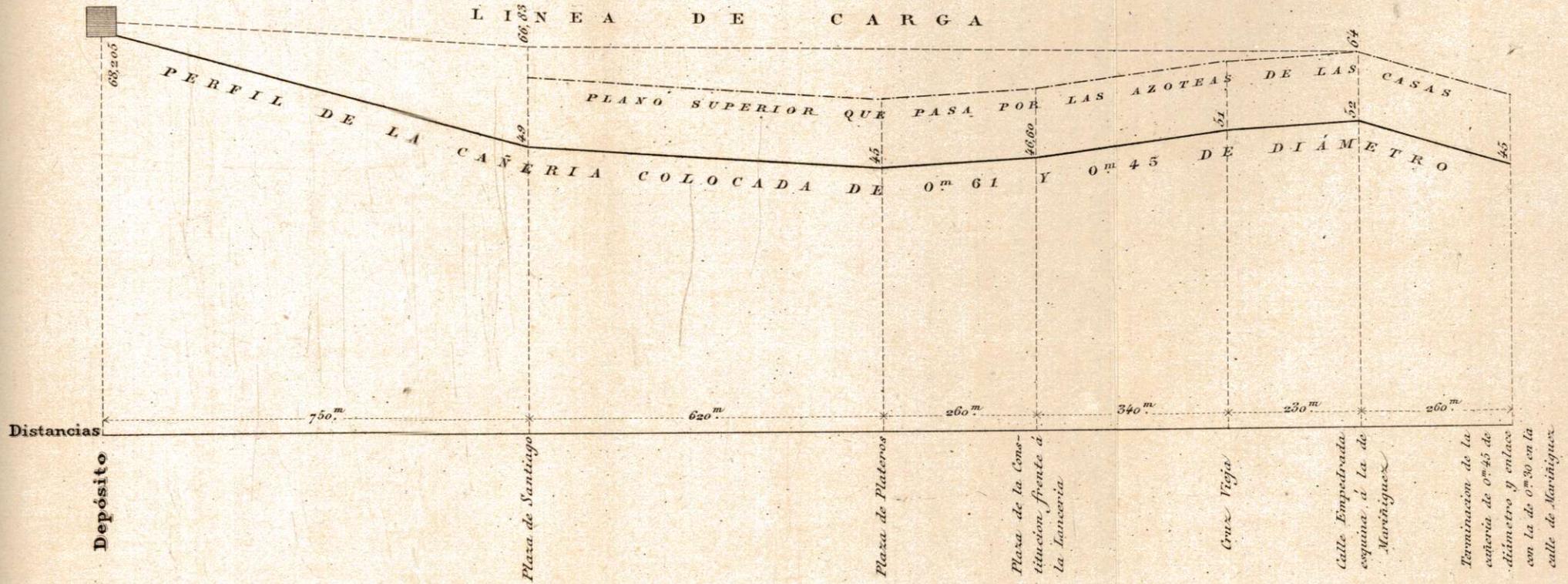
Para las dos cañerías laterales, hechos los mismos cálculos, resultan:

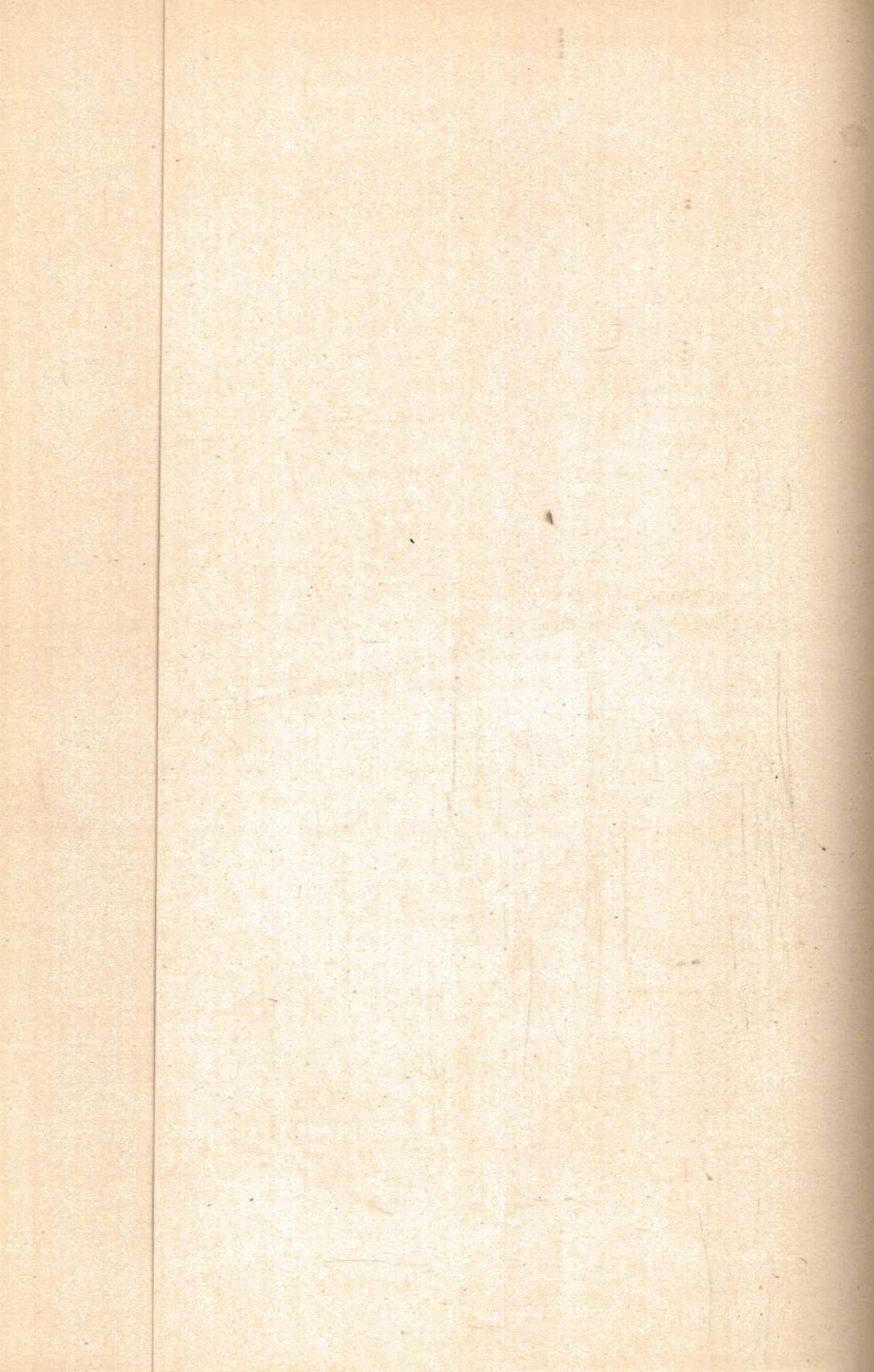
$$D = 0^m,28 ; D = 0^m,29.$$

Con arreglo á lo cual se adoptaron para las tres cañerías principales los diámetros siguientes:

- 1.º Para la cañería que sale del Depósito hasta la plaza de Santiago... 0<sup>m</sup>,61







- 2.º Para la central que por la plaza de San Juan, atraviesa la poblacion hasta la calle Empedrada y la de Mariñiguez. . . . . 0<sup>m</sup>,45
- 3.º Para las dos laterales que desde la misma plaza de Santiago siguen, una por la calle Ancha y otra por la de la Merced. . . . . 0<sup>m</sup>,30

Así llegaría el agua á las azoteas más altas, áun estando las tres líneas anteriores completamente aisladas, y sin recibir más agua que por el empalme de la plaza de Santiago; pero si además se hallan unidas y en comunicacion con el acueducto por el enlace de la calle de Santa María, quedará hecha la distribucion perfectamente.

Fijadas las tres cañerías principales y determinadas sus líneas de carga, para la continuacion por las demas calles, lo procedente era calcular en cada una el consumo, y por el camino más corto hacer el empalme con aquéllas, determinando el diámetro variable que en cada sitio exigirían los tubos; esto, prescindiendo de la complicacion á que hubiera dado lugar, no sería tampoco el sistema más económico, por lo cual se prefirió reducir las cuatro zonas en que ha quedado dividida la poblacion con otras cañerías de menor diámetro, que enlacen las principales entre sí; este enlace es sumamente importante, pues además de servirse una calle por dos ó tres líneas diferentes, se podría, sin aumentar los diámetros, distribuir mayor cantidad de agua. Por estas consideraciones, áun separándonos del sistema seguido en muchas poblaciones, de dejar aisladas las cañerías, se hicieron las uniones siguientes:

1.º Una cañería, de 0<sup>m</sup>,25 de diámetro, que sale de la general de la calle Ancha, de 0<sup>m</sup>,30, recorre la Porvera y una parte de la calle Larga, donde se bifurca en dos ramales: el primero continúa con el mismo diámetro de 0<sup>m</sup>,25 por la calle Honda y de Santa María, hasta enlazar con la de 1.º orden de 0<sup>m</sup>,45, y el segundo con el diámetro de 0<sup>m</sup>,20 sigue, por la calle Larga, hasta unirse en la Lancería, con la misma general de 0<sup>m</sup>,45.

2.º Otra de 0<sup>m</sup>,25 que recorre la calle de Medina y une entre

sí las principales de 0<sup>m</sup>,45, de la de Santa María y de Mariñiguez.

3.º Otra de 0<sup>m</sup>,20, que sigue por la Corredera y el primer trozo de la calle del Porvenir, uniendo entre sí las cañerías de 0<sup>m</sup>,45 de la Plaza de la Constitucion y calle de Mariñiguez.

4.º Otra de 0<sup>m</sup>,20 que por la calle del Guadalete y la Torneria, une la principal de 0<sup>m</sup>,30 de diámetro que pasa por la calle de Ponce, con la general central de 0<sup>m</sup>,45 en la Puerta de Sevilla.

5.º Otra de 0<sup>m</sup>,20, que une las tres cañerías principales, partiendo de la calle del Guadalete y por la de Gaitan, Porvera, los Negros, Florinda, Carne, Canto, Vid, Ponce de Leon y San Honorio, se une en la Plaza de Belen con la principal de 0<sup>m</sup>,30. Formada de este modo la red de 1.º y 2.º, órden como se ve en la lámina 7.<sup>a</sup>, con los diámetros de 0<sup>m</sup>,61—0<sup>m</sup>,45—0<sup>m</sup>,30—0<sup>m</sup>,25 y 0<sup>m</sup>,20, la continuacion de la distribucion de las demas calles se ha hecho segun la base indicada en la pág. 113, que ha consistido en fijar en cada una de aquéllas el consumo, y conocidas las pérdidas de carga por las curvas de nivel, determinar los diámetros por las tablas de Darcy; así han resultado aquellos muy variables, diferenciándose sólo en dos ó tres centímetros; pero en una distribucion conviene reducir cuanto sea posible el número de diámetros de la tubería que entra en ella, no sólo porque se simplifica mucho la conservacion y reparacion de las cañerías, que de otro modo exigiria un considerable material de repuesto, sino tambien porque en las fundiciones se paga más, por la diversidad de modelos de las piezas especiales, que por el pequeño aumento de peso del hierro que entra en los tubos de un diámetro inmediato superior al calculado; así pues, se han reducido á los siguientes:

0 <sup>m</sup> ,61		} para las cañerías de 1.º órden.
0 <sup>m</sup> ,45		
0 <sup>m</sup> ,30	}	} idem para las de 2.º órden.
0 <sup>m</sup> ,25		
0 <sup>m</sup> ,20	}	} idem para las de 3.º órden.
0 <sup>m</sup> ,15		
0 <sup>m</sup> ,10		
0 <sup>m</sup> ,08	}	

Con arreglo á esto, despues de establecidas las cañerías de 1.º y 2.º orden, señaladas en la lámina 7.<sup>a</sup> con líneas llenas, se colocaron las de 0<sup>m</sup>,15 en las calles que se indican en el cuadro siguiente, quedando así dividida la poblacion en pequeñas zonas ó cuarteles, servidos ya con cañerías de 0<sup>m</sup>,10 y 0<sup>m</sup>,08.

Las longitudes que en el cuadro siguiente resultan para cada grupo, no son las totales de las calles, pues éstas son mucho mayores, sino la de tubería colocada para el completo servicio de la poblacion.

**CUADRO GENERAL de las cañerías que componen la distribucion de las aguas en la poblacion, con su diámetro y longitud.**

CALLES Y PLAZAS DONDE SE HAN COLOCADO CAÑERÍAS.	Diámetro. Metros.	Longitud. Metros.
Cañerías de 1.º orden.		
Alameda del Depósito, calle del Asilo á la plaza de Santiago. . . . .	0,61	750
Plaza de Santiago, de San Juan, calle de Francos, plaza de Plateros, calle de la Misericordia, plaza de la Yerba, Consistorio, plaza de la Constitucion, calle de Caballeros, Cruz Vieja, Empedrada y calle de Mariñiguez hasta su encuentro con la del Porvenir. . . . .	0,45	1.710
Calle de Santa María y Lancería para unir el sifon del Albadalejo, con la cañería anterior. . . . .	0,45	260
Cañerías de 2.º orden.		
Plaza de Santiago, calle Ancha, de Ponce, del Guadalete, Alameda de Sevilla, de Eguiluz, llano de San Sebastian, calle de Santa Rosa, plaza de San Andrés, calle del Clavel, de Gitanos, de Don Juan, del Matadero, San Francisco de Paula y Mariñiguez, hasta su encuentro con la cañería de primer orden. . . . .	0,30	1.750

CALLES Y PLAZAS DONDE SE HAN COLOCADO CAÑERÍAS.	Diámetro. Metros.	Longitud. Metros.
Plaza de Santiago, calle de la Merced, alameda de Santa Isabel, calle del Muro, de Cordobeses, plaza del Mercado, calle de las Cabezas, plaza de San Lúcas, de Belen y Barranco. . . . .	0,30	1.020
Calle Empedrada y Plaza de Orellana. . . .	0,30	325
Cañerías de 3.º orden.		
Continuacion de la anterior por la plaza del Duque de Tetuan, calle de la Princesa, plaza de Escribanos á unirse en la plaza de Plateros con la cañería de primer orden.	0,25	260
Porvera, calle Larga, Honda y de Santa María á empalmar con la de primer orden. .	0,25	800
Calle de Medina hasta su encuentro con la de Mariñiguez. . . . .	0,25	430
Plaza de la Constitucion. . . . .	0,25	500
Calle Larga á empalmar en la Lancería con la de primer orden. . . . .	0,20	300
Corredera y calle del Porvenir hasta su encuentro con la de Mariñiguez. . . . .	0,20	500
Calle del Guadalete y alameda de Cristina.	0,20	290
Calle de la Tornería. . . . .	0,20	280
Calle de Gaitan. . . . .	0,20	180
Calle de los Negros, de Flornida y de la Carne. . . . .	0,20	210
Calle del Canto, de la Vid, de San Honorio á empalmar en la plaza de Belen con la cañería de segundo orden. . . . .	0,20	260
Calle de la Pescadería. . . . .	0,20	60
—		
Plaza del Mercado, calle de San Blas, de San Ildefonso, cuesta de Espíritu Santo, calle del Duque de Tetuan (Arroyo). . . . .	0,15	430
Plaza de la Constitucion, calle de las Armas y Alameda Vieja. . . . .	0,15	300
Calle de Pozuelo y de la Alameda. . . . .	0,15	300
Calle de Barja, plaza y calle de San Miguel y primer trozo de la calle de San Pablo. .	0,15	310

CALLES Y PLAZAS DONDE SE HAN COLOCADO CAÑERÍAS.	Diámetro. Metros.	Longitud. Metros.
Calle de Medina desde la de Mariñiguez y calle de Cartuja. . . . .	0,15	300
Calle de Conocedores. . . . .	0,15	185
Alameda, calle y carretera de Sevilla. . . .	0,15	1.420
Calle del Pozo del Olivar. . . . .	0,15	175
Calle de Lealas. . . . .	0,15	285
Calle de Doña Blanca. . . . .	0,15	220
Puerta de Sevilla. . . . .	0,15	75
Diámetros 0 <sup>m</sup> ,10 y 0 <sup>m</sup> ,08.		
Calle de Cervantes, de la Rendona, de Luis Perez y de Pizarro. . . . .	»	480
Calle del Marqués de Cádiz, de Carpinteros, de San Onofre, Lechuga, Barreras, callejon de Asta, Jardinillo, San Francisco Javier y Juan de Torres. . . . .	»	820
Calle de las Armas de Santiago, Cantarería, Nueva, Santa María de la Merced, Cristal, Rincon Malillo, Alegrías, Almendrillo, Valderrama, San Mateo, Cenizas, San Blas, Granada y Valcárcel. . . . .	»	1.330
Calle de la Union, Cazorla Alta y Baja, Ciegos, plaza de la Encarnacion, calle del Aire, Beaterio, Visitacion, Cruces, Santa Isabel, Amargura, Vargas y Letrados. . .	»	610
Calle de San Agustin, Guarnidos, plaza de los Silos, calle de Quintos, del Puerto, Murguía, Rodrigo Leon, Vicario, Estereros, Berrocala, Santa Cecilia, Fate, Santa Clara, San Anton, Pollo, Encaramada, Zarza, Altozano, Banastos, Oropesa, Muleros, Sancho Vizcaíno, Molino de Viento, Duende, Galvan, Cerro Fuerte, San Justo, Martin Fernandez, San Telmo, Pavía, Baro, Lecheras, Plata, San Clemente, Barquero y Cañameros. . . . .	»	2.540
Calle del Sol, Campana, Porvenir, Acebuche, Álamos, Marimanta, Pañuelo y el nuevo barrio de Vallesequillo, comprendiendo la Estacion de mercancías del ferrocarril. . . . .	»	2.300

<p style="text-align: center;"><b>CALLES Y PLAZAS</b> DONDE SE HAN COLOCADO CAÑERÍAS.</p>	<p style="text-align: center;">Diámetro. — Metros.</p>	<p style="text-align: center;">Longitud. — Metros.</p>
Estacion de viajeros del ferro-carril, calle de Colon, de Pajarete y Plaza de Toros. . . .	»	820
Calle de la Cruz, Collantes, Zaragoza, Santo Domingo al Cementerio. . . . .	»	1.080
Calle de Ídolos, de Escuelas. . . . .	»	310
Calle de la Chancillería, Puerta Nueva, calle de Frias, de Mirabal, de Mendoza, Parralejo y Cocheras. . . . .	»	370
Calle de Murillo, Justicia, Alcadesa, Loreto, Salado, plaza del Cubo, calle de la Liebre, Moral, Riquel, San Lúcas, Salas y Palma. . . . .	»	1.200
Calle del Carmen, Carpintería Alta y Baja, Coca, Almenillas, San Pedro, plaza de Peones, calle del Baño Viejo, Rompechapines, Bailén, Doctor Lillo, Claustros, Curtidores, San Fernando, Limones Alta y Baja, cuesta de Castellanos, calle de Juan de Abarca, Chapinería y Sedería. . . . .	»	1.180
Calle de la Compañía, Victorias, Morla, San José, San Marcos, Horno y Gibraleon. . .	»	560
Calle de San Juan de Dios y de Catalanes. .	»	180
Calle de Sevilla, del Rosario, Caracuel, Antona de Dios, Valientes, Palomar, Caldereros, Rui-Lopez, plaza de Quemada, calle de Honsario, Gaspar Fernandez, Morenos, Laurel, Doctrina, Naranjas, Mora, Ánimas, Bizcocheros, Arcos, Fontana, Prieta, Ávila y Arboledilla. . . . .	»	2.720
Calle de San Cristóbal, Alvar-Lopez, Compás, Cuatro Juanes, Huevar, Algarbe, Remedios y Gravina. . . . .	»	650
Calle de las Bodegas, Évora, Levante, Higuera, Santísima Trinidad, alameda de las Angustias y plaza de Abastos. . . . .	»	990
Calle de San Pablo, Doña Felipa, Castilla, Pedro Alonso, Molineros, Cazon, Granados, primer trozo de la calle del Sol y primero de la calle de Campana. . . . .	»	1.020

**RESÚMEN.**

			Metros.
Cañerías de 1. <sup>er</sup> orden	de 0 <sup>m</sup> ,61	de diámetro. . . . .	750
Id.	id.	de 0 <sup>m</sup> ,45 de id. . . . .	1.970
Cañerías de 2. <sup>o</sup> orden	de 0 <sup>m</sup> ,30	de id. . . . .	3.095
Id.	id.	de 0 <sup>m</sup> ,25 de id. . . . .	1.540
Id.	id.	de 0 <sup>m</sup> ,20 de id. . . . .	1.780
Cañerías de 3. <sup>er</sup> orden	de 0 <sup>m</sup> ,15	de id. . . . .	3.830
Id.	id.	de 0 <sup>m</sup> ,10 y 0 <sup>m</sup> ,08 de id. . .	19.160
Longitud total de las cañerías. . .			32.125

Ademas se han colocado pequeños ramales para servicios particulares de 0<sup>m</sup>,05 de diámetro en algunas calles, pero que no se consideran como de la distribución general.

**MATERIAL Y FORMA DE LOS TUBOS.**

El material empleado en los tubos de distribución de aguas, puede decirse que hoy es casi exclusivamente la fundición, pues en las cañerías colocadas de otra clase, la experiencia ha venido á probar la necesidad de reemplazarlas con las de fundición. Para evitar la oxidacion, se barnizan los tubos tanto exterior como interiormente, con una composicion resinosa, cuya patente ha obtenido en Inglaterra Mr. Smith, y así se han empleado los de Jerez, adquiridos todos en las dos magníficas fábricas de Mr. Edingthorpe y Mr. Stewart, establecidas en Glasgow.

Para las juntas de union se han adoptado, como en los sifones, las de enchufe y cordón, pues como allí dijimos, despues de bien atacadas y emplomadas, resisten perfectamente las presiones á que en una distribución pueden estar sometidas. En la lám. 9.<sup>a</sup> se representa la forma y dimensiones de un tubo de 0<sup>m</sup>,30 de diámetro, así como todas las piezas especiales correspondientes á este mismo diámetro, con lo cual y los estados de la pág. 123 se forma idea completa del material de la distribución. Para el

enlace de unas cañerías con otras, ya sean del mismo ó de diferentes diámetros, se han empleado las piezas especiales que denominamos *bifurcaciones*, por medio de las cuales se pasa insensiblemente de la direccion de una calle á otra, completando el cambio con los tubos curvos, de 45° ó de 22 ½°, para tener todas las combinaciones necesarias.

En cuanto á la disminucion de los diámetros se consigue tambien insensiblemente, primero, en la misma pieza de bifurcacion, haciendo el ramal más pequeño que el tubo principal, y despues, por tubo cónico que reduce el diámetro lo necesario.

Este procedimiento le consideramos muy preferible al usado generalmente para empalmar las cañerías de una calle con otra, que consiste en hacer en ángulo recto una boquilla en la de mayor diámetro, enchufando allí los tubos de la segunda calle; con el primer medio el agua disminuye de volúmen y varía de direccion, sin choques ni cambios bruscos, que son la causa principal de las roturas.

Para la union de las llaves y algunas piezas especiales se han empleado juntas de brida con tornillos, y los tubos se funden con brida por ambos extremos ó sólo por uno y enchufe y cordón por el otro, segun la clase de union que haya que hacer con las cañerías establecidas. La variedad de modelos que se encuentran hechos en las fundiciones es tan grande, que puede asegurarse no será preciso para la distribucion de agua de una poblacion hacer ninguno nuevo, ó sólo en casos muy especiales.

Con los estados que siguen se completa cuanto pudiera decirse respecto á peso y dimensiones de la tubería empleada.

## TUBOS RECTOS.

Diámetro. Metros.	Espesor. Milímetros.	Longitud. Metros.	Peso por metro lineal útil. Kilogramos.
0,61	19	3,81	292
0,45	17,46	3,66	219
0,30	14,29	2,74	113
0,25	12,70	2,74	85,73
0,20	12,70	2,74	66,22
0,15	11,11	2,74	44,91
0,10	9,52	2,74	26,31
0,08	9,52	2,74	18,14
0,05	9,52	1,83	10

## PIEZAS ESPECIALES.

NOMBRE DE LA PIEZA.	Diámetro en metros.	Longitud del tubo principal en metros.	Longitud del empalme en metros.	Peso de cada pieza en kilogramos.
Bifurcaciones. . . .	0,61×0,45	1,93	1,25	763,40
	0,45×0,45			
	0,45×0,30	1,95	1,35	621,50
	0,45×0,25	1,95	1,45	683,56
	0,45×0,20	1,96	1,46	621,42
	0,45×0,15	1,93	1,50	611,42
	0,30×0,25	1,40	0,93	330,21
	0,30×0,20	1,41	0,98	279,41
	0,30×0,15	1,41	0,88	256,28
	0,25×0,25	1,22	0,88	279,41
	0,25×0,20	1,22	0,95	225,44
	0,25×0,15	1,42	0,80	220,40
	0,20×0,20	1,12	0,80	190,51
	0,20×0,15	1,10	0,80	141,97
	0,15×0,15	1,06	0,76	112,94
	0,15×0,10	1,06	0,76	84,00
	0,10×0,10	0,97	0,70	45,54
0,08×0,08	0,80	0,70	30,46	
Tubos cónicos. . . .	0,45 á 0,30	0,96	»	238,14
	0,45 á 0,25	0,97	»	215,90
	0,30 á 0,25	0,96	»	128,50

NOMBRE DE LA PIEZA.	Diámetro en metros.	Longitud del tubo principal en metros.	Longitud del empalme en metros.	Peso de cada pieza en kilogramos.
Tubos cónicos . . . .	0,25 á 0,20	0,95	»	97,50
	0,20 á 0,15	0,96	»	78,47
	0,15 á 0,10	0,99	»	65,32
	0,10 á 0,08	0,90	»	28,58
Piezas curvas de 45° ó sea de $\frac{1}{8}$ de circunferencia. . . .	0,45	1,00	»	283,50
	0,30	0,92	»	180,53
	0,25	0,95	»	104,78
	0,20	0,91	»	79,40
	0,15	0,81	»	53,98
	0,10	0,87	»	29,94
Piezas curvas de 22 $\frac{1}{2}$ ° ó sea $\frac{1}{16}$ de circunferencia. . . .	0,08	0,75	»	24,00
	0,45	0,62	»	197,51
	0,30	0,49	»	100,70
	0,25	0,52	»	80,74
	0,20	0,55	»	58,06
	0,15	0,51	»	39,00
Tubos para bocas de riego é incendio..	0,10	0,57	»	22,23
	0,08	0,47	»	15,42
	0,45×0,08	1,46	0,32	393,72
	0,30×0,08	1,25	0,25	206,39
	0,25×0,08	1,10	0,23	152,41
	0,20×0,08	1,10	0,21	109,32
Tubos para la colocacion de las ventosas. . . . .	0,15×0,08	1,12	0,17	81,19
	0,10×0,08	1,13	0,16	43,09
	0,08×0,08	0,75	0,10	30,84
	0,45	1,58	»	584,68
	0,30	1,59	»	306,17
	0,25	1,60	»	248,58
Tubos para hacer los desagües. . . . .	0,20	1,61	»	200,94
	0,15	1,61	»	151,00
	0,10	1,60	»	83,46
	0,45×0,10	0,98	0,25	349,27
	0,30×0,10	0,98	0,21	222,74
	0,25×0,10	0,99	0,25	196,86
Manguitos. . . . .	0,20×0,10	1,00	0,21	142,88
	0,15×0,10	1,00	0,17	134,71
	0,10×0,10	1,04	0,15	68,04
	0,61	»	»	248,45
	0,45	»	»	201,74
	0,30	»	»	103,50

NOMBRE DE LA PIEZA.	Diámetro en metros.	Longitud del tubo principal en metros.	Longitud del empalme en metros.	Peso de cada pieza en kilogramos.
Manguitos.. . . .	0,25	»	»	70,12
	0,20	»	»	53,47
	0,15	»	»	28,00
	0,10	»	»	18,77
	0,08	»	»	13,00
Tubos de brida. . .	0,45	1,80	»	527,10
	0,30	1,80	»	281,23
	0,25	1,50	»	260,36
	0,20	1,80	»	192,32
	0,15	1,88	»	116,12
Tubos abocinados para los desagües	0,10	1,80	»	57,60
	0,10	0,81	»	34,74
Bifurcaciones en forma de Y. . . . .	0,15	0,90	»	115,00
	0,10	0,90	»	52,00
	0,08	0,80	»	31,00

Los tubos de los sifones, así como los de 0<sup>m</sup>,45 de diámetro de las cañerías de distribución, se han ensayado en la prensa con todas las precauciones necesarias, ántes de colocarlos en obra, sometiénolos además de la prueba de presión á la del choque con un martillo.

Sobre este particular ya indicamos nuestra opinión, y es que los tubos no deben probarse á mayores presiones que las que han de aguantar cuando estén colocados; sin embargo, en el art. 19 del pliego de condiciones relativo á los sifones, se manifiesta que si el ingeniero Inspector del Gobierno quisiera ensayarlos á la presión de 12 y 15 atmósferas respectivamente, los de 0<sup>m</sup>,019 y 0<sup>m</sup>,025 de espesor, se someterían á estas pruebas, como efectivamente se hizo así. En cuanto á los tubos de las cañerías de las calles, como las cargas máximas á que están expuestos son

Los de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro á. . . . . 23 metros.

» 0<sup>m</sup>,45 » á. . . . . 28 »

se han ensayado todos á cinco atmósferas, y después de ocho años que están funcionando, sólo dos tubos se han roto, uno al prin-

cipio de la calle de la Princesa, y otro en la Porvera, ambos de 0<sup>m</sup>,25 de diámetro, debido sin duda alguna á un golpe que recibieron despues de colocados.

El ensayo ó prueba del choque, se ha hecho golpeando los tubos con un martillo cuando estaban en la prensa, á fin de reconocer si tenian algun defecto; á esta operacion hemos dado siempre la preferencia, pero exige mucha práctica para conocer por la clase de sonido el estado del tubo. Los de diámetros menores de 0<sup>m</sup>,45 sólo se han ensayado con el martillo, para reconocer si estaban rotos, pues con los espesores dados en la fundicion, resisten cargas enormes. En efecto, la siguiente tabla indica la carga permanente á que pueden estar sometidos los tubos y que se emplea siempre en la práctica, como resultado de las experiencias hechas, pudiendo probarse con doble carga.

Diámetro de los tubos.	Espesores en milímetros.	Carga de agua en metros á que pueden someterse.
0,61	19,00	110
»	25,00	150
0,45	17,46	140
0,30	14,29	180
0,25	12,70	180
0,20	12,70	225
0,15	11,11	225
0,10	9,52	340
0,08	9,52	400

En este cuadro se observa la progresion tan rápida con que aumenta la resistencia á medida que disminuye el diámetro, por lo cual sería inútil ensayar los tubos pequeños respecto á la presion.

El aparato empleado para la prueba ó ensayo ha sido el que se usa generalmente, con ligeras modificaciones apropiadas á la localidad, y á las circunstancias con que ha sido preciso hacer esta importante operacion; está representado en la lám. 10. Se com-

pone de tres platillos de hierro forjado A, B, los dos primeros fijos y el tercero movable á lo largo de unas barras cilíndricas *a, a*, que sirven de guías y permiten que se aproxime ó se aleje el B, permaneciendo siempre en posición paralela, y cuya separación total es de 4<sup>m</sup>,20. Estos platillos se apoyan en un bastidor de fundición *b c*, colocado sobre unas piezas de madera, y éstas en la obra de mampostería ó ladrillo que sirve de asiento ó fundaciones, para que el aparato tenga una posición fija é invariable, formando además un foso EE. Unido al platillo A, hay un cuerpo de bomba C lo mismo que el empleado en las prensas hidráulicas, á fin de que cuando funcione, pueda producir la presión de agua que se necesite, marcándose ésta en atmósferas en un manómetro de cuadrante M. Para que el platillo B pueda moverse con facilidad, se apoya en su parte inferior y está sostenido por unos rodillos que giran y ruedan sobre el bastidor *b c*, y en su interior hay practicado un agujero *dd*, con varios orificios horizontales *e, e, e*, que termina en un grifo *f*, cuyo servicio indicaremos luégo; el movimiento se hace por medio de un tornillo *g*, que avanza haciendo girar el volante ó rueda *hh* y empujando el platillo B, guiado por las barras *aa*.

Apoyados en el bastidor *bc*, se han establecido rodillos *i, i, i*, de madera muy dura, y de la forma indicada en la figura, para sostener los tubos cuando se están probando, y por último, para llenar éstos de agua se construyó un pequeño depósito F, en comunicación con el cuerpo de bomba C y con el platillo A, por medio de la cañería *lmn*.

Dispuesto así el aparato, la prueba de los tubos de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro y 3<sup>m</sup>,81 de longitud total, se hizo de la manera siguiente: Desde el sitio donde estaban depositados se rodaban sobre dos largueros de madera dura, dispuestos en forma de carriles *oo*, hasta aproximarlos á la máquina de ensayo, haciendo entrar en ella el más próximo, y apoyándole en los rodillos *iii*, tomando la posición representada en la figura con línea de trazos; en seguida se ponían en sus extremos las dos roldanas de cáñamo y estopa engrasadas *pp*, para llenar y ajustar bien los espacios com-

prendidos entre las bocas del tubo y los platillos, y en este estado por medio del volante *h* y el tornillo *g* se apretaba fuertemente el platillo B, cuanto permitia la elasticidad de los anillos de cáñamo *pp*, en cuya operacion se empleaban tres ó cuatro hombres; preparado el tubo de este modo, se abria la llave *q* de comunicacion con el depósito F, y se empezaba á llenar de agua el tubo, saliendo el aire sucesivamente por los orificios *eee*, el conducto *d* y el grifo *f*, dejando éste abierto hasta que salia agua sin mezcla alguna de aire, lo que indicaba que el tubo estaba completamente lleno; entónces se cerraba este grifo haciendo funcionar inmediatamente la bomba C, que por el tubo impelente *s* transmitia la presion al interior, marcándola en el manómetro M; á las muy pocas oscilaciones de la palanca *t* que movia el émbolo de la bomba, la presion subia á 12, 15 y 20 atmósferas, pero al menor escape de agua entre las roldanas *pp* y el tubo, descendia el manómetro, lo que obligaba á estar constantemente sobre la palanca *t*. Miéntras el tubo estaba sometido á la presion ó carga de prueba, se hacia el ensayo del martillo golpeándole en toda la longitud en su parte superior é inferior y los costados, hasta asegurarse de su completa resistencia. Terminada esta operacion, que segun lo prevenido en el art. 17 del pliego de condiciones debia durar cinco minutos, se abria el grifo *f*, é instantáneamente descendia la presion, poniéndose el agua en el interior del tubo á la debida solamente á la altura del depósito F; en seguida se cerraba la llave *q* y se aflojaba el platillo B, saliendo el agua por entre las bocas del tubo y las roldanas *pp* y cayendo al foso EE.

Cuando el depósito F puede estar alimentado directamente por una corriente, el agua empleada en las pruebas se deja perder por el foso EE; pero en este caso era preciso aprovecharla, puesto que cada tubo tiene un volúmen de 1,12 metros y con las pérdidas el gasto se elevaba á 1,30 metros cúbicos; así, pues, se dispuso el aparato de la manera siguiente: Del foso E pasaba el agua por una cañería *x* á un pequeño receptáculo hecho de ladrillo G, y por medio de una bomba centrífuga H, movida por una locomóvil L, se elevaba al depósito F. Como el ensayo de cada tubo,

comprendidas todas las operaciones accesorias, duraba diez minutos, y el depósito F no contenía más que 2,50 metros cúbicos, era preciso reponerle constantemente, por lo cual al empezar el ensayo, se encendía la locomóvil, haciéndola funcionar para tener siempre agua suficiente. Así se consiguió llegar á ensayar hasta 80 tubos diarios.

---

Todas las cañerías se han colocado á la profundidad, por lo menos, de un metro debajo del pavimento de las calles, llegando en algunos casos hasta dos metros, por las dificultades que se han encontrado, efecto de lo mal dispuesto que se halla el alcantarillado; hecho éste sin obedecer á criterio de ninguna especie, las rasantes se hallan tan mal establecidas, que en muchos casos ha sido preciso variar largos trozos de alcantarillas, para poder colocar bien los tubos. En la calle de Francos, por donde tenía que pasar la cañería de primer orden, se hizo completamente nueva la alcantarilla, no sin presentar algunas dificultades, por lo estrecha que es la calle, y tener que construir aquélla sin cortar las aguas de la antigua; pero la disposición adoptada fué emprender su ejecución por la parte inferior desde la plaza de Plateros, á fin de ir utilizando la nueva obra á medida que iba avanzando, destruyendo la antigua por trozos. La sección trasversal y disposición dada á los tubos se ha representado en la lámina 10.

## CAPÍTULO II.

**Llaves, ventosas, bocas de riego é incendio y fuentes.**

Todo sistema de distribución de aguas exige, que para hacer una reparación, establecer una nueva toma ó empalmar una cañería, pueda interrumpirse la comunicación, aislando por completo aquella en que quiere operarse, lo que se consigue por medio de llaves de suspensión, colocadas en la proximidad de los

empalmes ó uniones de unas cañerías con otras y del mismo diámetro de éstas, para no entorpecer el paso del agua.

Es además indispensable cuando se ha interrumpido el servicio y están aisladas las cañerías, poderlas desagüar, para lo cual en los puntos más bajos se colocan piezas especiales como las dibujadas en la lámina 9.<sup>a</sup>, y en el tubo de desagüe, una llave que permita, cuando esté abierta, dar salida al agua; dicho tubo se dirige al punto más próximo de la alcantarilla de la calle donde está establecida la cañería. En la distribución de Jerez, como se han puesto bocas de riego é incendios, repartidas casi uniformemente en toda la población, sirven para vaciar las cañerías, reemplazando á los desagües, con lo cual, además de la economía de llaves, tiene la ventaja de disminuir los accesorios de la distribución, haciendo más sencillo el servicio que desempeñan los empleados afectos á él. Cuando se cierran las llaves de comunicación y se aísla una cañería, donde trata de hacerse alguna operación, se abre la boca de riego más baja, lo cual, con el plano de las curvas de nivel se ve desde luego; entónces el agua sale por ella y corre sobre el pavimento de la calle, no quedando más líquido en la cañería, que el inferior al plano horizontal que pasa por la boca de riego, que no perjudica para las operaciones que haya que ejecutar.

Con respecto á las llaves de comunicación y de desagüe, entre los varios sistemas que se han empleado en otras partes, hemos adoptado los dos que vamos á describir y que denominaremos llaves cónicas y llaves de compuerta; las primeras sólo se emplean hasta el diámetro de 0<sup>m</sup>,08, y las segundas para los superiores á éste inclusive; los otros sistemas necesitan que la práctica confirme las ventajas que se les supone, sobre todo cuando el usado en Jerez está dando tan buenos resultados en Inglaterra y su construcción nada deja que desear, especialmente las llaves que salen de los magníficos talleres establecidos en Lóndres á orillas del Támesis, de los Sres. Simpson y Compañía, donde se han adquirido las nuestras. En este concepto, si bien es muy conveniente, lo mismo respecto al sistema de juntas de los tubos

que á las llaves de comunicacion, hacer ensayos y experiencias sobre nuevos modelos hubiese sido muy arriesgado adoptarlos desde luégo, sin que la observacion de muchos años confirme sus ventajas y su seguridad, para no exponerse á tener interrupciones, que son siempre muy perjudiciales en un servicio de esta clase cuando está ya organizado.

*Llaves cónicas.* Estas se hacen todas de bronce, compuestas de un tronco de cono atravesado de un agujero cilíndrico, cuyo eje es perpendicular al de la llave y del mismo diámetro del tubo en que está colocada. Este tronco de cono puede girar alrededor de su eje, y en una envolvente que forma el cuerpo de la llave; para hacerle girar lleva en su parte superior una espiga cuadrada donde entra la extremidad de una llave comun, con la cual se manobra la cónica. Este sistema es tan conocido y está tan generalizado hasta en los usos particulares, que nos excusa entrar en otros detalles.

*Llaves de compuerta.* Estas son lo mismo que las empleadas en los sifones y representadas en la lámina 4.<sup>a</sup> para los diámetros 0<sup>m</sup>,61 y 0<sup>m</sup>,15, cuya disposicion general no varía. Se componen de una pieza circular de bronce, en forma de cuña, que constituye la compuerta, la cual se aplica en dos anillos tambien de bronce, soldados á la parte inferior de la llave y sobre los cuales desliza la compuerta, que ajusta con toda precision por estar ambas caras perfectamente cepilladas.

Esta pieza se eleva ó desciende, para dar libre paso al agua de la cañería ó interrumpir la comunicacion; el movimiento le recibe de un tornillo ó rosca vertical, tambien de bronce, que engrana en una tuerca fija á la misma compuerta; al hacer girar el tornillo, que no puede moverse más que alrededor de su eje, avanza en él la tuerca, arrastrando consigo la compuerta á la que está unida y acomodándose en la parte superior. Este sencillo mecanismo está contenido en una caja de fundicion, atravesada en su mitad inferior por un trozo de tubo con dos enchufes ó bridas en sus extremos, para unirse á las cañerías. El tornillo ó rosca se prolonga hasta la parte superior de la llave, que atraviesa por me-

dio de una caja de estopas para impedir la salida del agua; termina en una espiga de seccion cuadrada, que sirve de macho á una llave comun ó á una palanca para hacer subir ó bajar la compuerta, y por lo tanto abrir ó cerrar la comunicacion.

La colocacion de las llaves de suspension y de desagüe está desde luégo determinada; las primeras en los puntos de encuentro de las cañerías, puesto que el objeto es aislarlas cuando sea necesario, y las segundas en los puntos más bajos, como se ha indicado en el plano general; tanto unas como otras quedan enterradas completamente sin necesidad de registro, poniendo únicamente una caja de hierro (lámina 6.<sup>a</sup>), colocada en una losa, que permite meter la llave de forma de cruz, para abrir y cerrar cuando sea necesario.

Así, pues, el número de llaves establecidas para llenar las condiciones anteriores, ha sido:

- 7 de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro en la cámara del Depósito y en los tubos de entrada.
- 4 de 0<sup>m</sup>,45 en la plaza de Santiago, en la de Plateros, en la de la Constitucion y en el encuentro de las calles Honda y de Santa María.
- 8 de 0<sup>m</sup>,30 para las dos cañerías generales de segundo orden.
- 6 de 0<sup>m</sup>,25.
- 15 de 0<sup>m</sup>,20.
- 25 de 0<sup>m</sup>,15.
- 160 de 0<sup>m</sup>,10, incluyendo las de desagüe.
- 40 de 0<sup>m</sup>,08.

---

- 265 en total.

#### VENTOSAS.

Las ventosas, cuyo objeto es dar salida al aire que se acumula en las partes altas de las cañerías al llenarlas de agua, se han empleado de dos sistemas: ó del empleado en los sifones, es decir, que pueden obrar por sí mismas, ó una simple llave cónica que se abre mientras se está cargando la cañería, hasta dar completa salida al aire; pero aún con preferencia á la llave cónica

puede emplearse el que se ha presentado en la figura de la lámina 6.<sup>a</sup>, que consiste en un anillo de bronce A, con rosca, colocado en la parte superior del tubo. En el interior está atornillada una pieza B también de bronce, que en su parte inferior tiene un orificio *a, b, c*, y en la superior una espiga *d*, de sección cuadrada para introducir una llave común y poder abrir la ventosa. Cuando se carga la cañería, el aire se va acumulando en su parte superior ó más alta, y entonces se hace girar la pieza B hasta que el orificio *c* quede descubierto, estableciéndose la comunicación entre el interior y exterior del tubo, y permitiendo, por lo tanto, la salida del aire, que tendrá lugar mientras la cañería no esté completamente llena y salga el agua por el orificio *c*; cuando esto tenga lugar, se hace girar la pieza B en sentido contrario y queda cerrada la ventosa. Para dejar libre la espiga *d* se cubre con una caja de fundición representada en la misma lámina, cuya caja es enteramente igual á las que se han empleado para cubrir las llaves.

Todos estos sistemas de ventosas exigen algún cuidado; las primeras, áun cuando obran por sí mismas, sin embargo hay que examinarlas y limpiarlas para que la esfera de madera no se adhiera demasiado á la roldana de gutapercha, pues entonces no funcionarían con regularidad, y las segundas exigen una maniobra cuando van á llenarse las cañerías. En el caso que la presión no es muy grande, como ha sucedido en una de las inflexiones del sifón del Albaladejo, se ha colocado un tubo de 0<sup>m</sup>,10 de diámetro, de 4<sup>m</sup>,50 de altura (lámina 6.<sup>a</sup>), que hemos denominado ventosa natural, puesto que no es más que la terminación de un tubo comunicante, y á donde subirá el agua á la misma altura que tiene en la casilla de entrada del sifón. Como este tubo quedaría expuesto en el sitio que se encuentra á que pudieran romperlo, se ha preservado con una torrecilla representada en la figura de la misma lámina.

Cuando se colocan estas ventosas en las cañerías de distribución, la columna de agua encerrada en el tubo está oscilando continuamente y marcando las variaciones que experimenta la pre-

sion del agua, segun el mayor ó menor consumo de la poblacion; entónces sirve de tubo piezométrico, y para poder observar estas variaciones se agrega un tubo de cristal en comunicacion con el de hierro, como se representa en la figura, y para preservarle se puede cubrir con una puertecilla de chapa de hierro. En la distribucion de Jerez, como toda la poblacion está á media ladera, no hay un sitio donde pueda establecerse este tubo; pero habiamos pensado prolongar la cañería de la calle Empedrada y plaza de Orellana, hasta el barrio nuevo de Vallesquillo (lámina 7.<sup>a</sup>), y en la inmediacion del sitio llamado *El Molino de Viento*, que despues del Depósito es el punto más alto de la poblacion, establecer una ventosa natural, formando así un tubo comunicante de más de 3 kilómetros de longitud, que sería precisamente la cañería central de primer orden.

#### BOCAS DE RIEGO É INCENDIO.

Estos aparatos son, no sólo de gran utilidad, sino indispensables en una poblacion bien surtida de aguas; pues ademas de la limpieza y aseo de las calles, así como de la frescura que da el riego en el verano y lo que mejora el arbolado, prestan el inmenso servicio de la pronta extincion de los incendios, cuyo beneficio sólo puede apreciarse, donde están ya establecidos estos poderosos recursos y ha habido ocasion de aplicarlos, como ha sucedido en Jerez. El número y la distribucion de las bocas de incendio depende de la presion que se disponga en las cañerías de cada calle, á fin de que el alcance sea tal, que no solamente el agua domine el edificio en toda su altura, sino que haya abundancia de aquélla alrededor de la manzana en que ocurra el incendio, para poder disponer de dos ó tres mangas cuando ménos; bajo esta base se han establecido de modo que disten entre sí de 50 á 70 metros, es decir, que el agua pueda alcanzar 30 metros próximamente alrededor de cada boca.

En el modelo adoptado (lámina 9.<sup>a</sup>) se ha procurado combinar los dos objetos, de riego de calles y arbolado y servicio de incendios. Consiste en una caja de fundicion A B, que en su parte in-

ferior tiene una boquilla con brida *dd* para unirse á los tubos que han de poner en comunicacion la boca de riego con la cañería de la calle ; en esta misma boquilla hay una válvula *a* que se puede abrir y cerrar por medio de la espiga C, con su caja de estopas, lo mismo que en las llaves que hemos descrito, para dejar entrar el agua en la caja A B ; en la tapa de ésta hay un orificio *b*, donde se coloca y ajusta la parte inferior de un tubo D, que en el otro extremo lleva una ó dos mangas. El aparato se cubre con una caja de fundicion, cuya tapa queda al nivel del pavimento de la calle para no entorpecer el tránsito público. Para el riego de las calles se puede colocar un tubo de ménos altura, y de consiguiente más manejable, con una sola manga sujeta á su extremo y más corta que las de incendio.

Este modelo, con alguna ligera modificacion, es el que se emplea en Inglaterra, y que al adoptarle le hemos considerado preferible al usado en otras partes, pues su sencillez es tal, que una vez bien establecidas las bocas de riego, no están sujetas á descomposiciones, cuestion muy importante teniendo que hacer de ellas un uso tan continuo. Su manera de funcionar es la siguiente: se empieza abriendo la tapa de fundicion con la pequeña llave *e*; se ajusta el tubo D y en seguida la manga; y cuando esto se ha verificado, con la llave en forma de cruz E, se hace girar la espiga C; la presion del agua levanta por sí misma la válvula *a* y pasa á *b*; llena el tubo D y la comunica á la manga G y la lanzadera F.

Para colocar estos aparatos en el interior de las bodegas, donde hay materias combustibles para la fabricacion de los toneles, así como en los alambiques y demas establecimientos expuestos á incendios, se ha modificado este modelo, conservando su mecanismo y disposicion interior; pero arreglándole de manera que se pueda fijar en la pared ó muro de los edificios y que se abra casi instantáneamente ; esto se ha conseguido sustituyendo á la llave de cruz un pequeño volante A (lámina 9.<sup>a</sup>) que permite dejar al momento libre la válvula *a* y dar paso al agua; la manga se atornilla directamente á la rosca *b* sin el intermedio del tubo D,

de las bocas de las calles. Con estas ligeras modificaciones, que la sola inspeccion de la figura hace comprender, se han dispuesto estos aparatos dentro de los edificios, y para mayor celeridad la manga puede estar atornillada y preparada desde luego; en el momento en que se presente un incendio, cualquiera de los empleados la suelta, da dos ó tres vueltas al volante A y se tiene funcionando inmediatamente el aparato, pudiendo dirigir la lanzadera al punto conveniente.

#### FUENTES.

Las fuentes públicas y de vecindad establecidas en Jerez han sido de los modelos comunes, de uno ó de cuatro caños, segun los barrios en que se han puesto, pero como la distribucion á domicilio se ha extendido hasta las casas más modestas de las calles extremas de la poblacion, las fuentes públicas y de vecindad han perdido su importancia. Con respecto á las de adorno, hasta ahora sólo se han hecho en el Hospital, en algunas casas y jardines particulares y la del centro de la plaza de la Constitucion, donde se han utilizado parte de las cañerías y surtidores que se emplearon en la fuente provisional de la inauguracion.

Describirémos ésta ligeramente, por dejar consignado el hecho tan notable de encontrarse de repente una poblacion como Jerez, dotada hasta entónces de mala y escasísima agua, con 149 hermosos surtidores en medio de su plaza principal, elevándose los del centro 25 metros sobre el pavimento, y consumiendo de 10 á 12.000 metros cúbicos de agua pura, fresca y cristalina cada 24 horas y en la estacion más calurosa.

La disposicion general de esta fuente provisional, que más bien pudo llamarse exposicion de agua durante cuatro meses, se ha representado en la lámina 11, y se componia de tres pilones de ladrillo casi tangentes, el del centro de 18 metros de diámetro, y de 14 cada uno de los laterales, aproximándose así á la forma general de la plaza; en la union de los pilones se establecieron dos cascadas de 2<sup>m</sup>,50 de ancho y 0<sup>m</sup>,50 de caida, que es la

diferencia de alturas que se dió á la coronacion de los muros de ladrillo que formaban los estanques.

En el centro del pilon se colocó una pieza de fundicion de la forma A, con tres orificios *a* de 0,02 de diámetro, que constituian á la vista un solo surtidor, con lo cual se consiguió que el agua tomase mayor altura; esta pieza A termina en su parte inferior por un tubo B de 0<sup>m</sup>,25 de diámetro, enlazado con la cañería general de 0<sup>m</sup>,45 que pasa por la misma plaza. Concéntrica con la pieza A se colocó una rueda DD compuesta de ocho tubos de brida, de 0<sup>m</sup>,15 de diámetro con 96 boquillas de metal inclinadas 80°, que forman 96 chorros *b* de 0<sup>m</sup>,08 de diámetro, y alimentada esta rueda por dos cañerías E del mismo diámetro de 0<sup>m</sup>,15. Exteriormente se estableció una segunda rueda de 16 metros de diámetro, con tubos de 0<sup>m</sup>,10 y 16 piezas F, cada una con dos boquillas *c* de forma rectangular de 0<sup>m</sup>,02 por 0,05, inclinadas 33°, alimentadas por dos cañerías de 0<sup>m</sup>,10.

En los estanques laterales se puso una pieza G en el centro de cada uno, con un surtidor central *g* de 0<sup>m</sup>,01, y 8 boquillas *h* de seccion rectangular de 0<sup>m</sup>,01 por 0<sup>m</sup>,04, surtida cada una de estas fuentes por una cañería de 0<sup>m</sup>,15 de diámetro en comunicacion con la de 0<sup>m</sup>,25.

Con las cañerías dispuestas como se acaba de indicar, se pueden producir 149 surtidores ó chorros, y por medio de las ocho llaves dar agua aisladamente á las piezas del centro y á las ruedas. Se consiguió que los surtidores del centro *a a* llegasen á tomar la altura de 25 metros (1), estableciendo la comunicacion directa

---

(1) El surtidor quizá más notable que existe es el de la *Emperor Fountain*, en Chatewoith (Inglaterra), que se eleva á 280 piés ingleses (85,34 metros) y está surtido de un depósito natural formado en un pliegue de las montañas de gran extension, 3<sup>m</sup>,50 de profundidad media y retenida el agua por una presa de 4 metros de altura. El nivel del depósito ó pantano está sobre la fuente 381 piés (116<sup>m</sup>,13) y el agua se conduce por una cañería de fundicion de 850 metros de longitud, 0<sup>m</sup>,38 de diámetro, y de espesores variables desde 0<sup>m</sup>,019 que tienen los tubos á la salida del depósito hasta 0,038 en la boquilla del surtidor. Las juntas de los tubos son de enchufe y cordon muy reforzadas y perfectamente rebatidas.

de la fuente, no sólo con el Depósito, sino con el sifon del Albaladejo, por medio de la cañería de la calle de Santa María (lámina 7.<sup>a</sup>), de suerte que estaba alimentada por la general que venía de la calle de Francos y el Consistorio y por el acueducto; así es que cuando se hacía este segundo enlace, el consumo llegó á ser de 12.000 metros cúbicos cada 24 horas (1) ó 9 metros cúbicos por minuto, próximamente.

Las piezas especiales de fundicion, así como las boquillas de bronce, se construyeron en la fábrica de los Sres. Simpson y Compañía, de Lóndres, y están hechas con tal perfeccion, que bien establecidas, salen los surtidores y chorros de agua con gran regularidad y perfectamente limpios.

### CAPÍTULO III.

#### Mecanismos empleados en la distribución á domicilio.

La clase de aparatos y mecanismos necesarios para distribuir el agua á los particulares, depende del sistema que se haya se-

---

(1) Las fuentes del palacio de cristal de Sidhenam, en Lóndres, se componen de dos series: la superior tiene seis estanques ademas del circular del centro. El sistema general de fuentes en dias de *grandes aguas* tiene 11.788 chorros y surtidores, que consumen 120.000 gallones por minuto (545,16 metros cúbicos), y el consumo de agua en un dia de gran festividad es de 6 millones de gallones (27.258 metros cúbicos). El diámetro del estanque de la gran fuente central es de 60 metros, y los surtidores de ella se elevan 46 metros.

Las dos grandes fuentes del sistema inferior tienen 240 metros de longitud, y la parte semicircular del centro, 142,50 metros de diámetro. Los surtidores del centro forman cada uno una columna compuesta de 50 chorros verticales de 0<sup>m</sup>,05 de diámetro cada uno, y cuando no hay viento, llegan á la altura de 61 metros. El agua viene de las dos torres de hierro establecidas á los costados del palacio, que tienen 86<sup>m</sup>,5 de altura sobre el pavimento, y éste 12 metros sobre las fuentes, y se eleva el agua á los depósitos de las torres por medio de máquinas de vapor de 320 caballos de fuerza, que la toman de un pozo artesiano abierto en la inmediacion, á la profundidad de 175 metros. Este pozo da 4.500 metros cúbicos de agua por semana, al cual se agrega parte de una conduccion que pasa muy cerca, explotada por una Compañía. Los tubos que conducen el agua desde los depósitos á las fuentes son de 0<sup>m</sup>,91 de diámetro, tienen un desarrollo de 16,5 kilómetros, y pesan 4.000 toneladas.

guido para suministrar aquélla, y ántes de entrar en la descripción de lo ejecutado en Jerez, conviene exponer algunas consideraciones generales, relativas á dichos sistemas.

El suministro de agua á los particulares puede hacerse de un modo intermitente ó continuo; en el primer caso, la Empresa concesionaria, por medio de sus agentes, dispone cómo se han de abrir las llaves que comunican el depósito general y las cañerías de las calles, para dejar correr el agua durante un cierto tiempo en cada casa (1); esto exige que el particular tenga un sitio preparado para recibir la de su dotacion, es decir, la que ha de consumir durante el dia, ó sea en el trascurso de tiempo que media desde que la Compañía ha abierto las llaves hasta que vuelva á verificarlo, y que el empleado encargado de este servicio las tenga abiertas todo el tiempo necesario para que pase la cantidad de agua concedida, ya sea que el depósito del particular esté lleno ó vacío. Este sistema tiene muchos inconvenientes: exige, en primer lugar, un depósito en cada casa y en el punto más elevado, lo que ademas de ser costoso está sujeto á continuas reparaciones, pierde el líquido su temperatura natural, ya en aumento ó en disminucion, se necesita un personal numeroso para abrir y cerrar todas las llaves en un corto número de horas, y por último, hay un gran desperdicio de agua sin beneficio del particular, pues que éste la consume ó no, se le suministra diariamente la misma cantidad, perdiéndose el sobrante sin aprovechamiento de nadie.

En el segundo sistema de distribucion, ó sea el continuo, el particular tiene siempre á su disposicion un caño, que está en comunicacion directa con la cañería principal, y puede, por lo tanto, tomar el agua siempre que quiera; pero es preciso conocer la cantidad que consume, ya sea medida directamente ó en virtud de un convenio; esto se consigue por los tres medios siguientes:

- 1.º Por el establecimiento de un contador.
- 2.º Por cantidad y volúmen determinado con llave de aforo.

---

(1) Sistema empleado por algunas de las Compañías que abastecen á Londres.

3.º Por valuacion alzada á caño libre.

El primer medio es indudablemente el que presentaria mayores ventajas siempre que se dispusiera de un aparato sencillo, de fácil instalacion, económico, y que marcasse con exactitud el volumen de agua que pasase en un tiempo dado, pues aceptada una tarifa, tanto el consumidor como la Compañía, pagaria el primero y ésta recibiria, el valor exacto del servicio prestado, ademas de disponer del agua en los momentos y en la cantidad que la necesitase; pero los contadores, si bien hoy se han perfeccionado, dejan todavía bastante que desear, sobre todo para pequeñas cantidades.

Varios sistemas se han ideado, y de ellos adquirimos los más notables para su aplicacion á Jerez, ántes de adoptar el que reuniere mayores ventajas haciendo numerosos ensayos, y los dos que consideramos reúnen mejores condiciones son el de Siemens, para pequeñas cantidades de agua, y el de Mr. Kennedy para volúmenes mayores.

El principio en que está fundado éste último es el de la incompresibilidad del agua, y su mecanismo es el siguiente: Se compone (lámina 9.ª) de un cilindro de fundicion A en el cual puede moverse un émbolo B, por efecto de la presion natural del agua; á este cilindro se unen dos tubos C y D; el primero sirve para la comunicacion con la cañería general de la calle, y el segundo para dar el agua al particular.

Cuando ésta pasa por el tubo C, llega á una capacidad E, donde hay practicadas dos ventanillas en forma de sector, que funcionan lo mismo que la caja de correderas en los cilindros de las máquinas de vapor, poniendo así el agua en comunicacion con la parte del cilindro anterior ó posterior al émbolo.

Supongamos, pues, que se encuentre éste en la parte superior, y que se pone el contador en comunicacion con la cañería de la calle; el agua entrará por el tubo C, pasa encima del émbolo B, y por efecto de la presion le empuja, haciéndole descender; pero en este movimiento la varilla F tropieza con una palanca G, que cierra la comunicacion del agua con la parte superior del cilindro

y la establece con la inferior; entónces vuelve el émbolo á elevarse haciendo pasar el agua que hay encima de él al tubo D, cuya comunicacion ha quedado libre; en este segundo movimiento se verifica lo mismo que en el primero el cambio de entrada del agua, pasando otro nuevo volúmen al tubo D, y de consiguiente á la cañería del particular. El movimiento rectilíneo alternativo de la varilla F se cambia en circular continuo, por medio de una pequeña rueda R que engrana con dicha varilla, que está dentada; la rueda trasmite el movimiento á un pequeño rodaje como en los aparatos de relojería, para señalar en varios cuadrantes colocados en la parte anterior M del contador, el número de oscilaciones de la varilla F, y como cada una de éstas indica que ha pasado un volúmen de agua igual al del cilindro, poniendo este volúmen en relacion con la numeracion de los cuadrantes, se marcarán con una aguja litros, hectólitros y metros, ó la unidad que se quiera, lo mismo que en la muestra de un reloj se señalan las horas, minutos y segundos. Como se ve, el mecanismo de este contador es independiente de la presion del agua, puesto que si ésta es grande, el émbolo se moverá con mayor rapidez, pasarán más cilindros de agua, y señalarán, por consiguiente, más los cuadrantes; pero siempre, sea la que quiera la presion, no hará más indicaciones que las correspondientes al volúmen que pasa. En las repetidas observaciones hechas en los contadores colocados en la distribucion, y algunos de los cuales llevan ya siete años de uso, se encuentra que en general marcan de un 2 á 2  $\frac{1}{2}$  por 100 ménos de agua de la que realmente pasa por el aparato, y la explicacion es sencilla; la parte exterior *mn* del émbolo, que se pone en contacto con la interior del cilindro, se hace de cuero, y al moverse puede dejar pasar una pequeña cantidad de agua de uno á otro lado, sin que influya en el movimiento de la varilla F, que es de quien depende el del rodaje, y de la aguja indicadora del cuadrante; así es que si el émbolo B estuviese tala-drado y permitiese el paso libre del agua de uno á otro lado, ésta entraria por el tubo C, atravesaria el cilindro y el émbolo, pasaria al tubo D, y no marcaria nada el contador. Esto que decimos

en absoluto, iría disminuyendo á medida que se fuese interrumpiendo la comunicacion entre ambas partes del cilindro, hasta hacer el émbolo completamente impermeable; pero con el uso el cuero *mn* se va gastando y permite que pase una pequeña cantidad de agua de uno á otro lado, que no deja indicacion.

Las reparaciones que exigen estos aparatos son pequeñas, pero el gasto de instalacion es aún de importancia, si bien para establecimientos industriales, donde el consumo es muy irregular, necesitándose á ciertas horas y en dias especiales una cantidad grande de agua, miéntras que en el resto del dia el consumo es muy pequeño ó ninguno, la aplicacion del contador de M. Kennedy la encontramos muy conveniente y el sistema más á propósito para estos casos (1).

El cuadro siguiente indica las dimensiones de los contadores de este sistema, que se construyen y se aplican más generalmente.

Número de órden.	Diámetro del tubo de entrada y salida del agua en el contador. — Metros.	Cantidad de agua que puede pasar por hora por el contador en buenas condiciones del mecanismo. — Metros cúbicos.	Coste de un contador y su instalacion. — Reales.
1	0,006	0,250	500
2	0,01	0,450	600
3	0,012	0,675	1000
4	0,02	1,125	1300
5	0,025	1,800	1600
6	0,04	3,400	2200
7	0,05	4,500	2800
8	0,015	8,100	4000
9	0,10	14,400	5200
10	0,125	22,500	7000

(1) Recientemente se ha hecho en Inglaterra una modificacion en este sistema de contadores, descrita en el periódico *The Engineer*; pero no hemos hecho ensayos repetidos sobre este nuevo aparato, para poderle sustituir con ventaja al ya adoptado de Mr. Kennedy.

En el segundo medio de dar el agua por caño continuo, el particular la recibe constantemente por un orificio, que al cabo de veinticuatro horas da la dotacion convenida; como la salida es continua, mientras el particular no la consume de la misma manera, necesita tener un depósito donde la recoja en las horas que no la usa, para aplicarla despues. En este caso una llave de aforo interpuesta en la cañería particular, servirá para graduar la cantidad correspondiente á la dotacion.

El sistema de llaves de aforo usado en la distribucion de Jerez en las primeras tomas que se hicieron, es del mismo modelo que las empleadas en Madrid y en París, con muy ligeras modificaciones, habiéndose construido en este último punto las que se hallan ya colocadas. Consisten en una llave cónica de las comunes (lámina 10), atravesada por un agujero circular en el cual se coloca un pequeño diafragma *b*, con un orificio graduado experimentalmente, para que con la presion de la cañería de la calle donde se establece, pase sólo la cantidad de agua que se quiere; sin más que esta indicacion, se comprende que el orificio debe variar con la presion para que la cantidad de agua sea constante, y de consiguiente, que se necesita calcular una tabla especial para cada localidad.

Esta llave se dispone entre otras dos cónicas tambien *c d*, que sirven para interrumpir la comunicacion con la cañería principal ó con el tubo del particular, aislando así completamente la llave de aforo, para poderla sacar, limpiar y variar el diafragma cuando haya que modificar la dotacion de agua de la finca. Las tres llaves *a c d* están colocadas en una placa metálica, y contenidas en una caja de fundicion, para preservarla de los accidentes que pueda experimentar si se pone en la calle. La llave cónica *d* está al servicio del particular, con el objeto de que pueda cerrarla é interrumpir la comunicacion, en el caso que hubiese una rotura en las cañerías del interior de su finca.

El inconveniente grande de estas llaves de aforo es el ya indicado, de que siendo muy variable la presion en la cañería de la calle, tiene que serlo tambien la cantidad de agua que reciba el

particular, sobre todo cuando en la distribución se establecen bocas de riego y fuentes de vecindad, ú otros servicios que exigen gran consumo en poco tiempo. En efecto, al abrir estas bocas, descende rápidamente la presión en la cañería, y este descenso se hace sensible inmediatamente en todas las llaves de aforo, disminuyendo el volumen de agua á que dan paso. Otro inconveniente cuando es muy grande la presión en la cañería donde se establece un aparato de esta clase, es que teniendo que ser muy pequeño el orificio practicado en el diafragma, puede obstruirse con cualquier arenilla ú objeto que arrastre el agua por pequeño que sea.

Para evitar estos inconvenientes se ha adoptado en la distribución de que nos estamos ocupando otro sistema, fundado en hacer que la presión en el orificio de salida sea constante, y de consiguiente, independiente de las alteraciones que puedan tener lugar en las cañerías. Para conseguirlo se ha establecido un aparato que hemos denominado *Caja de aforo*, y que consiste en una caja de chapa de hierro *abcd* (lámina 10), en la cual entra el agua por su parte superior por un tubo *ef*, en comunicación con la cañería general, y termina en una llave de flotador *gh*, colocada en el interior de la caja; en la parte inferior de ésta hay un ensanche *im*, para poner un diafragma *n* como el de las llaves de aforo; el diámetro del orificio se determina experimentalmente, de manera que con la presión debida á la altura del agua *li* salga por *n* la cantidad de agua que se desea.

La manera de funcionar de estos aparatos es muy sencilla; se colocan encima del depósito donde el particular quiere recibir el agua de su dotación, y por medio del tubo *ef* se establece la comunicación entre la cañería de la calle y la caja; á medida que empieza á pasar el agua, el flotador *h* se pone en movimiento y va graduando la llave *m*, hasta tanto que entre por ella la misma cantidad que sale por el diafragma *n*; entónces se establece por sí mismo el nivel constante *ij*. Si por efecto de las variaciones de presión en la cañería general aumentase la presión en la llave y pasase más agua, el nivel *ij* subiría, y también el

flotador; pero subiendo éste, cierra la llave *m* y disminuye la entrada del agua. Las oscilaciones del nivel *ij* son tan sumamente pequeñas, que no alteran sensiblemente el volúmen de agua que sale por *n*. En las aplicaciones hechas de estas cajas se ha conseguido graduar los orificios de salida con tal precisión, que se ha llegado á obtener un chorro continuo, sumamente delgado, que no produce más que 500 litros cada 24 horas, pues recogido su producto durante muchos días seguidos, se ha encontrado siempre un múltiplo exacto de aquel volúmen.

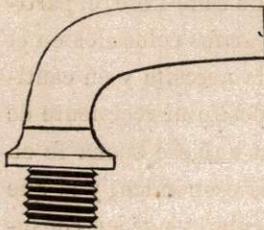
---

Por el tercer medio propuesto, ó sea el de caño libre, el particular puede tomar el agua de uno ó varios grifos colocados en el interior de su finca, en los momentos que la necesita y en cantidad suficiente para no obligarle á tener depósito ni recipiente de ninguna especie; así, pues, este sistema, si hubiese buena fe en los consumidores, es el más cómodo, el más económico, y el que reúne todas las ventajas posibles; los particulares pueden consumir toda el agua que quieren, la tienen con abundancia á las horas que les hace más falta para los usos domésticos; los aparatos de distribución están reducidos á uno ó más grifos en comunicación directa con la cañería general, y por lo tanto se recibe el agua directamente á temperatura agradable, limpia, y en las mismas condiciones que llega de los manantiales.

Como el consumo que hacen los particulares es muy variable, si no hubiese abusos, se obtendría por este medio una gran compensación, y así hemos venido observando en Jerez despues de adoptado y generalizado este sistema, que el consumo total no excede al que correspondería por aforo, pero exige un buen reglamento y mucha vigilancia, para evitar lo que ya ha ocurrido, de pasar el agua de uno á otro vecino, y hasta de una á otra casa por cañerías especiales.

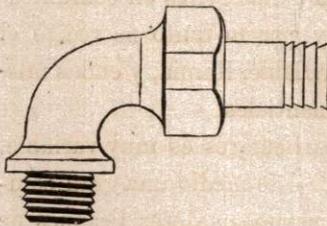
Antes de exponer los sistemas adoptados en Jerez, y que será objeto del capítulo siguiente, indicaremos la manera de hacer las tomas en las cañerías. Cuando el diámetro del tubo para uso del

particular excede de 0<sup>m</sup>,04, se emplean de fundicion y se hace uso de una pieza especial como la de las bocas de riego (lámina 9), con su boquilla, á la cual se unen los primeros tubos de la cañería; pero si el diámetro es menor, se emplean tubos de plomo ó de palastro galvanizado de los diámetros; 0<sup>m</sup>,04, 0<sup>m</sup>,03, 0<sup>m</sup>,025, 0<sup>m</sup>,018 y 0<sup>m</sup>,012, y la toma en la cañería general de la calle se hace de la manera siguiente: Se empieza por desagüar dicha cañería; en seguida, en la parte superior del tubo, con un berbiquí cuya broca tiene el diámetro correspondiente al tubo que va á ponerse, se abre un taladro, de modo que queda formada la rosca en el espesor ó grueso del tubo y se atornilla la pieza de bronce



de la figura adjunta, untando ántes la pequeña rosca con un poco de albayalde ó minio con estopa, para que enlace bien y quede completamente impermeable la junta; al otro extremo de la boquilla ó *pieza de toma* se une el tubo de plomo y se suelda con estaño. Como esta operacion suele ser incómoda, hemos empleado unas boquillas divididas en dos partes, segun el adjunto modelo, y unidas despues por

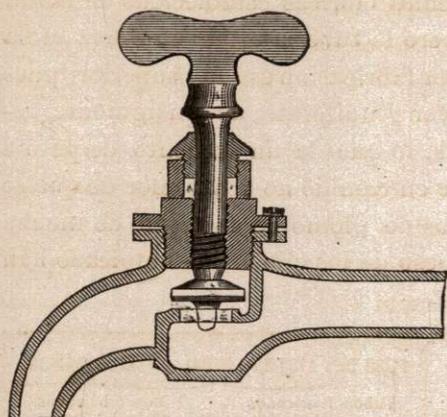
medio de una tuerca, lo cual tiene la ventaja que la primera pieza se atornilla al tubo como en el caso anterior, y á la segunda puede estar ya soldado el tubo de plomo; para unir las basta presentar una frente á la otra y hacer girar la tuerca hasta que queden bien sujetas y formar una sola pieza de toma, como está representada en la figura, ganando en la operacion todo el tiempo que sería preciso emplear en la soldadura del tubo de plomo. Esto es muy importante, pues cuando se hacen tomas en las cañerías generales, lo que interesa es tenerlas el menor tiempo posible sin agua, para no causar ese perjuicio á las otras tomas, sobre todo en el sistema de caño libre en que se quedan las casas sin agua.



la ventaja que la primera pieza se atornilla al tubo como en el caso anterior, y á la segunda puede estar ya soldado el tubo de plomo; para unir las basta presentar una frente á la otra y hacer girar la

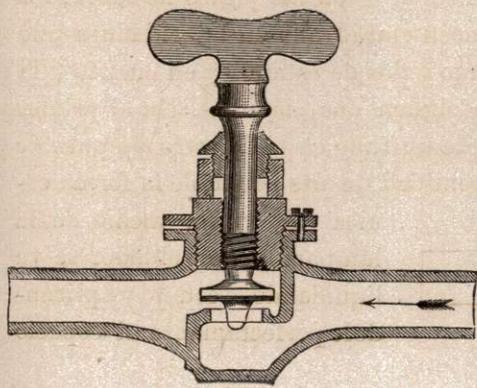
tuerca hasta que queden bien sujetas y formar una sola pieza de toma, como está representada en la figura, ganando en la operacion todo el tiempo que sería preciso emplear en la soldadura del tubo de plomo. Esto es muy importante, pues cuando se hacen tomas en las cañerías generales, lo que interesa es tenerlas el menor tiempo posible sin agua, para no causar ese perjuicio á las otras tomas, sobre todo en el sistema de caño libre en que se quedan las casas sin agua.

Hecha la toma en la cañería de la calle y dirigido el tubo á la finca, se pone la llave de aforo ó el contador, ó bien se deja la cañería libre, terminando directamente en los grifos que han de dar el agua. Para éstos hemos adoptado un sistema uniforme en que sólo varien los diámetros, que son los mismos de las cañerías de 0<sup>m</sup>,04, 0<sup>m</sup>,03, 0<sup>m</sup>,025, 0<sup>m</sup>,018 y 0<sup>m</sup>,12. El modelo adoptado es el representado en la figura ; son todos de bronce de primera



calidad y se manejan haciendo girar su parte superior ; entónces queda libre la válvula, la presión del agua la levanta y pasa de un lado á otro ; cuando se quiere cerrar é impedir la salida , no hay más que girar en sentido contrario, se aprieta la válvula, que tiene un pequeño cuero, se aplica contra la parte inferior

del grifo, é impide el paso del agua. Este sistema tiene la gran ventaja de evitar el fuerte choque que se produce en las cañerías al abrir y cerrar los grifos de repente, puesto que aquí tiene que hacerse con lentitud, obligando á dar varias vueltas ántes de conseguirlo, evitando así la rotura de los tubos de plomo, por gruesos que sean , como tiene lugar en el primer caso.



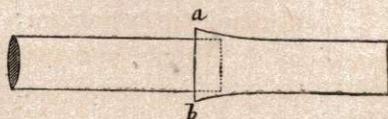
Para poder interrumpir y cortar el agua de una cañería particular, cuando hay que hacer alguna reparacion en el interior de la finca, se coloca á su entrada ó en la proximidad de la toma una llave de paso, del mismo diámetro de la cañería y del modelo aquí representado,

que es del sistema adoptado para los grifos. Cuando se colocan estas llaves hay que tener cuidado de ponerlas de modo que la direccion de la corriente sea la indicada por la flecha, pues si no, en vez de levantarse la válvula, cuando se abre la llave, la presion del agua la oprimiria más y no se conseguiria el objeto.

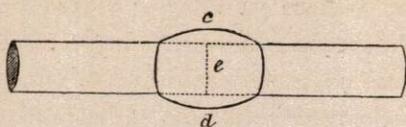
Para la distribucion del agua en el interior de las fincas se han empleado los tubos de plomo, cuya fabricacion se ha generalizado tanto en España, que tenemos fábricas establecidas en Adra, San Sebastian y Barcelona; pero la tubería usada en Jerez se ha hecho venir de Inglaterra, cuya fabricacion es muy superior, pues el espesor de los tubos es mayor y uniforme; de consiguiente, resisten la presion con igualdad, lo que da un aumento de peso á la unidad lineal de tubo; pero en cambio no hay temor de que se rompan las cañerías. Los tubos de plomo se fabrican de mucha longitud: las dimensiones y peso de los que hemos empleado han sido las siguientes:

Diámetro de los tubos en milímetros.	Longitud de los rollos en metros.	PESO DEL METRO LINEAL EN KILÓGRAMOS.	
		Tubos fabricados en España.	Tubos fabricados en Inglaterra.
12	28	1,47	1,85
19	24	2,12	2,75
25	19	2,76	4,06
31	14	5	6,33
38	12	6	7,74

Las uniones de los tubos entre sí ó con las piezas de toma, los grifos y llaves de paso, se hacen empleando en la soldadura una aleacion de una parte de plomo y dos de estaño, y en cuanto á la manera de hacer el enlace se siguen dos sistemas. En el primer caso, se enchufa el extremo de un tubo en el del otro despues de haber abierto un poco la extremidad de éste, dándole la forma có-



nica  $ab$ , y por medio de la lamparilla de soldador se va liquidando el estaño y aplicándole perfectamente al espacio



comprendido entre los extremos de los tubos, como se indica en la figura, ó al extremo del grifo ó pieza metálica que

trata de enlazarse. El segundo sistema consiste en formar un tubo continuo con los extremos *e* de los dos, introduciendo tres ó cuatro milímetros solamente uno en el otro, perfectamente ajustados para que no pase nada de soldadura, y en esta disposición se va echando aquélla casi líquida para formar una envolvente *cd*, que refuerza perfectamente la junta.

Ambos medios son buenos cuando se hacen con esmero, lo que exige un operario práctico y cuidadoso, pues la buena ejecucion de todos estos detalles de la distribución en el interior de las fincas es muy importante para que no haya escapes ni salidas de agua, que tan perjudiciales son en todos conceptos.

A fin de evitar el contacto del agua con el plomo, por considerar que la accion de estas sustancias entre sí puede ser nociva á la salud y producir envenenamientos, como se ha llegado á suponer, se han empezado á usar los tubos de plomo estañados interiormente; pero siendo ya una cuestion tan estudiada, tan debatida, y en nuestra opinion resuelta por completo, despues de los dictámenes emitidos por las primeras Academias científicas, y confirmado sobre todo por la práctica, que el uso de los tubos de plomo para la distribución del agua, no tiene inconveniente de ningun género, y muy especialmente cuando aquéllas contienen carbonato de cal como en nuestro caso, no hemos querido adoptar esta innovacion, que, como todas, tienen tambien sus impugnadores, especialmente en los Estados Unidos, que es donde se empezaron á fabricar con esta modificacion (1).

(1) El periódico científico *The Boston Journal of Chemistry*, en un interesante artículo, llamaba ya el año 1871 muy enérgicamente la atencion acerca del uso de los tubos de plomo estañado en la distribución de agua: primero, porque el estaño por sí mismo es frecuentemente atacado con más rapidez y disuelto en el agua que el plomo, y segundo, porque cuando estos dos metales unidos entre sí se ponen en contacto con el agua, se favorece su disolucion en este líquido, y tiene lugar, por lo tanto, con más prontitud.

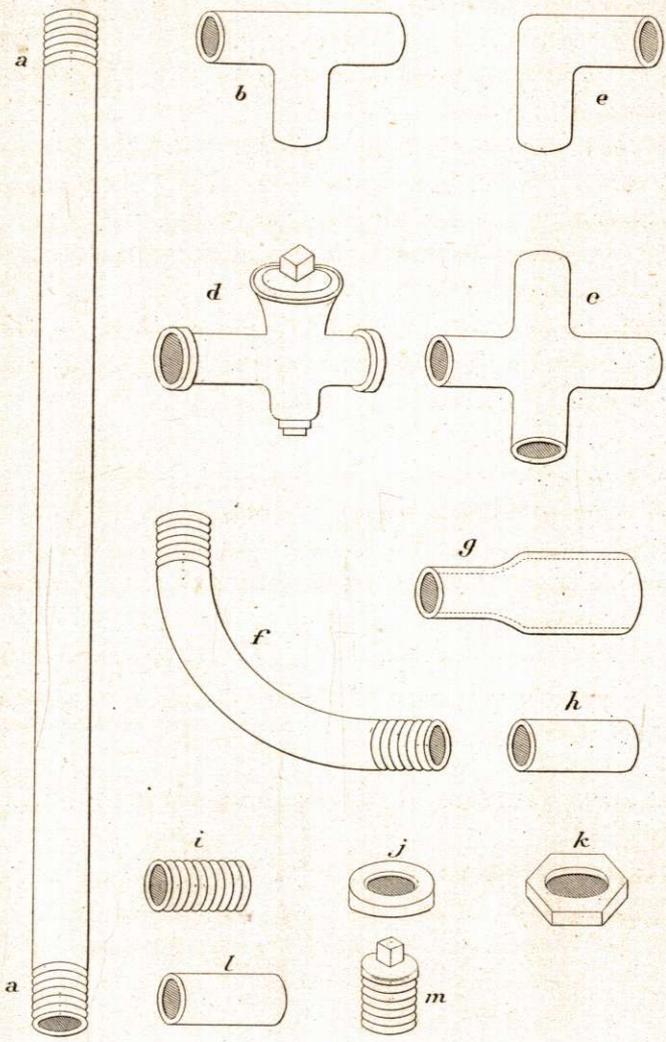
El estañado de los tubos que se hace ya interior y exteriormente les da mayor belleza, presentando la superficie perfectamente lisa y pulimentada, lo cual no tiene importancia, puesto que las cañerías se colocan casi siempre embutidas en los muros, además del aumento de gasto de un 12 por 100 que tienen sobre los de plomo sin estañar.

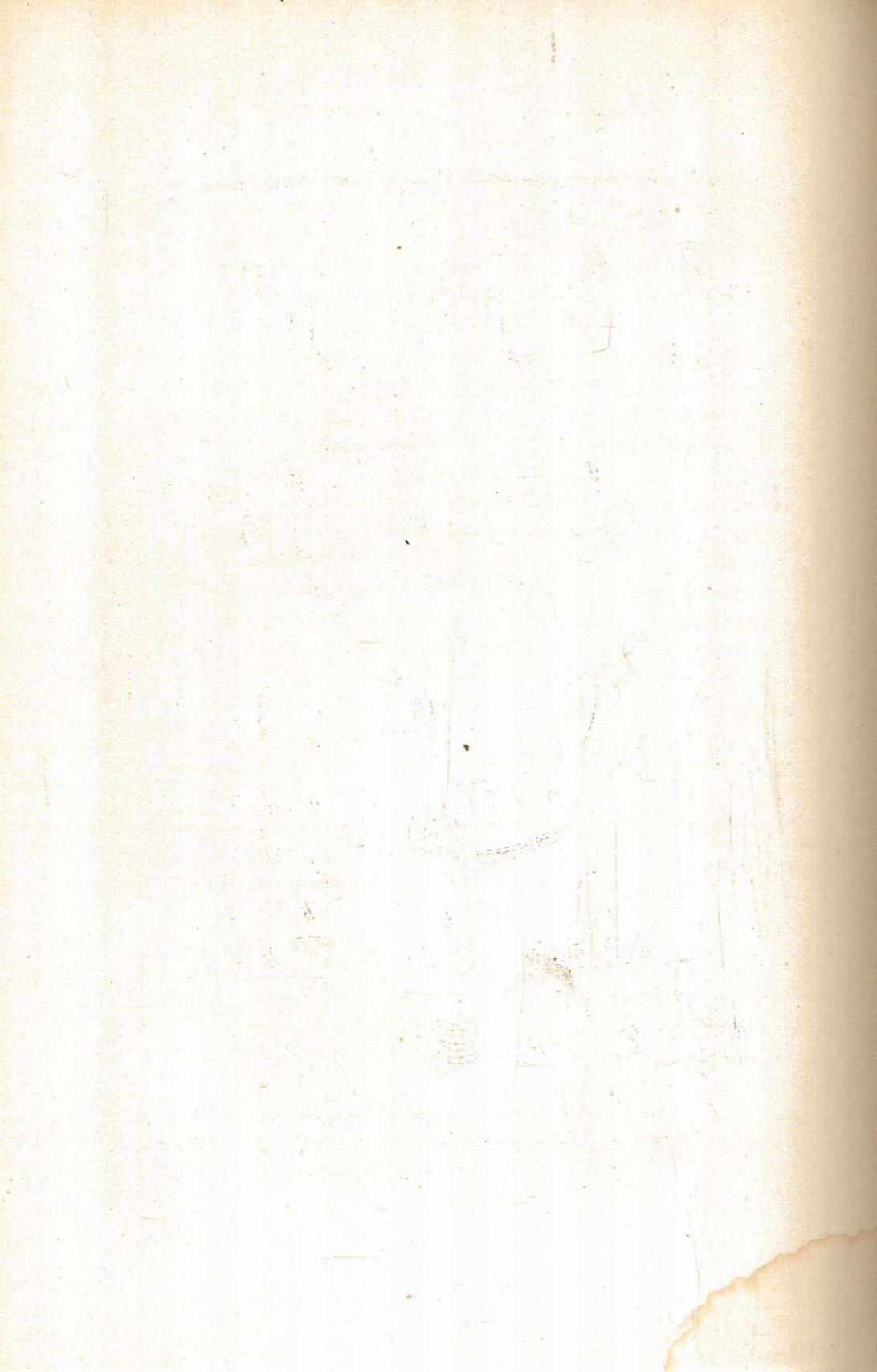
Estos inconvenientes, que podrémos llamar con más propiedad preocupaciones, se evitan empleando, como hemos hecho en algunas distribuciones particulares, tubos de palastro galvanizado, cuyo coste es muy superior al de los de plomo, por los fuertes derechos de introduccion (1). Estos tubos, como son rígidos y no pueden amoldarse como los de plomo á la colocacion, necesitan piezas especiales para la union de unos con otros, las cuales se han representado en la lámina que va unida, y son:

- a* tubos rectos desde 0<sup>m</sup>,0006 de diámetro hasta 0<sup>m</sup>,075 y de 1<sup>m</sup>,20 á 3<sup>m</sup>,70 de longitud.
- b* piezas de **T** para las bifurcaciones y ramales.
- c* piezas de cruz para ramificaciones.
- d* llaves cónicas dispuestas por sus *extremos de manera* que puedan unirse á rosca con los tubos.
- e* codillos para cambios bruscos en ángulo recto, cuando tienen que ir empotrados los tubos en los muros ó en el piso y no pueden sobresalir.
- f* piezas curvas.
- g* tubos cónicos para aumentar ó disminuir el diámetro de las cañerías.
- h* manguitos comunes para la union de los tubos entre sí ó con las piezas especiales.
- i* manguito con rosca exterior para hacer la union de las piezas *b*, *c* y *e* entre sí, cuando esto sea necesario.
- j* roldanas para interponer en las uniones de las llaves y de los grifos con los tubos.
- h* tuercas.

---

(1) 52 reales los 100 kilogramos.





*l* tapones exteriores para la terminacion de los tubos, que no es más que un manguito cerrado por uno de sus extremos.

*m* tapones interiores para cerrar una pieza especial, cuando se quiere dejar preparado un ramal para continuacion de la cañería, terminados en una espiga cuadrada para poderlos quitar ó poner con una llave ordinaria.

Las uniones de todas estas piezas, que como se ve se hacen á rosca, se untan con minio ó albayalde para establecer bien la junta y hacerla impermeable. Todo esto indica la sujecion que hay en la colocacion de estos tubos, y la necesidad de tenerlos de varias longitudes para su combinacion, puesto que no se pueden cortar, teniendo que hacer las uniones siempre á rosca.

Para el servicio de la distribucion, su conservacion y reparacion, así como el de las tomas de agua de los particulares, se organizó un almacen con un pequeño taller, en la inmediacion del depósito, y cuya disposicion general se ha representado sólo en planta en la lámina 10. Se compone de una crujía general de 4 metros de ancho y de 92 de longitud, rodeando un patio.

Para el servicio, pruebas y ensayos que se hacen en este almacen, se ha dispuesto una cañería general AB de 0<sup>m</sup>,15 de diámetro, que comunica con la que sale del depósito, y una alcantari-lla CD para los desagües de todas las dependencias, que pasamos á describir por su órden respectivo.

Núm. 1. Depósito de los tubos de repuesto de los diámetros desde 0<sup>m</sup>,05 para los servicios particulares, hasta 0<sup>m</sup>,61 para la cañería de primer órden; la colocacion se ha hecho segun las dimensiones de los tubos.

Núm. 2. Depósito de todas las piezas especiales de repuesto, ordenadas por clases y por diámetros, en los dos sentidos, á fin de poder buscar en seguida la que se necesita.

Núm. 3. Llaves de los diferentes diámetros, bocas de riego é incendios, ventosas, piezas de modelo especial, tubos recotos de hierro galvanizado, depósito de plomo viejo y báscula para pesar á la entrada y salida en el almacen el plomo, estaño, cáñamo y demas efectos.

Núm. 4. Departamento destinado al ensayo y reparacion de los contadores.

Para la primera operacion se ha construido un estanque E, de 5 metros de lado por 2 de profundidad, que da un volúmen de 50 metros cúbicos, perfectamente impermeable para que no se filtre el agua, y con una escala vertical dividida en decímetros por un lado, y señalando por el otro el volúmen de agua que corresponde, á fin de conocer qué cantidad hay en el estanque en cualquier momento que se desee. En la habitacion núm. 4, que tiene 4 metros de ancho y 8 de longitud, se ha establecido una fila de contadores, instalados como si estuviesen de servicio, con sus correspondientes cañerías de entrada y salida; las de entrada comunican con una cañería general *bb* que por medio de una serie de llaves *eee*, dan paso al agua aisladamente á cada contador, y las de salida *fff* van á un recipiente *g*, que comunica directamente con el estanque E. Para mayor claridad se ha representado por separado en la lámina con las anotaciones siguientes:

- aaa* pilares de sillería sobre los cuales se han instalado los contadores de los siete primeros números señalados en la tabla de la pág. 142.
- bb* cañería general de 0<sup>m</sup>,05 empotrada en el piso y en comunicacion con la general AB.
- c* llave para comunicar esta cañería y dar ó interrumpir el servicio del agua.
- ddd* cañerías de plomo de los distintos diámetros de los contadores, y que constituyen los respectivos tubos de entrada del agua á cada uno.
- eee* llaves de paso para dar y aislar los contadores.
- fff* tubos de plomo de salida de cada contador, y de los mismos diámetros que éstos.
- g* recipiente de fundicion para el agua que ha pasado ya por los contadores.
- h* cañería que conduce el agua directamante al estanque E.
- ii* banco de madera con su correspondiente tornillo para desarmar los contadores.

l mesa de madera con las herramientas necesarias para la limpieza y reparacion.

Con esta disposicion el ensayo y comprobacion de estos aparatos se hace con mucha sencillez, ántes de que salgan del almacen al sitio que han de ocupar en la distribucion; pues no hay más que abrir la llave de paso *e* del contador que se va á ensayar, empieza éste á funcionar, el agua pasa por el tubo *f*, el recipiente *g* y la cañería *h*, al estanque E, en donde por medio de la escala graduada se observa el volúmen efectivo que ha pasado por el contador; en seguida se ve si el cuadrante marca lo mismo, y de consiguiente, si las indicaciones son exactas, ó si no, las variaciones que tiene; repetida esta operacion varios dias y dejando correr el agua continuamente, se reconoce la bondad del mecanismo. Así hemos podido hacer repetidos ensayos, no sólo para conocer los contadores que están en buen servicio, sino para apreciar la exactitud de cada sistema.

Núm. 5. Bajo las mismas bases de los contadores, se ha establecido un pequeño departamento destinado al ensayo de todos los sistemas de grifos, colocándolos alrededor de un receptáculo *m* de mampostería que pueda desaguar en la alcantarilla general CD, y puestos todos los grifos y llaves en comunicacion con una cañería *nnn* que rodea el espacio *m*, pueden ensayarse aisladamente ó en conjunto.

Núm. 6. Llaves y cajas de aforo en ensayo, modelos de fuentes de vecindad.

Núm. 7. Almacen de tubos de plomo, clasificados por diámetros, y como esta clase de tubería viene en rollos, éstos se numeran y se pesan, para poder llevar con facilidad la contabilidad de la entrada y salida de este material, que es el que más se necesita, sobre todo cuando al empezar la distribucion se hacen gran número de tomas. Así es que en este almacen no se ha colocado más que la tubería de plomo, con una báscula para la operacion del peso.

- Núm. 8. Almacen de grifos de todos los diámetros, llaves de paso, llaves flotantes, piezas de toma, piezas especiales para los tubos de hierro galvanizado, herramienta completa de soldador, estaño, pez, albayalde, minio y demas efectos correspondientes á las operaciones de la colocacion de las cañerías para los particulares, tanto de plomo como de hierro galvanizado.
- Núm. 9. Fragua y pequeño taller de reparaciones de composuras de todas clases de piezas para las cañerías, llaves, bocas de riego é incendio, y demas aparatos de la distribucion.
- Núm. 10. Taller de carpintería y de modelos para la fundicion de piezas especiales de hierro y bronce.
- Núm. 11. Almacen de herramientas y utensilios de todas clases, como cábricas, tornos, poleas, cables, fraguas portátiles, carros de mano, etc., para la colocacion de las cañerías en las calles.
- Núm. 12. Depósito de planos.
- Núm. 13. Oficina de delineacion y del ingeniero de la Compañía.
- Núm. 14. Oficina de la Administracion para la contabilidad del almacen, entrada y salida de efectos, cuadros de órdenes del servicio de conservacion y reparacion del acueducto, observaciones relativas á la marcha del depósito en todo lo que se relaciona con la parte facultativa.
- Núm. 15. Habitacion del Guarda-almacen.

#### CAPÍTULO IV.

Sistemas adoptados para la distribucion del agua á los particulares, reglamento y tarifas.

De los diferentes medios de distribuir el agua á los particulares, indicados en el capítulo anterior, se empezó adoptando en Jerez el de caño continuo por medio de llave de aforo, ó caño li-

bre con contador, formándose con arreglo á esto el correspondiente reglamento. La práctica de este servicio hizo comprender bien pronto que, atendiendo á las circunstancias de la poblacion, á la disposicion de sus casas y á la tendencia de los vecinos, el establecimiento del caño libre por completo, bajo ciertas prescripciones, con vigilancia y un reglamento estudiado, habia de dar buenos resultados, continuando, sin embargo, con el uso del contador para todo género de establecimientos industriales que tienen grande é irregular consumo. Este sistema es el mismo de caño libre, pero se conoce en él con exactitud lo que consume el particular, y por lo tanto, qué debe abonar á la Compañía; sistema que, como ya hemos indicado, es el que reuniria todas las ventajas si los aparatos estuviesen completamente perfeccionados y su instalacion fuese más económica.

Así, pues, los tres sistemas que se han adoptado definitivamente y que vienen funcionando hace seis años, son :

1.º Por cantidad y volúmen determinado con llave ó caja de aforo.

2.º Por el establecimiento de un contador.

3.º Por valuacion alzada á caño libre.

Con cuyos tres sistemas se tenian hechas en 1.º de Marzo de este año, 2372 tomas en la forma siguiente :

Por el primero, 202.

Por el segundo, 69.

Por el tercero, 2.101.

La adopcion del caño libre hizo precisa la adición del reglamento primitivo, y con el objeto de reunir cuantas disposiciones se han adoptado para la distribucion del agua, consignarémolos aquí, bajo un solo documento, todo lo que rige hoy en Jerez.

Antes harémolos tambien observar que al empezar la Compañía su servicio, se propuso vender y arrendar el agua, por lo cual en el artículo 1.º se consignaba : « El acueducto de Tempul conducirá diez y siete mil metros cúbicos de agua cada veinticuatro horas. La Sociedad se propone venderlos á perpetuidad, y cederlos en arrendamiento ; pero reservará siempre los necesarios

para cubrir con el producto de su arriendo los gastos que ocasiona la conservacion del acueducto y demas indispensables, á fin de que sea permanente el disfrute del agua por las personas que la adquieran en virtud del contrato de venta.» — Pero teniendo la Sociedad cubierto su capital y no habiendo excedido los gastos del presupuesto formado, se reconoció la conveniencia de suspender la venta, que hasta entónces se habia hecho sólo de un corto número de metros cúbicos, por lo cual el siguiente reglamento sólo se refiere al arrendamiento.

---

## REGLAMENTO

para el uso y arrendamiento de las aguas del acueducto de Tempul.

---

### CAPÍTULO PRIMERO.

#### Adquisicion del agua.

Artículo 1.º El acueducto de Tempul conducirá diez y seis mil metros cúbicos de agua cada veinticuatro horas, que la Sociedad se propone ceder en arrendamiento, en la forma y con arreglo á las tarifas que se consignan en este reglamento.

Art. 2.º Las solicitudes para introducir el agua en las fincas se dirigirán al Presidente del Consejo de Administracion, en un impreso que se facilitará en las oficinas de la Sociedad.

Art. 3.º El agua se suministrará :

1.º Por caño continuo y uniforme cada veinticuatro horas, con caja de aforo.

2.º Con el establecimiento de un contador.

3.º Por caño libre.

Art. 4.º La unidad para los dos primeros casos será el metro cúbico y no se arrendará menor cantidad de medio metro cada veinticuatro horas.

Art. 5.º La concesion del agua se hará separadamente para cada finca, salvo cuando estén contiguas, pertenezcan á un mismo dueño y sea éste el que la pida, pero siendo siempre una sola la toma en la cañería general.

Art. 6.º El arrendamiento del agua se hará á los dueños de las fincas ó á los inquilinos, siempre que éstos acompañen á la solicitud el permiso del propietario de la finca.

Art. 7.º La toma de agua, sea cualquiera la forma en que se haga y la colocacion y suministro de la tubería, llaves, grifos y piezas necesarias para conducirla desde la cañería general hasta la caja de aforo, el contador ó los grifos en el sistema de caño libre, se harán por los empleados de la Sociedad, satisfaciendo, sin embargo, el interesado su coste en los dos primeros casos, segun tarifa, y la Sociedad en el tercero, ó sea en el caño libre. El resto de las obras las hará aquél, bajo la inspeccion de los dependientes de la Sociedad.

Art. 8.º Establecidas una vez las cañerías, llaves y demas aparatos en el interior de la finca, no podrá hacerse alteracion alguna sin dar parte á la Sociedad.

Art. 9.º Correspondiendo á la Sociedad ejercer una constante vigilancia para evitar que se cometan abusos en el uso y servicio del agua, se considerará que los dependientes de aquélla están especialmente autorizados por los dueños é inquilinos de las fincas abastecidas, para entrar en las mismas y practicar los reconocimientos y operaciones que convenga, á cualquier hora del dia, en todos los del año.

## CAPÍTULO II.

Aplicacion de los diferentes sistemas, y condiciones que se van  
consigo.

Art. 10. El suministro del agua por caño continuo y uniforme con caja de aforo, se concederá á todo el que lo solicite, sin limitacion alguna, recibíendose el líquido en un depósito, desde el cual podrá repartirle en la finca de la manera y forma que tenga por conveniente.

Art. 11. Se harán contratos de arriendo de uno á cinco años, á eleccion del peticionario, considerándose aumento del primer año del contrato el tiempo que mediere desde el dia de la toma hasta el primero del trimestre más inmediato del año natural.

Art. 12. Se concederá á los consumidores del agua por este sistema el aumento del aforo en cualquier época del año que lo soliciten, pero no siendo menor de un metro cúbico dicho aumento.

Art. 13. El agua por contador se concederá á todo el que lo solicite, pero con la condicion de tomar en arriendo tres metros cúbicos, excepto las bodegas de almacenado que no abonarán más que lo que directamente indique el contador.

Art. 14. El caño libre se concederá sólo á las casas particulares, y uno ó dos grifos de un centímetro de diámetro á cada inquilino, pero sin que vacien los grifos en el fregadero, lavadero ni sumidero ó aparato alguno que conduzca el agua á las cañerías de desagüe.

Art. 15. Este sistema no será concedido en las casas en que funcione algun artefacto ó se ejerza una industria que necesite del agua, así como tampoco en los cafés, fondas ú otros establecimientos de concurrencia.

Art. 16. Los que tomen el agua por este sistema no podrán cederla ni venderla, bajo la pena que se señala en el cap. 4.º

Art. 17. Los arrendamientos van unidos á las propiedades que

reciben el agua y no pueden trasferirse, por lo tanto, de una á otra finca.

Art. 18. Concluido el plazo del arrendamiento, podrá el abonado renovar con arreglo á las mismas condiciones y tarifas, si éstas no han tenido alteracion, ó á las que entónces tuviera establecidas la Sociedad.

Si el arrendamiento no continúa, satisfará con arreglo á tarifa en los dos primeros sistemas los gastos de cerrar definitivamente la toma de aguas, pero quedará dueño de todas las cañerías, llaves y piezas que se hayan empleado.

Art. 19. En el caso que por roturas en el acueducto, entorpecimientos ó cualesquiera otros motivos, no llegase al depósito caudal de aguas suficiente para el abastecimiento total de la poblacion, la Sociedad se reserva el derecho de suspender durante algunas horas de la noche ó del dia, el suministro del agua. Esta suspension se limitará al mínimo posible, anunciando las horas en que aquélla se verifique y el número de dias á que podrá ser extensiva, sin que por la pasajera interrupcion tengan derecho á indemnizacion los concesionarios del agua.

Art. 20. En el caso remoto de que la interrupcion sea total y se extendiese á más de ocho dias, dejarán de pagar sus arrendamientos desde el dia en que ocurrió la interrupcion hasta el en que se restablezca el curso de las aguas.

### CAPÍTULO III.

#### Tarifas y manera de hacer los pagos.

Art. 21. Las tarifas para el uso del agua tomada por caño continuo y uniforme, serán :

Por medio metro cúbico. . . . .	40 reales pagados mensualmente.
Por un metro cúbico. . . . .	600 reales al año abonados por trimestres.
Idem por dos. . . . .	1000 idem, id.
Y por cada metro de aumento.	500 reales.

Art. 22. El pago de medio metro cúbico se hará mensualmente; los demas se harán por trimestres anticipados, satisfaciéndose con el primero lo respectivo al tiempo de adición.

Art. 23. Las tarifas para el agua tomada por contador será :

Casas particulares, bodegas de extracción y edificios destinados al movimiento de máquinas y operaciones de la industria, bodegas de almacenado, por cada metro cúbico que marque el contador, abonado mensualmente. . . . . 1,50 reales.

Art. 24. Las tarifas para el agua tomada por caño libre serán:

Para las casas, cuyo alquiler, graduado por la Sociedad, no exceda al mes de 310 reales. . 20 rs. al mes por un solo grifo y 10 por el 2.º

Las de 311 á 620 reales. . . 30 reales y 10 reales.

« de 621 á 1.000 » . . . 40 » y 10 »

« de 1.001 en adelante. . . 80 » y 10 »

Art. 25. El contrato y pago del uso del agua por este sistema es mensual, satisfaciéndose anticipadamente.

Art. 26. Si en la casa habitaren independientemente dos ó más inquilinos, cada uno podrá obtener uno ó dos grifos, abonando lo que corresponda al tanto que se calcule de arrendamiento por la habitacion que ocupe.

Art. 27. Además de las tarifas anteriores, la Sociedad, para facilitar el uso del agua, establece las siguientes:

Grifos colocados en las bocas de riego de las calles, en forma de fuente provisional, siendo de cuenta de la Empresa poner y quitar diariamente la columnita que lleva el grifo. . . . . 5 rs. diarios.

Grifos para obras particulares, abonando los interesados los gastos que se originen: precio convencional, según la importancia de la obra, pero como mínimo. . . . . 4 rs. id.

Bocas para casos de incendio, puestas en el interior de las fincas, siendo de cuenta del interesado los gastos de instalacion y estando ademas precintadas, para que sólo en caso de incendio pueda hacer uso de ellas.

Por dos bocas, satisfechos anticipadamente, 500 rs. al año. y así sucesivamente, 250 reales por cada una de aumento.

Agua echada en los aljibes ó cisternas de las casas, si lo permiten las mangas desde la boca de riego más inmediata de la calle, siendo de cuenta de la Empresa todas las operaciones para llevarla hasta el aljibe, el metro cúbico. . . . . 4 reales.

Vendida en el depósito, cada metro cúbico. . . . . 2 »

En cualquier boca de riego de las calles, tomando por lo ménos 2 1/2 metros, cada medio metro. . . . . 2 »

Art. 28. La persona que privada del uso del agua, por no haber hecho cualquier pago, sea del precio del artículo ó del material y trabajos suplidos por la Empresa, ó de multas que le hubiesen sido impuestas, solicitare que continúe el servicio, satisfará precisamente no sólo lo que adeude, sino diez reales por el gasto de abrir y cerrar la llave de paso de la comunicacion con la cañería general.

Art. 29. No empezarán á correr las aguas de ninguna toma hasta que se haya verificado el pago, con arreglo á las tarifas anteriores.

## CAPÍTULO IV.

### Infracciones del Reglamento.

Art. 30. Los arrendatarios del sistema de caño libre que cedan ó vendan el agua, tanto en las casas particulares como en los grifos para obras, pagarán 20 reales de multa por la primera falta, 40 por la segunda y se les privará de su uso á la tercera.

Art. 31. Los dueños de las fincas donde se establezcan bocas de incendio, en el hecho de solicitarlas, se obligan especialmente al pago de mil reales de multa por cada vez, que sin legítimo motivo, apareciese roto el precinto, ó la Sociedad tuviese noticia de haber hecho otro uso del agua que para incendios.

Art. 32. Queda prohibido á los concesionarios, bajo la multa de 500 reales, el manejo de la caja de aforo ó del contador. Si por faltar á esta condicion resultase mayor dotacion de agua en la finca, pagará, ademas de los 500 reales mencionados, el importe del exceso de la dotacion, segun tarifa, graduándose éste desde la última visita ó aforo hasta el dia que se descubra la alteracion.

Art. 33. La falta de exactitud en los pagos lleva consigo la suspension del servicio sin prévio aviso, y si el retraso se prolonga más de quince dias, se quitará la comunicacion de la cañería particular con la pública, quedando á disposicion de la Sociedad la toma de aguas, las llaves de paso, caja de aforo y el trozo de cañería situado en el exterior de la finca.

Art. 34. Tan luégo como el Consejo tenga conocimiento de alguna infraccion del reglamento, lo comunicará al concesionario del agua, reclamándole la cantidad que con arreglo á los artículos anteriores debe abonar á la Sociedad, y si en el término de tercero dia no se hubiese hecho efectiva dicha cantidad, se procederá á suspender el servicio hasta que quede satisfecha.

Si trascurriesen quince dias sin que esto se verifique, se cortará definitivamente la comunicacion entre la finca y la cañería pública y se dará por rescindida la concesion, perdiendo el arrendata-

rio los aparatos y el trozo de cañería colocado desde la general á la fachada de la finca y el importe de lo que tuviese adelantado; si esta suma no bastase para cubrir el débito y el costo de cerrar la toma, se procederá judicialmente para obligarle al pago.

Art. 35. Los concesionarios son responsables ante la Sociedad de la observancia de este reglamento, áun cuando no sean ellos mismos los que usen el agua ni habiten en la finca que la reciba.

## CAPÍTULO ADICIONAL.

### Aprovechamiento del agua sobrante.

El Consejo de Administracion hará contratos particulares para ceder agua, con destino á usos industriales y riegos, en la forma siguiente :

Recreos , jardines , huertas dentro de la ciudad y hasta el sitio denominado « Altillo de Capuchinos ».

Si tienen casa-habitacion para sus dueños, será suministrada el agua por medio de contador, tomando tres metros cúbicos en arrendamiento y abonando mensualmente por el exceso

1 real hasta 1.000 metros cúbicos.

0,90 de real, de 1.001 á 1.500 »

0,75 » de 1.501 á 2.000 »

0,50 » de 2.001 en adelante.

Si la casa-habitacion es para el jardinero ó guarda, se reducirá á un metro el agua arrendada, y si no hay casa, se pagará sólo el consumo que indique el contador, mensualmente.

Recreos, jardines, huertas y demas terrenos del campo : se suministrará el agua por contador, al precio de diez céntimos de real por metro cúbico, pagados todos los meses, y si de la liquidacion general del año no resulta un consumo de veinte mil metros por hectárea regable, percibirá la Sociedad la diferencia, sin obligacion de devolucion en el caso contrario.

El gasto total de la conduccion del agua será satisfecho por el

dueño ó colono de la hacienda, quedando facultada la Sociedad para dar tomas en la respectiva cañería, sin perjudicar el servicio de la finca.

Estos contratos se sujetarán á las reglas siguientes :

1.<sup>a</sup> Se entiende que el agua que se cede bajo estas condiciones es la sobrante, despues de cubrir toda la de propiedad y arriendo.

2.<sup>a</sup> El dia que convenga á la Sociedad, avisará con quince de anticipacion la suspension del agua.

3.<sup>a</sup> Se empezará siempre la suspension por los últimos contratos, y todos serán suspendidos ántes que limitar el suministro de que trata el artículo 19.

4.<sup>a</sup> Ninguno de los interesados en estos contratos tendrá, en caso alguno, que reclamar perjuicios por la suspension del agua. Sólo podrán tener la preferencia para el arriendo, segun los sistemas generales de que trata el cap. 1.<sup>o</sup>

**TARIFA** de los precios que deberán satisfacer los concesionarios de agua del acueducto de Tempul, por el suministro y colocacion de la tubería y piezas especiales, desde la cañería general hasta los aparatos de aforo del agua.

	<u>Reales.</u>
Por taladrar la cañería general, suministrar y colocar la pieza de toma y la tubería, desde aquélla hasta la fachada de la casa, cualquiera que sea la calle y la distancia.	200
Por cada caja de aforo, con su llave flotante. . . . .	400
Por cada llave de paso. . . . .	100
Por cada registro para la colocacion de las llaves, con buzón de piedra ó hierro. . . . .	80
Por cada metro lineal de cañería colocada en el interior de la finca, hasta llegar á la caja de aforo ó el contador.	20
Por cerrar la comunicacion de una toma particular con la cañería general. . . . .	80
Por un contador de 0 <sup>m</sup> ,006 de diámetro completamente instalado, con su registro. . . . .	700
Por un contador de 0 <sup>m</sup> ,01 de diámetro id., id. . . . .	800
Por uno id. de 0,012 id., id. . . . .	1.000
Por uno id. de 0,019 id., id. . . . .	1.200
Por uno id. de 0,025 id., id. . . . .	1.400
Por uno id. de 0,04 id., id. . . . .	2.000
Por uno id. de 0,08 id., id. . . . .	3.600

---

---

## TERCERA PARTE.

---

SISTEMA DE EJECUCION DE LAS OBRAS, COSTE Y CONSERVACION DEL ACUEDUCTO.

### CAPÍTULO PRIMERO.

Sistema de ejecucion y organizacion de las obras.— Pliego de condiciones.

En la ejecucion de las obras del acueducto y la distribucion, se ha seguido un sistema mixto, haciendo una parte por contrata, otra por ajustes y destajos parciales, y por último, por administracion, es decir pagando la Sociedad directamente á los operarios y adquiriendo por sí los materiales. Para esto se dividió la línea en esta forma :

- 1.º Obras de los manantiales y toma de aguas.
- 2.º Primera seccion de acueducto desde la toma en Tempul hasta la casilla de entrada del sifon de Bogaz, que comprende una longitud de 2.520 metros.
- 3.º Sifon de Bogaz, de 1.800 metros.
- 4.º Segunda seccion de acueducto llamada de «Dos Hermanas», desde la casilla de salida del sifon anterior hasta el sifon de Fuente-Imbros, de 3.440 metros.
- 5.º Sifon de Fuente-Imbros, de 360 metros de longitud.
- 6.º Tercera seccion de acueducto, desde el sifon anterior hasta la casilla del Puerto de la Cruz á la entrada del sifon del Guadalete, que comprende una longitud de 5.350 metros.
- 7.º Sifon del Guadalete, de 18.250 metros de longitud.

8.º Cuarta seccion de acueducto, denominada de «Cuartillos», desde la salida del sifon anterior hasta la entrada del sifon del Albaladejo, de 4.730 metros de longitud.

9.º Sifon del Albaladejo, de 10.080 metros de longitud.

10. Depósito de recepcion y distribucion.

11. Primera parte de la distribucion que comprende 15 kilómetros de cañerías de diferentes diámetros, pero comprendidas las de primero y segundo orden con todos los accesorios de piezas especiales, llaves, bocas de riego y ventosas.

12. Segunda parte de la distribucion que comprende 4.500 metros de cañerías de diferentes diámetros, hasta completar la red de primero y segundo orden, con todos sus accesorios.

13. Tercera parte de la distribucion que comprende el resto de las cañerías y accesorios y los servicios particulares.

Divididas las obras de esta manera, reconocidas todas las canteras abiertas, y empezadas otras á explotarse por la misma Sociedad, para conocer bien su formacion, ensayados los materiales respecto á su resistencia, peso y demas condiciones, y abiertos pozos de ensayo en las minas para conocer la clase de terreno, se estuvo en el caso de determinar con la mayor aproximacion posible el coste de los materiales, su distancia de trasporte, medios de llevar éstos á cabo por los malos é intransitables caminos de la Sierra, para lo cual hubo que mejorarlos en unos sitios y abrir otros nuevos.

En los 46 kilómetros de la línea no se cruza ninguna poblacion, quedando la más próxima, que es Arcos, á 5 kilómetros de distancia, pues aunque Algar está sólo tres, el terreno es muy áspero y hay que vadear el rio Majaceite, lo que no siempre es posible. Con todos estos datos se organizaron los trabajos de la manera siguiente :

Las obras de los manantiales, las del depósito y la seccion de acueducto de Dos Hermanas, se ejecutaron por administracion; las primeras, por lo dificil que es calcular su coste y lo delicado de limpiar y alumbrar las aguas, abrir galerías, hacer excavaciones, y demas operaciones necesarias : el depósito, por el esmero

que exige su construcción en los numerosos y diversos detalles que necesita, todo lo cual, además de costoso, no puede entregarse á manos de un contratista; y por último, la sección de acueducto de Dos Hermanas, por lo difícil de su ejecución, efecto de los corrimientos del terreno, pues si esta sección se hubiese contratado, los aumentos de obra, las reclamaciones, tanto por obras no previstas cuanto por tiempo perdido, extracción de los desprendimientos y otras causas, hubiese dado lugar á complicaciones y cuestiones en la liquidación, sin que se llegase, como sucede en estos casos, al abono justo y legal.

La primera, tercera y cuarta secciones de acueducto se ajustaron por trozos con varios destajistas separadamente y tomando sólo por base el precio de la unidad de obra de cada clase, bien especificada, determinada con claridad, así como el sitio y distancia de cada material y su aplicación en obra. Para las minas la unidad fué el precio del metro lineal de pozo, según la calidad del terreno, y el del metro lineal de mina por sus condiciones, calculando por separado y tanto alzado los agotamientos; al propio tiempo, en los mismos planos entregados á los destajistas y en el diario de operaciones que se llevaba, se marcaban en los pozos y galerías de las minas los avanzamientos y calidad del terreno; en los puentes-acueductos, la profundidad y dimensiones exactas de las fundaciones, y estos mismos planos acotados, son los que se han unido á las liquidaciones sucesivas de cada trozo, presentadas al Consejo de Administración para su examen y aprobación; así es que el mismo día que se terminaba un trozo puede decirse que estaba hecha la liquidación.

Subdividido el trabajo de este modo y reuniendo con frecuencia á los destajistas de todas las secciones para visitar las obras ejecutadas en toda la línea, se establecía la emulación y el deseo de mejorar cada uno las suyas, consiguiendo así que se hicieran bien y que obtuviesen la utilidad que tan legítimamente les correspondía, pues al hacer el ajuste conocían con toda claridad la naturaleza del terreno, la clase de obra, los materiales que iban á emplear, y hasta las dificultades que se podrían presentar.

Los sifones del Guadalete y del Albaladejo se contrataron por concurso y bajo el pliego de condiciones que sigue, el cual despues de impreso y circulado, se presentaron várias proposiciones, casi todas de casas extranjeras, eligiendo el Consejo de Administracion la presentada por Mr. George E. Peters de Lóndres, que con estricta sujecion al referido pliego, cumplió su contrato con toda exactitud. Al frente de los trabajos puso á D. Guillermo Cooke, que con su mucha práctica en esta clase de operaciones y con un celo é interes poco comun, organizó los trabajos de tal manera que llegaron á colocarse por dia hasta cien tubos en el sifon del Guadalete, ó sean 370 metros próximamente de longitud, sentados con gran cuidado y rebatidas las juntas con el mayor esmero; no dudamos, pues, en asegurar que este sifon, por su gran longitud, el buen trazado, tanto horizontal como vertical que ha permitido el terreno y la esmerada ejecucion con que se ha llevado á cabo, es una obra notable en su género.

Terminada la contrata y colocacion de los dos sifones del Guadalete y Albaladejo y en vista del buen resultado conseguido, se extendió bajo las mismas bases á los sifones de Bogaz y Fuente-Imbros y despues á la primera y segunda parte de la distribucion en la poblacion, ejecutándose la tercera por administracion, pues por sus especiales condiciones, la naturaleza de sus detalles y otras circunstancias, no convenia ya contratarla.

Organizados así todas las obras, llegaron á ocuparse en toda la línea cerca de dos mil operarios de todas clases, sin haber tenido que lamentar desgracias ni disgustos de ningun género, tan frecuentes en estos casos, sobre todo cuando la mayor parte tenían que residir y albergarse en la zona de los trabajos, por la falta de poblaciones ó caseríos inmediatos donde recogerse.

Como las condiciones impuestas á los destajistas eran las generales para la buena ejecucion de las diferentes clases de fábrica, no las consignaremos aquí, incluyendo sólo las relativas á los sifones, que hubo que formularlas por completo, bajo el siguiente:

Pliego de condiciones para la apertura de la excavacion, suministro y colocacion de la tubería de fundicion, en los sifones del Albaladejo y del Guadalete.

## **CAPITULO PRIMERO.**

**Especificacion de los trabajos que han de ejecutarse.**

### **ARTÍCULO 1.º**

Las obras que son objeto de este pliego de condiciones comprenden:

1.º La excavacion que ha de practicarse para la colocacion de los tubos que componen los dos sifones del Albaladejo y del Guadalete, de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro y de 10.080 y 18.250 metros de longitud respectivamente, así como el relleno de dicha excavacion despues de colocados los tubos.

2.º El suministro de estos tubos de fundicion, y de todas las piezas especiales que sean necesarias para el establecimiento de las llaves, ventosas y cañerías de desagüe.

3.º Las llaves de suspension y desagüe, las ventosas y juntas de expansion.

4.º La colocacion de todo el material expresado, en la excavacion y sobre las obras de fábrica.

Todos los puentes-sifones, casillas de entrada y salida de los mismos, registros para las llaves, ventosas y desagües, y cuantas obras sean precisas para el buen asiento y colocacion de los tubos, se ejecutarán por la Compañía ó serán objeto de otro pliego de condiciones, y por lo tanto de contrato separado.

## **CAPITULO II.**

**Movimiento de tierras.**

### **ARTÍCULO 2.º**

Antes de empezar los trabajos, el contratista examinará el trabajo hecho por el Ingeniero de la Compañía, que está señalado

con piquetes numerados y colocados en el eje de la excavacion á diferentes distancias unos de otros, segun los accidentes del terreno. Las cabezas de unos piquetes, ó la señal hecha en otros, marca la cota conforme con el perfil longitudinal.

Se le entregará al Contratista un estado con la numeracion de los piquetes, sus distancias y la profundidad de la excavacion en cada uno de ellos, una relacion de las señales y puntos fijos de nivelacion establecidos fuera de la línea, y el perfil longitudinal. Todos estos documentos le servirán para completar el replanteo de la excavacion y para comprobar las cotas del perfil longitudinal, con arreglo á las cuales deberá tener lugar la cubicacion. Serán aceptados dichos documentos ántes de empezar los trabajos, para lo cual el Contratista firmará un ejemplar que se conservará en las oficinas de la Compañía.

#### ARTÍCULO 3.º

Siempre que lo permita la naturaleza del terreno se abrirá la excavacion verticalmente; en otro caso se hará con taludes, cuya inclinacion fijará el Ingeniero.

#### ARTÍCULO 4.º

Las tierras sobrantes, despues de cubiertos los tubos y rellena la excavacion, se extenderán sobre la zona del terreno que corresponde á la Compañía, sin dejar montones ni caballeros.

#### ARTÍCULO 5.º

La excavacion que ha de hacerse en la poblacion para el sifon del Albaladejo, desde la Rosa Celeste, por las calles de Medina, Honda, Larga, Porvera, Ancha, del Asilo, hasta el depósito situado en la inmediacion de la capilla del Calvario, se ejecutará con el ancho puramente indispensable para la colocacion de los tubos, se abrirá siempre verticalmente y se acodalará en caso necesario por cuenta del Contratista, haciendo esta operacion cuando lo disponga el Ingeniero de la Empresa por considerarlo conveniente para la seguridad de las fincas.

#### ARTÍCULO 6.º

A fin de evitar que haya depósitos de tierras en las calles que

se han indicado en el artículo anterior, se observarán en la apertura de la zanja y colocacion de la tubería las prescripciones siguientes:

Se empezará haciendo la excavacion de los primeros 100 metros, poniendo á un lado las piedras, losas ó adoquines y al otro la tierra; llegada la excavacion á su mayor profundidad, se irán colocando los tubos, que sólo se conducirán á medida que se vayan necesitando, y una vez establecidos se emprenderá la excavacion de los 100 metros siguientes, rellenando al mismo tiempo la primera zanja, apisonando las tierras y restableciendo el empedrado, para que nunca haya interceptados al tránsito más de 200 metros.

#### ARTÍCULO 7.º

Los tubos se acopiarán al lado mismo de la excavacion y en una sola fila, para conciliar en lo posible el servicio público con el de la obra.

#### ARTÍCULO 8.º

Si al tiempo de hacer las excavaciones apareciesen cuevas, socavaciones, antiguos hundimientos ú otras causas que exijan obras de seguridad y consolidacion del terreno, la Compañía las ejecutará por su cuenta, segun lo prevenido en el art. 1.º, sin que las detenciones, dilacion ó suspension que ocasionen estos trabajos en la colocacion de los tubos, sea causa para que el Contratis-ta haga reclamacion de ninguna especie por el perjuicio que pueda ocasionarle.

#### ARTÍCULO 9.º

El desempedrado y reempedrado de la zona comprendida en las calles por donde pasa la tubería será de cuenta del Contratis-ta, y para que no se produzcan asientos en el pavimento se apisonará bien la tierra por capas ó tongadas de 20 centímetros de alto, humedeciéndolas bien ántes de apisonarlas, y sujetándose en todo lo demas á la práctica establecida por la Municipalidad en estas operaciones.

ARTÍCULO 10.

Para evitar que haya desgracias en las calles, se colocarán, por cuenta del Contratista, puentecillos de madera sobre la excavación y enfrente de las travesías, mientras aquélla permanezca abierta, y de noche faroles de color rojo para distinguir bien los obstáculos que haya en la zona de la obra.

CAPITULO III.

**Suministro de los tubos de fundicion, llaves y piezas especiales.**

ARTÍCULO 11.

La forma, dimensiones y peso de los tubos, llaves y piezas especiales de todas clases, serán las que se marcan en los dibujos y se ejecutarán precisamente en una de las primeras fundiciones del Reino-Unido. Los dibujos detallados y bien acotados, se firmarán por duplicado por el Contratista y el Ingeniero de la Compañía, quedando un ejemplar en poder del primero y el otro en las oficinas de la Empresa.

ARTÍCULO 12.

Los tubos rectos serán de enchufe y cordon, de 12 piés ingleses de longitud ( $3^m,66$ ) sin contar el enchufe que tendrá 6 pulgadas ( $0^m,15$ ), de 2 piés ingleses de diámetro interior ( $0^m,61$ ) y de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y una pulgada de espesor ( $0^m,019$  y  $0^m,025$ ) y pesarán 1.112 kilogramos los primeros y 1.504,85 los segundos. El número de tubos de cada espesor los deducirá el Contratista de las longitudes respectivas de cada sifon en el perfil longitudinal.

ARTÍCULO 13.

El metal empleado en la fundicion no tendrá escorias, cenizas ni mezcla de ningun metal de clase inferior; será de grano uniforme y compacto y tendrá la resistencia suficiente para aguantar un peso de 750 libras inglesas (340 kilogramos) colocado en medio de una barra de una pulgada ( $0^m,025$ ) en cuadro de seccion, apoyada en dos soportes que disten entre sí tres piés ( $0^m,914$ ).

ARTÍCULO 14.

Los tubos rectos se moldearán y fundirán verticalmente, con el enchufe hácia abajo, con arreglo á los adelantos introducidos últimamente en las primeras fundiciones de Inglaterra ó que se introduzcan en lo sucesivo, con objeto de asegurar más su resistencia; no tendrán escorias, agujeros, pajas, burbujas, gotas frias, rebabas ni cualquier otra imperfeccion de fundicion ó moldeado: serán exactamente cilíndricos interior y exteriormente, rectos y del diámetro señalado en el art. 12; las superficies exteriores é interiores serán tan concéntricas como sea posible, rechazándose los que tengan  $\frac{1}{8}$  de pulgada de diferencia de espesor en cualquier parte de su longitud, respecto á los señalados de  $\frac{3}{4}$  y una pulgada.

ARTÍCULO 15.

Los tubos rectos y piezas especiales se barnizarán segun la patente de Mr. Smith. Antes de barnizarlos se secarán bien, se limpiarán y calentarán para asegurarse que se establece la mayor adherencia posible entre el barniz y el tubo, permaneciendo dentro del barniz líquido todo el tiempo necesario para que éste se fije bien.

ARTÍCULO 16.

El Contratista estará provisto y conservará patrones para comprobar la igualdad de los enchufes y cordones de los tubos, de tal modo que cualquier cordon de cualquier tubo, pueda entrar en todos los enchufes de los demas.

ARTÍCULO 17.

Los tubos están destinados á aguantar y resistir en obra, hasta una columna vertical de agua de 300 piés (91<sup>m</sup>,44) para los de una pulgada de espesor, y de 150 (45<sup>m</sup>,72) para los de  $\frac{3}{4}$  de pulgada. Cada tubo será por lo mismo examinado y probado debidamente por un empleado práctico é inteligente, bajo las presiones indicadas anteriormente, que se marcarán con toda claridad por una columna de mercurio ó un manómetro con su índice de cuadrante, en comunicacion con la bomba de la máquina ó prensa

que se establezca, y estará sometido cada tubo á dichas presiones durante cinco minutos, en cuyo tiempo se golpeará repetidas veces y en toda su longitud, con un martillo de un peso proporcionado al espesor del tubo que se está examinando.

Los tubos que no tengan las cualidades expuestas serán desechados y se separarán del sitio de la prueba, no admitiéndose aún cuando sean reparados ó compuestos, cualquiera que sea el sistema que para ello se emplee. En cuanto un tubo haya sufrido bien la prueba y esté recibido, se pesará y se numerará con caracteres claros, anotando el número, peso y nombre del fabricante ó de la fundicion en un libro para que puedan conservarse.

#### ARTÍCULO 18.

Las pruebas y ensayos que se expresan en el artículo anterior se harán al pié de obra, en los puntos que designe el Ingeniero de la Empresa, con el objeto de que los tubos, despues de probados y ensayados en la prensa, no tengan que trasportarse á grandes distancias.

Ademas la Compañía tendrá la facultad de poder enviar á la fundicion un Inspector, ó bien el Ingeniero mismo si se creyese conveniente, para examinar el metal, la mezcla, moldeado, fundicion, calibrado y barniz, así como hacer las pruebas que juzgue convenientes, siempre que se hallen comprendidas en estas condiciones. En este caso el Contratista dará á tal inspector todas las explicaciones necesarias y le proporcionará las herramientas, útiles y materiales que pueda necesitar para llenar su cometido, suministrándole tambien, si lo exigiese, barras del metal empleado en la fundicion de los tubos, cuyas barras se ensayarán con arreglo á lo manifestado en el art. 13, al ménos que el Ingeniero quiera hacer los ensayos directamente en Jerez, en cuyo caso tales pruebas serán aceptadas por ambas partes, como resultado de la resistencia del metal empleado en la manufactura.

Las pruebas y ensayos que se hagan en la fundicion no relevan de modo alguno al Contratista, de la obligacion en que se encuentra de verificar aquélla al pié de obra, de todos los tubos.

ARTÍCULO 19.

Sin perjuicio de lo manifestado en el art. 17, si el Ingeniero inspector del Gobierno quisiese ensayar los tubos á la presión de 15 atmósferas los de una pulgada de espesor, y á 12 atmósferas los de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, el Contratista hará estos ensayos en todos los tubos ó en los que el Ingeniero del Gobierno exija, sin que por esto tenga derecho á reclamación de ninguna especie.

ARTÍCULO 20.

Los tubos curvos ó de forma especial que sea preciso emplear en los cambios de dirección, en la unión con las llaves, entrada y salida de los sifones, desagües, ventosas, juntas de expansión, etc., se arreglarán en un todo á la forma, dimensiones y espesores aceptados en el art. 11; la fundición será la misma de los tubos rectos y se abonarán al Contratista por su peso real y efectivo, siempre que no se hayan alterado las dimensiones y forma, señaladas en los dibujos respectivos.

ARTÍCULO 21.

Las llaves de suspensión serán del mismo diámetro ( $0^m,61$ ) que los tubos, para que no se interrumpa el diámetro interior de los sifones, y las llaves de desagüe tendrán 8 pulgadas ( $0^m,20$ ) y 6 pulgadas ( $0^m,15$ ).

ARTÍCULO 22.

Todas las llaves serán de fundición; los tornillos y tuercas de unión de hierro forjado, y de bronce los husillos, tuercas interiores, tejuelos, anillos de la compuerta y asientos de la misma sobre la caja.

ARTÍCULO 23.

La fundición será perfectamente homogénea, gris, de grano fino é igual y sin defecto de ninguna especie.

ARTÍCULO 24.

El bronce se compondrá de 86 partes de cobre, 10 de estaño y cuatro de zinc, y no presentará poros, burbujas ni cuerpos extraños de ninguna clase.

ARTÍCULO 25.

Las superficies de junta de los anillos de la compuerta deberán estar bien cepilladas para que el ajuste sea perfecto y las uniones de las demas piezas de la llave se harán con plomo ó mastic de minio ó de albayalde, segun sean de enchufe ó de brida.

ARTÍCULO 26.

El Contratista presentará las llaves al encargado de la recepcion, que las examinará detenidamente y desechará desde luego las que no reunan las condiciones anteriores : despues de admitidas se someterán á las pruebas de la máquina, de la manera siguiente:

Levantada la compuerta y abierta la llave se tapan las dos bocas con plantillas de hierro ó con los anillos de cáñamo y estopa, lo mismo que para ensayar los tubos, y se llena la caja de la llave de agua, actuando con la bomba hasta que el indicador marque 12 atmósferas. En seguida se cerrará la compuerta, se quitará uno de los anillos de estopa y se dará la presion por un lado solamente, para reconocer si pasa el agua ó si la llave lo impide por completo. Si esto se verifica se numerará y será aceptada, tomando nota como de los tubos en el libro de registro.

ARTÍCULO 27.

Las ventosas serán del modelo, forma y dimensiones indicadas en los planos, y la fundicion y hierro forjado que entra en su composicion, de la misma clase que las llaves. Se ensayarán tambien en la máquina, colocándolas en la misma disposicion que han de tener despues de establecidas en el sitio que las corresponde, y se someterán todas á la presion máxima que han de experimentar, á fin de que sea indiferente emplear cualquiera de las ensayadas, aunque sea en el punto donde han de aguantar la mayor carga.

ARTÍCULO 28.

Ademas de la tubería, llaves y piezas especiales de que es objeto este contrato, con arreglo á los planos de los dos sifones, del Albaladejo y del Guadalete, el Contratista queda obligado á

entregar á la Compañía el número de tubos, llaves y piezas especiales que han de servir de repuesto y á colocarlos en los sitios que se le designen, al mismo precio que se estipule el otro material, rebajando lo relativo á su colocacion, segun convenio.

#### CAPITULO IV.

##### Colocacion del material.

##### ARTÍCULO 29.

Los tubos se colocarán directamente en el fondo de la excavacion cuando el terreno sea consistente, sobre la fundacion artificial que se establezca, cuando sea necesario, ó sobre los puentes-sifones.

##### ARTÍCULO 30.

Al unir los tubos se dispondrán de modo, que el cordon en que termina el uno se ponga en contacto con el fondo de la boquilla ó enchufe del que se une con él. Se cuidará que el espacio anular comprendido entre la superficie exterior de cada tubo y la interior del enchufe del siguiente, sea del mismo ancho ó tenga el mismo huelgo en todo su contorno; esto se conseguirá introduciendo pequeñas cuñas de madera ó plomo, que se quitarán parcialmente para dar paso al cáñamo y por completo cuando esté suficientemente apretado.

##### ARTÍCULO 31.

Colocados los tubos en su posicion definitiva, se introducirá en el fondo de todos los enchufes una serie de vueltas de filástica de cáñamo, que se irá apretando con la atacadera hasta que ocupe una longitud de 5 centímetros en el sentido del eje de los tubos, é impida que penetre el plomo fundido en su interior.

##### ARTÍCULO 32.

Introducido el cáñamo, se cerrará con arcilla amasada con agua la boca anular del enchufe, dejando en su parte superior un bebedero suficientemente grande, para verter por él el plomo derre-

tido, hasta macizar el hueco que en el enchufe no ha ocupado el cáñamo y dar ademas salida al aire.

ARTÍCULO 33.

Quitada la arcilla, se rebatirá con el cincel y el martillo el plomo de cada enchufe, para que se adhiera á todas las desigualdades de las superficies del hierro en ambos tubos y obtener así una junta completamente impermeable.

ARTÍCULO 34.

Las juntas de brida para la union de algunas piezas especiales se harán del mismo modo, introduciendo el cáñamo y el plomo en el espacio comprendido entre las caras de las bridas; pero á fin de evitar las pérdidas que pudieran tener lugar por los tornillos, se colocarán debajo de sus cabezas y de las tuercas, roldanas de hierro y de plomo del mismo tamaño que el de las tuercas.

ARTÍCULO 35.

Las juntas de brida podrán hacerse tambien de la manera siguiente:

Se dejará entre las bridas un intervalo suficiente, para colocar una roldana de plomo bien plana y enlucida por sus dos caras con una capa de minio ó de albayalde. Las roldanas tendrán la forma de un anillo plano, cuyo diámetro interior será igual al de los tubos que se han de unir, y el exterior se calculará de modo que toque á los agujeros de los tornillos. El espesor de las roldanas de plomo será de 12 milímetros y uniforme.

Los tornillos de sujecion de las bridas de los tubos tendrán 0<sup>m</sup>,025 de diámetro, con una parte cuadrada cerca de la cabeza, y estará hecha la rosca con el mayor cuidado posible. Estos tornillos se apretarán gradualmente uno despues de otro, hasta que el plomo refluya exteriormente, el cual se rebatirá con el martillo á fin de hacer la junta completamente impermeable.

ARTÍCULO 36.

Las llaves se colocarán de manera que su eje de figura quede exactamente vertical, calzándolas para ello, si fuese necesario,

con pequeñas cuñas de plomo ; en esta situacion se arrimarán los tubos con quienes hayan de unirse ; si las juntas son de enchufe, se hará como en los tubos ordinarios, pero si son de brida, se marcará la posicion de los tornillos de union ; estas señales servirán para taladrar las bridas, las cuales, teniendo esto presente, vendrán de la fábrica sin abrir los agujeros de los tornillos ; el resto de la union se hará como en los tubos.

ARTÍCULO 37.

Cuando las llaves tengan una posicion fija y determinada de antemano, se empezará por la colocacion de aquéllas, llenando el intervalo que quede á un lado con un tubo recortado de la longitud conveniente, pues por el otro siempre puede continuarse la colocacion de tubos enteros para seguir el sifon.

ARTÍCULO 38.

Para las ventosas se empezará colocando el tubo de forma especial que se necesita, siguiendo por uno y otro lado como en el caso de las llaves. En los desagües, como su posicion no es tan fija é invariable, no es preciso recortar ningun tubo, pudiendo emplearlos de toda su longitud á uno y otro lado de la pieza especial.

ARTÍCULO 39.

En el sitio que ocupa en la excavacion cada junta, se practicará un ensanche en forma de nicho, tanto en el fondo como en los costados, que permita á los operarios introducir el cáñamo y atacarle, así como el plomo.

ARTÍCULO 40.

Terminada la colocacion de los tubos, de las llaves de suspension y desagüe y de las ventosas, se llenarán de agua los sifones, poniéndolos en comunicacion con el acueducto por la casilla de entrada, y se observarán cuidadosamente todas las juntas para quitar hasta las más pequeñas filtraciones ó resudaciones.

## CAPITULO V.

### Condiciones de pago.

#### ARTÍCULO 41.

El abono de las obras ejecutadas se hará de la manera siguiente :

La excavacion y apertura de la zanja para la colocacion de los tubos por metros cúbicos, aplicando á cada clase de terreno el precio que corresponda segun el contrato aceptado, ó por metro lineal, despues que el contratista haya practicado las calas que juzgue necesarias, para asegurarse de la clase y calidad del terreno, á fin de calcular el precio correspondiente al metro lineal.

La tubería, por metro lineal colocado para los tubos rectos.

Las piezas especiales y tubos curvos por toneladas de 1.000 kilogramos, tambien completamente colocadas.

Las llaves de suspension, las de desagüe y las ventosas por piezas.

#### ARTÍCULO 42.

Los pagos se efectuarán en Jerez en metálico y en la forma siguiente :

La excavacion cada dos meses, abonando el 95 por 100 de lo que importe su liquidacion, y reservándose el 5 por 100 restante de garantía, que se abonará al contratista en la misma forma y época que el 5 por 100 correspondiente á la tubería.

Para la tubería, piezas especiales y llaves :

- 50 por 100, cuando los tubos y demas material sea recibido y aprobado al pié de obra por el Ingeniero de la Empresa.
- 25 por 100, cuando el material haya sido colocado en la excavacion y emplomadas las juntas.
- 20 por 100, despues de haber cargado los sifones y hecha la recepcion provisional.
- 5 por 100, al terminar el plazo de garantía, despues de hecha la recepcion definitiva.

ARTÍCULO 43.

Si la carga de los sifones no se hubiese hecho en el plazo marcado en el art. 50, por no hallarse terminados los trozos de acueducto, se le abonará al Contratista el 20 por 100, como si dicha carga hubiera tenido lugar; el importe reservado en garantía devengará un interes anual de 5 por 100, desde el dia en que debió hacerse la recepcion definitiva hasta que ésta tenga lugar, haciéndose entónces el pago con todos los intereses devengados, sin ninguna deduccion, si el material y su colocacion llena las condiciones impuestas; pero si no es así, servirá la cantidad reservada para indemnizar á la Compañía de cualquier gasto que tenga que hacer, ó de cualquier cantidad que esté obligada á pagar, por los defectos que tengan los tubos ó por su mala colocacion.

ARTÍCULO 44.

Todos los pagos se harán en virtud de certificaciones expedidas por el Ingeniero de la Compañía, donde constará detalladamente la clase y cantidad de obra ejecutada. Para el abono de los plazos del 50 y del 25 por 100 se expedirán las certificaciones mensualmente.

ARTÍCULO 45.

La Compañía hará por su cuenta las expropiaciones é indemnizaciones de los terrenos en la faja ó zona en que ha de colocarse la tubería, cuya faja ha de quedar de propiedad de la misma; pero será de cuenta del Contratista la indemnizacion á los colonos ó propietarios, de los daños y perjuicios que se les cause por la apertura de caminos para la conduccion de los tubos, depósito de éstos, ó los que hagan los operarios.

ARTÍCULO 46.

En el caso que la expropiacion de alguno ó algunos de los terrenos que cruza la línea no pueda efectuarse con la prontitud necesaria, por causas ajenas á la voluntad de la Compañía y por las dificultades que siempre traen consigo algunas expropiaciones, el contratista no tendrá derecho á reclamacion de ninguna clase,

si bien se le tendrá en cuenta el tiempo perdido en hacer la recepción provisional.

ARTÍCULO 47.

Si el Gobierno no concediera la franquicia de los derechos de Aduana del material que introduzca la Compañía, ésta se los abonará al Contratista en cuanto se refiera á los tubos y demas material que pase despues á ser propiedad de la Empresa, pero no de las herramientas, aparatos y útiles que necesite para las obras, así como tampoco de los tubos ni material desechado.

ARTÍCULO 48.

En caso de muerte ó quiebra del Contratista, procede de hecho la rescision del contrato.

ARTÍCULO 49.

Las obras deberán emprenderse á los sesenta dias de haber firmado el contrato, y hacer la primera entrega de tubos á los noventa de la misma fecha.

ARTÍCULO 50.

La tubería deberá quedar enteramente colocada y dispuestos los sifones para la carga á los veinte meses de la misma fecha anterior, para lo cual el Contratista deberá entregar y ensayar el material en los plazos convenientes, y tener suficiente número de operarios de todas clases.

ARTÍCULO 51.

No se trabajará los domingos ni dias festivos, y si se hiciera, no se abonarán las obras ejecutadas en tales dias, quedando obligado ademas el Contratista al pago de las multas impuestas por la autoridad local.

ARTÍCULO 52.

No se concederá indemnizacion alguna ni próroga en los plazos, por pérdidas, daños ó averías ocurridas en el curso de los trabajos, excepto en los casos de fuerza mayor, que se designarán precisamente dentro de los ocho dias siguientes al suceso. Despues de este plazo no se admitirá la reclamacion al Contratista.

No se considerarán como casos de fuerza mayor la suspension de navegacion, los temporales en el mar, las crecidas de los rios, ni la rivalidad entre los Contratistas.

ARTÍCULO 53.

Si los trabajos no se concluyen en el plazo fijado en el artículo 50, podrá la Compañía rescindir el contrato, sin más formalidades que la de avisar al Contratista con ocho dias de anticipacion, quedando en tal caso la fianza á favor de la Compañía. Si ésta no hace uso de esta facultad, aquel deberá pagar una multa de 1.000 reales por cada dia de retraso, cuyo importe se irá deduciendo de la fianza.

ARTÍCULO 54.

Si el Contratista dejase de cumplir las condiciones del contrato ó las observaciones que se le comuniquen por escrito, se le señalará para ello un plazo de diez dias, á contar desde la notificacion del aviso, concluido el cual la Compañía podrá por sólo el hecho del vencimiento del plazo, sin haber cumplido lo que se le prevenia, disponer que se hagan las obras por administracion á costa del Contratista.

En este caso la Compañía tendrá el derecho de emplear en los trabajos todo ó parte del material del Contratista. Si hace uso de este derecho, se procederá á formar el inventario valorado del material, de acuerdo con aquel; pero si se negase, se practicará esta operacion por un escribano público.

El exceso de gasto que resulte en los trabajos se deducirá de las cantidades que hayan de abonarse al Contratista ó de su fianza, sin perjuicio de las demas acciones que contra él procedan, si estos medios no bastan al reintegro.

Por el contrario, si la administracion produce una reduccion en los gastos, no podrá el Contratista reclamar parte alguna de este beneficio que no le pertenece.

En todos los casos en que la Compañía tenga la facultad de ejecutar por administracion una parte cualquiera de los trabajos, se entiende que procede de derecho la rescision del contrato.

ARTÍCULO 55.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un representante capaz de reemplazarle y que tenga para ello toda la autoridad necesaria, á quien puedan dirigirse las comunicaciones y las observaciones necesarias.

Todos los operarios podrán ser despedidos por el Ingeniero de la Compañía y reemplazados por otros en el caso de insubordinación, incapacidad ó falta de probidad.

ARTÍCULO 56.

En cuanto se hayan concluido las obras, se cargarán los sifones, si el estado del acueducto lo permitiese, y se hará una recepción provisional por el Ingeniero, en presencia del Contratista ó de la persona que delegue. Si aquél ó su delegado no asistiesen, se extenderá un acta de esta operación, expresándose en ella su ausencia. Hecha la recepción provisional, se retirarán de la zona de propiedad de la Empresa todos los materiales, máquinas y demas aparatos.

ARTÍCULO 57.

Del mismo modo se procederá á la recepción definitiva despues de espirar el plazo de garantía. Este plazo se contará desde la fecha de la recepción provisional y será de un año, durante cuyo plazo el Contratista responderá de sus obras y estará obligado á conservarlas y vigilarlas á su costa.

Si en el acto de la recepción definitiva se encontrase algun defecto ú obra sin concluir, podrá la Compañía, ó prorogar el plazo de garantía hasta que se hayan hecho los trabajos necesarios por el Contratista, ó ejecutarlos por sí misma por cuenta de aquél.

ARTÍCULO 58.

En cuanto las obras se hallen completamente terminadas y recibidas, el Ingeniero hará la liquidación, á la cual se acompañarán todas las notas, planos y documentos que hayan servido para su redacción.

Esta liquidación se presentará, sin sacarla de la oficina,

á la aceptacion del Contratista, quien podrá ademas enviar á la oficina del Ingeniero, personas que por cuenta suya saquen las copias que le convengan.

La aceptacion será definitiva, tanto en las unidades de obra como en la aplicacion de los precios. Si se niega á aceptarla ó firma con protesta, se extenderá un acta de la presentacion, deduciendo el Contratista sus pretensiones por escrito en los veinte dias siguientes. No serán admitidas las reclamaciones hechas despues de este plazo, y en su consecuencia se considerará como aceptada la liquidacion.

#### ARTÍCULO 59.

El Contratista, en el mero hecho de aceptar este pliego de condiciones, renuncia todo fuero de nacionalidad y se somete á que todas las cuestiones relativas á la inteligencia ó interpretacion del contrato, se resuelvan en Jerez de la Frontera, por dos árbitros nombrados respectivamente por el Contratista y por la Compañía. En caso de discordia se nombrará un tercero por el Tribunal de Comercio de Jerez. El fallo de estos árbitros será definitivo y sin apelacion, y los gastos que este juicio ocasione se satisfarán por la parte no favorecida en la resolucion.

---

Los pliegos de condiciones para los otros sifones de Bogaz y de Fuente-Imbros y para la distribucion se hicieron bajo la misma base con las pequeñas modificaciones relativas al diámetro, peso de los tubos y colocacion de éstos.

## CAPÍTULO II.

### Coste de las obras de conduccion y distribucion.

Las obras del acueducto, comprendiendo la distribucion en la poblacion y todos sus accesorios, fueron presupuestadas como se ha indicado al principio de esta Memoria, en 30 millones de reales, contando con que el material de hierro entraria sin pagar

derechos de Aduana como habia sucedido con otras empresas análogas; pero esta franquicia no fué concedida, si bien el arancel entónces vigente se redujo á la cuarta parte.

Segun el extracto del balance presentado por la Sociedad en 30 de Diciembre de 1876, los desembolsos hechos puramente en la construccion han sido de 30.005.030,20 reales; y en intereses que fué preciso abonar por la falta de pago de los dividendos, regalo hecho á los empleados de la direccion facultativa en acciones de la Sociedad, existencia de efectos en el almacen y material suplido por la Empresa en las tomas de caño libre, en calidad de reintegro, se han invertido 1.463.650,16 reales, los que se han cubierto con el agua vendida, cuyo producto ha sido de 1.760.924,28 reales, suspendiendo desde luégo la venta y cediendo el agua sólo en arrendamiento.

La relacion detallada de la inversion de la suma indicada, nos llevaria fuera del objeto principal de esta publicacion, por lo cual, conservando los precios de las unidades y la cantidad de obra ejecutada, que son los datos que pueden interesar, se ha formado el resumen por capítulos, de la misma manera que se llevó la contabilidad durante la construccion, método claro y sencillo que ha permitido despues conocer separadamente el coste de cada obra.

En la relacion de los gastos que se expone á continuacion, aparecen los precios de ajuste y contrata y los deducidos de las obras hechas por administracion, como las del Depósito, teniendo en cuenta los jornales de los distintos operarios ocupados y los materiales adquiridos, bien sea directamente ó bien explotando por la misma Empresa las canteras, y fabricando la cal y el ladrillo; así ha podido hacerse tambien un estudio comparativo del coste que han tenido las obras ejecutadas por uno ú otro sistema y la conveniencia de su eleccion; pero ántes hemos creido que seria útil consignar, los precios de los efectos que se han traído del extranjero y que no figuran en los gastos, mas que en conjunto.

---

Coste de la tonelada de fundicion en tubos de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro y 0<sup>m</sup>,019 y 0<sup>m</sup>,025 de espesor, puesta en Jerez.

	Reales.
Valor de la tonelada en la fábrica de los Sres. Cochran Grove y Comp. <sup>a</sup> , de Middlesborough on Tees, colocada en el muelle ó embarcadero, al costado de los buques, y barnizados los tubos interior y exteriormente, segun la patente de Mr. Smith. . . . .	520
Flete en vapores, incluyendo la carga, desde Middlesborough on Tees (Escocia) hasta el muelle del Trocadero (Cádiz). . . . .	96
Descarga en el muelle del Trocadero, carga en los wagones del ferro-carril y trasporte por éste hasta Jerez (27 kilómetros). . . . .	23
Descarga en Jerez, roturas, seguros, etc. . . . .	21
Comision en Inglaterra y en Cádiz, despacho en la Aduana, derechos de puertos, conocimiento, giros de letras y demas gastos, 5 por 100. . . . .	33
<i>Suma.</i> . . . . .	693
Derechos de Aduana segun el Arancel entónces vigente (1). . . . .	126
<b>TOTAL.</b> . . . . .	819

(1) Cuando se hizo el proyecto, el Arancel señalaba 48 rs. para los 100 kilogramos, ó sean 480 rs. la tonelada; pero la Empresa, que siempre contó con que el material entraria libre de derechos, como habia sucedido con otras de igual índole, al exigirlos la Aduana de Cádiz, reclamó al Gobierno, y despues de someter el asunto hasta la deliberacion de las Córtes, la resolucion que recayó fué obligar á la Empresa al pago de los derechos; pero rebajar el Arancel hasta 12 reales los 100 kilogramos, es decir, á la cuarta parte de lo que se venia satisfaciendo. Posteriormente se ha elevado á 18 rs., que es el que hoy rige.

Coste que ha tenido el metro lineal de tubería colocada de 0<sup>m</sup>,61 de diámetro y de los espesores que se indican.

	Con tubos de 19 milímetros de espesor.	Con tubos de 25 milímetros de espesor.
	Rs. vn.	Rs. vn.
Por el material puesto en Jerez, á razon de 693 rs. la tonelada. . .	202,36	273,74
Carga en los carros y transporte al pié de obra á la distancia media de 10 kilómetros. . . . .	6,30	8,10
Prueba, ensayo en la prensa, pérdi- das por los tubos desechados. . .	3	3
Colocacion de los tubos en la exca- vacion, arreglo. . . . .	2,14	3,06
Plomo y cáñamo empleado en las juntas. . . . .	11,20	11,20
Mano de obra de la junta. . . . .	7	7
15 por 100 de administracion, im- previstos, interés del dinero y be- neficio del Contratista. . . . .	35,80	45,90
SUMA. . . . .	<u>267,80</u>	<u>352,00</u>

La tonelada de tubos de diámetros inferiores á 0<sup>m</sup>,30 cuesta de 100 á 150 reales más, por el mayor coste de fabricacion; y las piezas especiales, de un 10 á un 20 por 100 sobre el valor de los tubos rectos.

Coste de una tonelada de tubería de plomo.

	Reales.
Valor de la tonelada en Lóndres, embalada en barricas. . . . .	2.040
Flete hasta el Trocadero (bahía de Cádiz). . . . .	118
Derechos de Aduana. . . . .	62
Desembarque, reconocimiento del peso, declaracion y despacho, factura de embarque, registro de las barricas en donde vienen los rollos, guardería y comision. . . . .	35
Transporte desde el Trocadero á Jerez. . . . .	30,50
Idem desde la Estacion al almacen. . . . .	20
Derechos municipales. . . . .	10
Colocacion en el almacen. . . . .	4,50
SUMA. . . . .	<u>2.320</u>

Sale, pues el kilogramo á 2,32 rs., y el de las fábricas españolas, puesto en la Estacion del ferro-carril, á 2,464 y en el almacén, á 2,47 rs.

Segun esto el coste del metro lineal de tubería será:

Para los tubos ingleses.			Para los tubos españoles.		
Diámetro en milímetros.	Peso en kilogramos.	Valor. — Rs. vn.	Diámetro en milímetros.	Peso en kilogramos.	Valor. — Rs. vn.
38	7,74	17,95	38	6	14,78
31	6,33	14,69	31	5	12,32
25	4,06	9,42	25	2,76	6,80
19	2,75	6,38	19	2,12	5,22
12	1,85	4,29	12	1,47	3,64

Precios de los diferentes efectos que entran en la distribucion interior hasta el Almacén de la Sociedad.

	DIÁMETRO EN MILÍMETROS.					
	9	12	19	25	32	38
	Reales.	Reales.	Reales.	Reales.	Reales.	Reales.
<i>a</i> Metro lineal de tubos rectos de hierro galvanizado de 1 <sup>m</sup> ,20 á 3 <sup>m</sup> ,60 de longitud. .	5	6	8	11	15	18
<i>b</i> Piezas de T para los mismos. . . . .	5,5	6,5	7	10,5	14	17
<i>c</i> Piezas de cruz. . . .	8,5	10	11,5	17	22	29
<i>d</i> Llaves de paso con macho de bronce. . .	24	30	35	43	63	85
<i>e</i> Codillos. . . . .	4	5	6	7,5	10	14
<i>f</i> Piezas curvas. . . .	4	5	6	7,5	10	14
<i>g</i> Tubos cónicos. . . .	1,5	2	3	4	5	6
<i>h</i> Manguitos comunes.	2	2,5	3	3,5	4,5	6
<i>i</i> Manguitos con rosca exterior. . . . .	2	2,5	3	3,5	4,5	6
<i>j</i> Roldanas. . . . .	1,50	2	3	4	6	8
<i>k</i> Tuercas. . . . .	1,50	2	3	4	6	8
<i>l</i> Tapones exteriores. .	2	2,5	3	3,5	4,5	6
<i>m</i> Tapones interiores. .	2	2,5	3	3,5	4,5	6

	DIÁMETRO EN MILÍMETROS.					
	9	12	19	25	32	38
	Reales.	Reales.	Reales.	Reales.	Reales.	Reales.
Piezas de toma sin conexión, de bronce. . . . .	4	5	9	15	22,5	30
Idem con conexión, id. . . . .	6	9	15	28	35	45
Grifos de bronce sencillos. . . . .	14	18	24	40	70	90
Idem con conexión. . . . .	18	23	30	50	85	110
Llaves de paso de id. . . . .	14	18	24	40	70	90
Llaves con flotador de cobre. . . . .	16	20	30	60	80	120
Soldaduras de plomo en los tubos y llaves según los diferentes diámetros. . . . .	5	6	8	12	15	18

Tubos de barro (1) para variaciones de los caños de las casas, y de trozos de alcantarillas con juntas de enchufe y cordón.

Diámetro. Metros.	Peso por metro lineal. Kilógramos.	Coste en Inglaterra. Reales.	Trasporte, derechos de Aduana y demas gastos. Reales.	TOTAL. Reales.
0,15	20	6,80	4,20	11
0,25	58	12,50	11	23,05
0,40	71	20,20	15,60	35,80
0,60	180	56	42	108

Las curvas y demas piezas especiales cuestan un 50 por 100 más de este valor. Esta clase de tubos, que tienen una gran resistencia, pueden ser muy útiles para conducciones de agua donde la presión no sea muy grande, haciendo bien las juntas con cemento hidráulico. Se fabrican en Inglaterra con gran esmero desde 0<sup>m</sup>,05 hasta de 0<sup>m</sup>,95 de diámetro, y para dimensio-

(1) *The Garnkirk fire clay.*—Las oficinas, en Glasgow—243—Buchanan Street.

nes mayores, se construyen en sectores que se unen perfectamente con cemento hidráulico. Los cuatro de los diámetros anteriores son los que se han empleado en Jerez para los usos indicados.

---

	Reales.
Coste de una llave de aforo completa. . . . .	260
Idem de una caja con llave flotante de 0 <sup>m</sup> ,01 de diámetro, diafragma, etc. . . . .	200

Los precios de los contadores se han consignado en la página 142.

---

### Relacion de los gastos hechos en el acueducto y en la distribucion en la poblacion.

#### 1.º—EXPROPIACIONES É INDEMNIZACIONES DE TERRENOS.

---

	Reales.
Indemnizacion al dueño del molino de Tempul, por privarle del uso de las aguas de los manantiales (1). . . . .	780,000

---

(1) Este molino pertenecía al Ayuntamiento de Jerez como bienes de Propios; estaba arrendado en 10.000 rs. anuales con las tierras colindantes, y en pública subasta celebrada en 1860 quedó á favor del que lo poseía, por trasferecia del que lo remató, en 230.200 rs. á pagar en diez plazos. En 1864 la Sociedad de las aguas tuvo que expropiar el uso de éstas, que servían de motor al molino, y tramitado el expediente se llegó al nombramiento de peritos; el de la Sociedad lo apreció en 245.000 rs. y el del dueño del molino, en 1.322.850 rs. En vista de esta discordancia la Sociedad reconoció la necesidad de hacer una transaccion, si así puede llamarse, ántes de nombrar el perito en discordia, conviniéndose á pagar 780.000 rs., quedándose ademas el propietario con todos los terrenos, arbolado, casa-habitacion y utensilios del molino. Es sensible que nuestra legislacion dé lugar á abusos de este género, en una finca que acababa de venderse en pública subasta en 230.200 rs. á pagar en diez años, de los cuales no se habian satisfecho más que cinco plazos, que su valor era bien conocido en renta y en venta como previene el Reglamento de la Ley de expropiacion forzosa, y que, rebajando el valor de las tierras y arbolado y pagado al contado, su valor no llegaría á 6.000 duros.

Once hectáreas y 78 áreas de las Dehesas de los Cuquillos, el Bollo, Cerro de la Horca, Parralejo, Dos Hermanas, Fuente-Imbros, Rome- rales, Vegas de Elvira, La Peruela, Pasada del Rayo, los Sotillos, Mal-Abrigo y Berlan- guilla, comprendidas en el trayecto desde Tem- pul hasta el rio Guadalete, á 2.450 rs., térmi- no medio, la hectárea. . . . .	28.861
Arbolado y daños y perjuicios ocasionados en las referidas dehesas y terrenos inmediatos por la apertura de canteras, extraccion de materiales y transporte de aquéllos. . . . .	29.700
Siete hectáreas y 10 áreas de las Dehesas de Can- toral, Horcajo, los Haces, las Majadas, las Cruces, la Culebra y la Catalana, compendi- das entre el rio Guadalete y el arroyo del Al- badalejo, á 1.800 rs., término medio, la hec- tárea.. . . .	12.780
Arbolado é indemnizacion de canteras, caminos de transporte, terrenos para depósito de mate- riales, etc. . . . .	6.300
Ochenta y dos áreas de viñedo comprendidas en- tre el arroyo del Albaladejo y el camino de la Rosa Celeste, en el pago llamado de la Canale- ja, á 410 rs. á que ha salido término medio el área. . . . .	33.620
Diez y ocho áreas de tierra de labor, á 125 rs. el área. . . . .	2.250
Veintitres áreas de huerta, á 306 rs. . . . .	7.038
Idemnizaciones de vallados, perjuicios en las la- bores, etc. . . . .	9.500
Cuatro hectáreas y 68 áreas de viñedo en el sitio denominado Picadueña, á 500 metros de la	

Reales.

poblacion, para el emplazamiento del Depósito y sus avenidas, enlazando el camino con la calle del Asilo, hecha la adquisicion de las viñas por compra directa á los dueños. . . . .	262.800
Derechos de peritos y gastos de escrituras y judiciales. . . . .	70.851
SUMA. . . . .	1.243.700

2.º—OBRAS DE LOS MANANTIALES.

Casa-habitacion para los empleados de la Empresa, almacen de herramientas y casa del guarda. . . . .	49.320
Excavaciones y reconocimiento de éstas, descubrimiento y alumbrado de las aguas, su reunion y encauzamiento. . . . .	67.890
Muro general de circunvalacion de los manantiales, para aislarlos de las corrientes exteriores. . . . .	21.370
Cerca de toma y presa unida á ella con las compuertas de toma y de desagüe. . . . .	47.280
Cerca general, arbolado y algunas obras accesorias. . . . .	5.240
SUMA. . . . .	191.100

3.º—MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MINAS.

7.560 metros cúbicos de excavacion en tierra floja á un metro de profundidad, y relleno de la excavacion despues de terminado el acueducto, á 6 rs. el metro cúbico comprendidas todas las operaciones. . . . .	45.360
42.900 idem id. en arcilla compacta y dura á la profundidad media de 2 <sup>m</sup> ,50, á 8 rs. . . . .	343.200
2.700 idem id. para las fundaciones de los puentes, á 9 rs. . . . .	24.300

	Reales.
26.700 idem id. de arcilla dura y compacta, con masas de roca de yeso para las bocaminas, á la profundidad media de 6,50 metros, comprendiendo las entibaciones que ha sido preciso emplear en algunos sitios, á 13 rs., término medio, el metro cúbico. . . . .	477.100
2.600 idem de roca dura, á 28 rs. . . . .	72.800
3.500 metros cúbicos de terraplen para cubrir el acueducto y los tubos en las avenidas de los puentes-sifones, á 6 rs. . . . .	21.000
2.580 idem de excavacion en arena y guijo para rectificacion de cauces, á 6,5 rs. . . . .	16.770
27.820 metros lineales de excavacion en zanja de 1 metro de ancho y 1 <sup>m</sup> ,90 de profundidad media, para la colocacion de la tubería de los sifones del Guadalete y del Albaladejo, contratados en 14 rs. metro.	389.480
2.080 idem id. para los sifones de Bogaz y Fuente-Imbros, á 14 rs. el metro lineal.	29.120
900 metros lineales de perforacion de la mina de Tempul, contratada á 287 rs. el metro lineal, incluyendo todos los gastos ménos el material de agotamiento y ventilacion. . . . .	258.300
350 idem id. de los Cuquillos á 200, segun contrato. . . . .	70.000
160 idem id. del Bollo á 180, segun contrato.	28.800
400 idem id. de Dos Hermanas á 148, ejecutada por ajustes y por administracion.	59.200
Madera para las entibaciones, tornos y demas aparatos para esta mina. . . . .	23.500
200 metros lineales de la mina de Ojos-Azules á 200 rs. el metro lineal, segun contrato.	40.000

	Reales.
100 idem de la Peruela, á 235, segun id. . .	23.500
1.000 idem del Puerto de la Cruz, á 190 reales metro lineal, término medio entre los precios de los diferentes terrenos que se han perforado.. . . .	190.000
1.350 idem para las minas de las Cruces, Salto del Cielo, los Derrumbios y las Majadas, segun ajuste, á 110 rs. el metro lineal. .	148.500
Bombas de agotamiento, ventiladores, montaje de estos aparatos en los pozos de las minas y su conservacion y reparacion. . .	92.750
SUMA. . . . .	2.353.680

4.º—ACUEDUCTO GENERAL.

3.504 metros lineales de acueducto de mampostería sin enlucido, á 172 rs. segun contrato.. . . .	602.688
1204 idem id., á 180. . . . .	21.672
474 idem id., á 193. . . . .	91.482
1.330 metros lineales de acueducto de fábrica de ladrillo, á 220 segun contrato. . .	292.600
200 idem id. de hormigon hidráulico, á 270 reales. . . . .	54.000
4.200 idem id., ejecutados en minas, á 200 rs..	840.000
252 idem id. con cajeros y bóveda de sillería, á 320 rs.. . . . .	80.640
3820 metros lineales de acueducto de mampostería con bóveda de ladrillo, ejecutado por administracion, á 190 rs. el metro lineal.	725.800
720 metros lineales de acueducto de mampostería, con muros de sostenimiento, ejecutados una parte por contrata y otra por administracion, á 480 rs. . . . .	345.600

	<u>Reales.</u>
15.704 metros lineales de enlucido de cemento hidráulico, á 35 rs. término medio. . . . .	549.640
1.200 metros cúbicos de mampostería á diferentes precios por exceso de fundaciones en el acueducto, por aumento de espesor en los cajeros y muros de sostenimiento en las diferentes secciones y madera para entibaciones. . . . .	148.700
28 registros de diferentes formas y profundidades, con sus pozos, compuertas y escalera de bajada, sirviendo de ventiladores.	74.600
5 almenaras de desagüe y registro con sus correspondientes compuertas de fundición y bronce. . . . .	43.100
SUMA. . . . .	<u>3.870.522</u>

5.º—PUENTES-ACUEDUCTOS Y OBRAS PARA EL PASO DE LOS ARROYOS.

Presa-acueducto del arroyo del Bollo, según liquidación de la contrata. . . . .	9.900
Puente-acueducto del Bollo, según id. id. . . . .	196.200
Alcantarilla y muros de acompañamiento y de sostenimiento en el arroyo y ladera del Parralejo, y registro. . . . .	84.100
Presa-acueducto y almenara de desagüe del arroyo de Dos Hermanas, ejecutada por administración. . . . .	32.600
Puente-acueducto de los Romerales, según liquidación de la contrata. . . . .	220.800
Tajeas y puente-acueducto sobre el segundo arroyo de los Romerales, según id. id. . . . .	89.200
Puente-acueducto de la Coraica, según id. . . . .	72.500
Puente-acueducto de Ojos-Azules, con los muros de acompañamiento, según id. . . . .	296.750

	Reales.
Presa-acueducto y registro del Tambor. . . . .	28.300
Puente-acueducto del Tambor. . . . .	102.300
Puente acueducto de la Peruela. . . . .	197.200
Presa acueducto y registro de la Peruela. . . . .	12.100
Presa-acueducto del arroyo del Pilar de la Peruela. . . . .	9.620
Puente oblicuo y almenara de desagüe para el arroyo del Colegial. . . . .	56.230
Puente-acueducto para el mismo arroyo. . . . .	203.100
Puente-acueducto de las Cruces. . . . .	176.050
Presas-acueductos en varios arroyos, y tajeas para el arroyo de los Derrumbios. . . . .	87.324
Puente-acueducto con ventilador y registro para el mismo arroyo. . . . .	140.470
SUMA. . . . .	2.014.744

6.º—SIFONES.

Siete casillas de fábrica de sillería para la entrada y salida de los cuatro sifones, según la liquidación de las contratatas hechas. . . . .	260.640
Puentes-sifones de la Garganta de Bogaz, del arroyo de Fuente Imbros, de la Pasada del Rayo, de Mal-Abrigo, de Cuerpo de Hombre y del Rosal. . . . .	290.750
Fundaciones especiales de emparrillado y pilotaje que han exigido los puentes-sifones de Mal-Abrigo y la Pasada del Rayo. . . . .	50.250
Puente-sifon sobre el rio Guadalete, incluyendo las obras de las avenidas. . . . .	686.500
Obras de fábrica para pasar los arroyos de Vico, de las Majadas y para los registros de las llaves de desagüe, las llaves de suspensión, las ventosas y apoyo de los tubos en los terrenos falsos, en los cuatro sifones. . . . .	89.210

353 metros lineales de tubería de fundición de 0 <sup>m</sup> ,61 de diámetro interior y $\frac{3}{4}$ de pulgada inglesa de espesor para el sifon de Fuente Imbros, á 350 rs. el metro lineal completamente colocado en su sitio. . . . .	123.550
1.786 id. id. para la Garganta de Bogaz, á 350 reales el metro. . . . .	625.100
19.980 id. id. para el sifon del Guadalete y del Albadalejo, á 267,80 rs. el metro. . . . .	5.350.644
8.285 id. id. id. de una pulgada de espesor, para los mismos sifones, á 352 rs. el metro lineal. . . . .	2.916.320
74 id. id. de repuesto para los cuatro sifones, de $\frac{3}{4}$ de pulgada, á 230 rs. el metro. . . . .	17.020
37 id. id. de una pulgada para los sifones del Guadalete y Albadalejo, á 300 rs. el metro. . . . .	11.100
Piezas cónicas especiales para la entrada y salida de los sifones, piezas de desagüe, piezas curvas para las ventosas, para la colocacion de las llaves y tubos de 8 pulgadas de diámetro y de 4 para los desagües, juntas de expansion para el puente sobre el Guadalete, manguitos, bifurcacion en el enlace con la tubería de distribucion en la calle de Santa María y algunas piezas de brida y tubería de repuesto en la línea de los sifones, de los dos diámetros de $\frac{3}{4}$ y de una pulgada de espesor, pesando 38.250 kilogramos, á 1.560 reales la tonelada colocada. . . . .	59.670
Siete llaves de suspension de 24 pulgadas de diámetro, una de 18 pulgadas, ocho de 8 pulgadas para los desagües, dos de 4 pulgadas para lo mismo, y ocho ventosas. . . . .	80.300
SUMA. . . . .	<u>10.561.054</u>

7.º—DEPÓSITO DE RECEPCION Y DISTRIBUCION.

	Reales.
25.410 metros cúbicos de desmonte en arcilla y tierra, y trasporte á la distancia media de 140 metros, á 5,5 rs. el metro cúbico.	139.755
1.290 metros cúbicos de mampostería ordinaria para las fundaciones, á 90 rs. el metro cúbico. . . . .	116.100
1.728 idem de hormigon hidráulico para el pavimento, á 115 rs. el metro. . . . .	198.720
1.585 idem de sillería para el paramento de los muros y muro divisorio, á 363 rs. el metro cúbico. . . . .	575.355
1.970 idem de mampostería hidráulica para el macizo de los muros, á 120 rs. . . . .	236.400
280 idem de sillería recta para los pilares, á á 420 rs. el metro cúbico. . . . .	117.600
240 idem id. para el zócalo, fajas, aristones y coronacion, á 410 rs. . . . .	98.400
23 metros lineales de cornisa y apretilado, á 230 rs. . . . .	5.290
2.100 id. de fábrica de ladrillo para los arcos y bóvedas interiores, á 180 rs. . . . .	378.000
490 idem para los muros de fachada, de fábrica de ladrillo prensado, á 190 rs. . . . .	93.100
182 metros lineales de jambas de puertas y ventanas, á 24 rs. el metro lineal. . . . .	4.368
61,50 metros cúbicos de fábrica de ladrillo para la cámara de llaves, á 180 rs. . . . .	11.070
430 metros cúbicos de hormigon hidráulico con cemento puro para cubrir la bóveda, á 180 rs. . . . .	77.400
416 idem id. para el pavimento, á 180 rs. . . . .	74.880
7.610 metros cuadrados de enlucido con ce-	

	Reales.
mento hidráulico para los muros, pilares, etc., á 14 rs. el metro cuadrado. . .	106.540
60 metros cuadrados de enlosado de mármol blanco, para el vestíbulo y galería de entrada, á 45 rs. . . . .	2.700
276 metros lineales de barandilla de hierro para la azotea, á 57 rs. el metro lineal.	15.732
1.800 metros cúbicos de terraplen para cubrir las bóvedas, á 4 rs. . . . .	7.200
4 pozos de 6 metros de profundidad y 1 <sup>m</sup> ,20 de diámetro, para recoger las aguas, revestidos de piedra, con bóveda de ladrillo. . . . .	7.200
500 metros lineales de alcantarilla para enlazar con las generales de la población, á 96,5 rs. el metro lineal. . . . .	48.250
Escaleras de bajada á los compartimientos, cascadas para entrada del agua y bajada á la cámara de llaves. . . . .	83.300
64 metros cuadrados de pavimento de piedra para la cámara de llaves y la galería del muro divisorio, á 36 rs. el metro cuadrado. . . . .	2.304
Tubería, llaves y demas accesorios de hierro para todos los servicios del Depósito. . . .	132.400
350 metros lineales de afirmado del paseo que conduce al depósito, á 56 rs. el metro lineal. . . . .	19.600
Cábricas, tornos, grúas, cimbras, andamios, pozos y bombas para elevar el agua, y jornales invertidos en la elevacion. . . . .	98.500
Puertas y ventanas. . . . .	3.200
Pintura de puertas y ventanas, tubería y llaves.	2.700

	Reales.
Arbolado, asientos, lápidas, arreglo de los paseos y demás accesorios. . . . .	32.500
<b>SUMA. . . . .</b>	<b>2.688.564</b>

8.º—DISTRIBUCION INTERIOR.

750 metros lineales de tubería de fundición de 0 <sup>m</sup> ,61 de diámetro interior y 0 <sup>m</sup> ,018 de espesor, á 265 rs., el metro lineal, incluyendo todos los gastos. . . . .	198.750
1970 idem id. de 0 <sup>m</sup> ,45 de diámetro, á 240 rs.	472.800
3.095 idem id. de 0 <sup>m</sup> ,30 id. á 134 id. . . . .	414.730
1.540 idem id. de 0 <sup>m</sup> ,25 id. á 108 id. . . . .	166.320
1.780 idem id. de 0 <sup>m</sup> ,20 id. á 85 id. . . . .	151.300
3.830 idem id. de 0 <sup>m</sup> ,15 id. á 60 id. . . . .	85.026
11.500 idem id. de 0 <sup>m</sup> ,10 id. á 40 id. . . . .	460.000
7.660 idem id. de 0 <sup>m</sup> ,08 id. á 30 id. . . . .	229.800
3.500 idem id. de 0 <sup>m</sup> ,05 id. á 20 id. . . . .	70.000
4 llaves de 0 <sup>m</sup> ,45 de diámetro con las dos caras de bronce, completamente colocadas, pero sin la obra de mampostería ni registro, á 5.000 rs. una. . . . .	20.000
8 idem de 0 <sup>m</sup> ,30 id., á 2.200 id. . . . .	17.600
6 idem de 0 <sup>m</sup> ,25 id., á 2.000 id. . . . .	12.000
15 idem de 0 <sup>m</sup> ,20 id., á 1.800 id. . . . .	27.000
25 idem de 0 <sup>m</sup> ,15 id., á 1.300 id. . . . .	32.500
160 idem de 0 <sup>m</sup> ,10 id., á 850 id. . . . .	136.000
40 idem de 0 <sup>m</sup> ,08 id., á 700 id. . . . .	28.000
25 idem de 0 <sup>m</sup> ,05 id., á 300 id. . . . .	7.500
260 bocas de riego con sus cajas de hierro, completamente colocadas, á 500 rs. . . . .	130.000
Ventosas de diferentes diámetros y sistemas. . . . .	4.700
92.700 kilogramos de piezas especiales, desde 0 <sup>m</sup> ,20 de diámetro interior, hasta 0 <sup>m</sup> ,61,	

Reales.

que comprenden bifurcaciones, piezas curvas, piezas de brida para las llaves, piezas para las bocas de riego, para las ventosas, para los desagües, piezas cónicas, piezas abocinadas y manguitos, á 1.560 rs. la tonelada de mil kilógramos, completamente colocada. . . . .	144.612
64.500 kilógramos de id. id., desde 0 <sup>m</sup> ,05 de diámetro hasta 0 <sup>m</sup> ,20, que comprenden las mismas clases de piezas anteriores, á 1.650 rs. la tonelada de 1.000 kilógramos colocada. . . . .	106.425
Edificio para almacén con todos sus accesorios. .	74.600
Variaciones de las alcantarillas en las calles, construcción de las nuevas, modificación de los caños de acometimiento de las casas, y demás obras accesorias para el buen asiento y colocación de las cañerías. .	293.500
SUMA. . . . .	3.288.163

### RESÚMEN.

Expropiaciones é indemnizaciones de terrenos. .	1.243.700
Obras de los manantiales. . . . .	191.100
Movimiento de tierras y minas. . . . .	2.353.680
Acueducto general. . . . .	3.870.522
Puentes-acueductos y pontones. . . . .	2.014.744
Sifones, comprendiendo los puentes-sifones y cañerías. . . . .	10.561.054
Depósito de recepción y distribución. . . . .	2.688.564
Distribución interior en la población. . . . .	3.288.163
Derechos de Aduanas. . . . .	1.560.000
Gastos generales, judiciales, de oficinas, de inauguración, vigilancia de las obras y dirección y administración de las mismas. . . . .	2.233.503,20
SUMA TOTAL. . . . .	30.005.030,20

## CAPÍTULO III.

### Conservacion del acueducto.

Terminadas las obras del acueducto y de la distribucion, fué preciso organizar el servicio para su vigilancia, conservacion y reparacion, ademas de continuar distribuyendo el agua á los particulares á medida que solicitasen nuevos pedidos.

La falta de vigilancia y conservacion de una obra de esta clase puede dar lugar á consecuencias muy desagradables, y más aún en el caso de Jerez, que se surte hoy sólo con las aguas de Tempul, en cuyo acueducto hay numerosas minas y largos sifones con cargas considerables, donde es fácil que pueda ocurrir algun accidente. Para evitarlo en cuanto sea posible, ó dar aviso á fin de que las reparaciones puedan hacerse inmediatamente, se necesita un personal dedicado única y exclusivamente á este servicio, y que dependa del Ingeniero encargado de la conservacion, para lo cual se establecieron los guardas necesarios bajo el siguiente

## REGLAMENTO

PARA EL

### SERVICIO DE LOS GUARDAS DEL ACUEDUCTO DE TEMPUL.

---

#### CAPITULO I.

##### ORGANIZACION DEL SERVICIO.

Artículo 1.º Para la conservacion permanente y vigilancia del acueducto, se dividirá éste en trozos, en cada uno de los cuales

habrá un Guarda, con las obligaciones que se detallan en el capítulo III, y además un Vigilante, que será Jefe inmediato de aquéllos.

Art. 2.º Para ser admitido Guarda se necesita tener, por lo ménos, veinte años y no pasar de treinta y cinco; haber sido trabajador en el acueducto ó en alguna obra de carreteras ó ferrocarriles, á satisfaccion de sus jefes; no tener defecto físico ni impedimento alguno para el trabajo, y saber leer y escribir.

Art. 3.º El nombramiento de los Guardas corresponde al Ingeniero de la Empresa, y el del Vigilante al Consejo de Administracion, á propuesta del Ingeniero.

Art. 4.º Los Guardas tendrán la residencia en sus respectivos trozos, pero se reunirán en cuadrilla cuando sea necesario hacer algun trabajo en el trozo ó punto que se les designe.

Art. 5.º El Vigilante y los Guardas usarán uniforme, que se compondrá de pantalon y chaqueta de paño pardo, con cuello, vueltas, solapas y vivos de color azul; chaleco de paño azul claro; sombrero redondo con una chapa de metal dorado en el frente, con el número y la leyenda *Guarda del acueducto*. Los botones serán dorados, con la misma leyenda.

Para el trabajo tendrán una pala de hierro, un pico, una espiocha, una alcuza con aceite, un farol, dos espuestas, un martillo y una llave para manejar las compuertas; y los Guardas de los sifones, además de las herramientas anteriores, dos llaves de cruz para abrir y cerrar las de suspension y desagüe.

El armamento será, carabina ó fusil recortado.

El Vigilante se distinguirá con un galon en ángulo con el vértice hácia arriba, que llevará en la parte superior del brazo izquierdo sobre la chaqueta de uniforme.

## CAPITULO II.

### DEL VIGILANTE.

Art. 6.º El Vigilante, como Jefe inmediato de los Guardas y de los peones auxiliares que hubiera necesidad de emplear, tendrá las obligaciones siguientes :

1.ª Acompañar, dentro de la zona del acueducto, al Ingeniero y Ayudantes cuando lo dispongan.

2.ª Recibir las órdenes para los Guardas, comunicárselas y cuidar de su cumplimiento.

3.ª Recorrer dos veces al mes toda la línea variando los días y horas de visita, y además, siempre que fuere preciso, hacer un reconocimiento.

4.ª Dar parte por escrito á su Jefe inmediato de las faltas que cometan los Guardas y de lo que ocurra en el acueducto.

5.ª Formar la nómina de los haberes de los Guardas y la lista de jornales de peones que hubiese en caso de reparacion, y hacer el pago.

6.ª Cuidar de las herramientas, materiales, útiles, armas, prendas de vestuario y demas efectos del servicio que existan en poder de los Guardas ó depositados de la línea, procurando se conserven en buen uso.

Art. 7.º El Vigilante reconocerá por su Jefe inmediato al Ayudante encargado de la conservacion del acueducto, sin perjuicio de recibir las órdenes é instrucciones directamente del Ingeniero de la Empresa.

Art. 8.º Instruirá á los Guardas acerca de la inteligencia de este Reglamento, y de la conducta que han de observar con los que tratasen de hacer daño en el acueducto, á fin de evitar aquéllos y que se castiguen los cometidos, sin dar lugar á cuestiones ni disputas.

Art. 9.º Tendrá en su poder un cuaderno, donde constarán por inventario todas las herramientas y efectos expresados en el pár-

rafo 6.º del art. 6.º, y en hojas separadas del mismo se anotará el número y clase de las que se entreguen á cada Guarda.

Art. 10. En el caso de que hubiese algun accidente en el acueducto, reunirá á los Guardas sin dilacion alguna, dando parte á su Jefe inmediato, y dispondrá lo que crea más conveniente para evitar ó reparar los daños miétras no reciba instrucciones.

Art. 11. Cuando ocurriese el fallecimiento ó separacion de un Guarda, ó su ausencia de la línea por enfermedad, el Vigilante recogerá las herramientas, armas y demas efectos del servicio que aquél tuviese en su poder, encargando de la vigilancia del trozo por mitades á los dos Guardas inmediatos, miétras se repone la plaza vacante.

### CAPITULO III.

#### DE LOS GUARDAS.

Art. 12. Los Guardas son los encargados de la conservacion permanente y vigilancia del trozo que les está señalado, y sus obligaciones son las siguientes :

1.<sup>a</sup> Permanecer en la zona del acueducto todos los dias del año, desde que sale el sol hasta que se pone, excepto los que por instruccion especial se les señale.

2.<sup>a</sup> Recorrer su trozo dos veces al dia, uno de ida y otro de vuelta, para reconocer el estado del acueducto, de los registros, casas de desagüe y puentes-acueductos.

3.<sup>a</sup> Abrir y cerrar los desagües en los dias y horas señaladas, con arreglo á la instruccion que recibirán por escrito el 1.º de Marzo y 1.º de Octubre.

4.<sup>a</sup> Engrasar bien los tornillos de las compuertas de las almenaras, para que funcionen con regularidad, y cuidar que todas las llaves de los registros estén corrientes.

5.<sup>a</sup> Bajar diariamente á uno ó dos registros, segun el número que haya en el trozo, á fin de que en la semana queden todos recorridos.

6.<sup>a</sup> Prevenir los daños que los transeuntes puedan ocasionar, y denunciar á los que maliciosamente traten de hacerlos.

7.<sup>a</sup> Evitar que los ganados se arrimen y degraden las casillas de los sifones, los puentes-acueductos, los registros, los trozos de acueducto fuera del terreno y las almenaras.

8.<sup>a</sup> Ejecutar los trabajos de conservacion y reparacion que sus Jefes les ordenen, cuando sea necesario.

9.<sup>a</sup> Cuidar de las herramientas, materiales, útiles, armas, prendas de vestuario y demas efectos del servicio que existan en su poder ó dentro del trozo de su cargo, procurando su buen uso y conservacion.

10. Obedecer al Vigilante como á su Jefe inmediato en cuanto le prevenga relativo al servicio.

Art. 13. Los Guardas llevarán siempre el uniforme y distintivos que les están señalados, y cuando recorran su trozo, lo harán con la pala de hierro ó la llave de cruz.

Art. 14. Siempre que algun Guarda notase desperfectos en el acueducto, lo comunicará al Vigilante cuando éste haga su visita, y si fuere de consideracion hasta el punto de cortarse el agua, pondrá un parte por escrito, que pasará de uno á otro Guarda hasta Jerez, ó hasta encontrar el Vigilante, si éste se hallase recorriendo la línea. Si el accidente proviniese de la rotura de un tubo, ántes de dar parte y sin perder un momento, abrirá la llave de desagüe anterior al tubo roto, para que el agua, saliendo por éste, no cause perjuicios.

Art. 15. Cuidarán los Guardas que no se hagan en la zona que pertenece á la Empresa, chozas, edificios, ni obra de ninguna especie, así como tampoco que se depositen materiales. En el terreno cercado del manantial no permitirán la entrada del ganado ni de los transeuntes, considerándose en todo como una propiedad particular.

Art. 16. Los Guardas no podrán salir de sus trozos sino en los casos siguientes :

1.º Cuando vayan á correr partes.

2.º Cuando el Guarda inmediato le pida auxilio.

3.º Cuando reciba orden ó aviso de cualesquiera de sus Jefes para que se reúnan en cuadrilla, en cuyo caso se presentará sin dilacion alguna en el punto que se le designe.

Art. 17. El Guarda de Tempul, ademas del servicio del trozo que tiene á su cargo, cuidará :

1.º De las compuertas de toma y desagüe en los manantiales y de la limpieza y aseo de la casa de la Empresa.

2.º De llevar un registro, con arreglo al modelo que se le entregue, de la altura de agua que entra en el acueducto diariamente, así como de las observaciones relativas al aumento ó disminucion de los manantiales.

3.º Del arbolado comprendido en el terreno cercado de propiedad de la Empresa, no consintiendo pernoctar á persona alguna en la casa, sin el correspondiente permiso.

Art. 18. El Guarda del Depósito de Jerez, ademas de las obligaciones generales de los demas Guardas, deberá :

1.º Cuidar de abrir y cerrar las llaves de todos los servicios del Depósito, con arreglo á las instrucciones que se le comuniquen.

2.º Cuidar del arbolado de los paseos que rodean y conducen al Depósito, de su riego, y de quitar la yerba de dichos paseos.

3.º Limpiar el vestíbulo, galería y cámara de llaves.

4.º Enseñar el Depósito con todos sus accesorios á las personas que lleven permiso, cuidando que no hagan daño ni arrojen objeto alguno al agua.

Art 19. Se prohíbe á los guardas emplear caballería ó carro de su propiedad, cuando haya de hacer alguna obra de reparacion.

Art. 20. Cuando un Guarda se ponga enfermo puede retirarse al pueblo inmediato, avisando á los Guardas próximos, hasta que éstos puedan hacerlo al Vigilante en su primera visita.

Art. 21. Cuando el Guarda tenga que hacer alguna solicitud de licencia ó reclamacion por escrito en asunto del servicio, deberá entregarla al Vigilante para que la dé la tramitacion correspondiente.

Art. 22. La Empresa costeará el primer vestuario de uniforme

á los Guardas, siendo obligacion de éstos su reposicion y buena conservacion. Si el Guarda fuere despedido dentro del año de la entrega del uniforme, devolverá todas las prendas que le hubiesen dado, y en cualquier tiempo que sea despedido entregará la chapa del sombrero, los botones y la carabina.

#### CAPITULO IV.

##### DE LOS SUELDOS, PREMIOS Y CASTIGOS.

Art. 23. Los sueldos de los Guardas y Vigilante se fijarán por el Consejo de Administracion.

Art. 24. Los Guardas optarán á un premio de 200 rs., que se dará en la segunda quincena de Diciembre, al que más se haya distinguido por su celo y buen comportamiento.

La propuesta de dicho premio la hará el Ingeniero de la Empresa al Consejo de Administracion. No habrá premio cuando los guardas no hayan hecho más que cumplir con su deber.

Art. 25. No podrá recaer el premio anual en un Guarda que haya sido castigado en el año.

Art. 26. Por la falta de simple insubordinacion ó de exactitud en las obligaciones generales, se podrá rebajar á los Guardas desde uno á tres dias de haber.

Las faltas graves de insubordinacion y los castigos repetidos, serán causa para ser separados.

Art. 27. Cuando el Guarda, por sus achaques ó avanzada edad, no tenga la aptitud y actividad necesarias para el desempeño de sus funciones, se le darán cinco reales diarios de retiro, siempre que tenga veinticinco años de servicio.

---

Con la observancia de este Reglamento, y elegidos los Guardas de los operarios más antiguos y que más se han distinguido en las obras, y por consiguiente que conocen perfectamente las

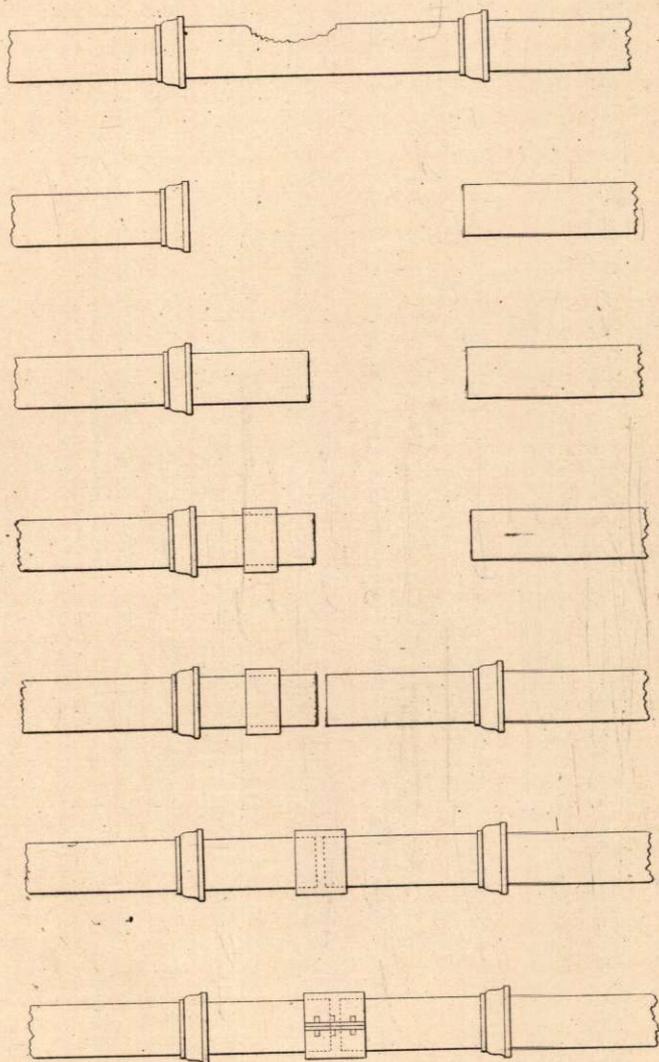
condiciones del trozo que vigilan, se ha venido haciendo el servicio con gran regularidad. Los accidentes que han tenido lugar desde la terminacion de las obras, han sido la rotura de algunos tubos en los sifones y el desprendimiento de una masa de terreno en la ladera llamada de los Derrumbios, arrastrando consigo un trozo de acueducto de 50 metros de longitud y trasladándolo á 20 metros de distancia.

Este hecho, que se presenta con frecuencia en terrenos de esta clase, como lo indica el nombre mismo que tiene esta localidad, fué efecto de las filtraciones producidas por el desagüe de una almenara, que dió lugar al corrimiento del terreno sobre las capas de arcilla. La reparacion se hizo sin suspender el servicio, colocando provisionalmente dos filas de tubos de barro de 0<sup>m</sup>,45 de diámetro para dar paso al agua inmediatamente, y despues se desvió el trozo de acueducto, introduciéndose más en la ladera, asegurando de este modo el asiento de la obra. Esto se hubiera evitado siguiendo el trazado A B C D indicado en la página 60.

La rotura de los tubos de los sifones, cuando éstos tienen cargas tan considerables, es casi inevitable, sobre todo al principio de su colocacion y cuando los tubos son de mucha longitud y hay asientos desiguales en el terreno. La sustitucion de un tubo por otro es una operacion que puede hacerse con rapidez, y entre tanto el Depósito surte á la poblacion sin que se observe ni se haga sensible la suspension del agua, lo cual tiene lugar cuando los sifones no se componen más que de una fila de tubos (pág. 98), caso muy general en la mayor parte de las conducciones, que tienen que satisfacer, en primer término, á la cuestion económica.

Para conseguir la pronta reparacion, se han distribuido tubos de repuesto á lo largo de los sifones, con sus manguitos correspondientes, tanto sencillos como de segmentos (lám. 9.<sup>a</sup>) y á 500 metros de distancia unos de otros. La rotura puede ocurrir de dos modos, ó saltando un pedazo en sentido longitudinal, ó bien formándose una grieta transversalmente, como se ha descrito en la página 85, en cuyo caso se aplican los manguitos de segmentos.





En el primer caso la operacion para reemplazar un tubo por otro, se hace de la manera siguiente : se empieza por abrir el desagüe anterior, á fin de dejar en seco el trozo de sifon en que se halla el tubo, lo que ya ha debido practicar el Guarda, segun lo prevenido en el art. 14 del Reglamento ; entónces se descubren las juntas y se calientan por medio de una hoguera de leña, para que se derrita el plomo y quede libre el tubo; se rompe éste y se deja completamente libre el espacio que ocupaba; en este estado, se tienen preparados dos pedazos de tubo cuyas longitudes sumadas compongan la del que se va á reemplazar, ménos cinco ó seis centímetros, huelgo suficiente para poder introducir oblicuamente los dos trozos de tubo en el sitio que han de ocupar definitivamente; ántes de poner el segundo se mete el manguito que ha de cubrir la nueva union que forman los dos pedazos aislados, y cuando todo está bien dispuesto, se emploman las juntas con los tubos anterior y posterior del sifon, y despues las dos del manguito, introduciendo por ambos lados filástica de cáñamo para cubrir el espacio que ha quedado entre los tubos, y por último el plomo por ambos lados. La serie de operaciones que hemos indicado se han representado en las figuras de la adjunta lámina.

Cuando la rotura se verifica trasversalmente, presentando solamente una raja en este sentido, entónces basta aplicar un manguito directamente, el cual está compuesto de dos segmentos que se unen por medio de tornillos, haciéndose la junta con filástica y plomo, como en el caso anterior. Esta operacion se ha hecho en sólo tres horas, para lo cual es preciso tener el material y las herramientas preparadas en las casillas de los Guardas, á fin de que no haya que trasportar desde mucha distancia lo necesario para la reparacion.

En el caso que sea preciso reemplazar un tubo por completo, la operacion es más entretenida, sobre todo si hay que hacer agotamientos, por la inundacion que puede producir el agua que haya salido de la rotura, y entónces la operacion puede prolongarse hasta veinticuatro horas.

Para el buen servicio y asistencia inmediata de los Guardas

se han construido casillas donde puedan habitar, permaneciendo de este modo constantemente en la línea del acueducto; y en el puente del rio Guadalete se ha agregado un almacén con las herramientas, aparatos y materiales necesarios para la reposición de los tubos, así como para la conservación del puente, que, como ya hemos indicado (pág. 97), es la obra que más cuidado necesita en el acueducto, y que dadas las malas condiciones de este rio, pudiera en años extraordinarios dar lugar á algun accidente desagradable.

---

---

---

## APÉNDICE.

---

Nota 1.<sup>a</sup>—Pág. 16.

Mucho se ha escrito sobre Cádiz y Jerez, pero en gran parte yace en manuscritos antiguos muy extensos y en poder de algunas familias de estas poblaciones, que sería largo y prolijo el encontrar. Siendo nuestro objeto únicamente reconocer la época en que fué construido el antiguo acueducto de Tempul que conducía las aguas á Cádiz, y cuyos restos hemos encontrado y examinado repetidas veces en varios puntos de su trayecto, trascribiremos sencillamente las noticias relativas á este asunto, tomadas de las obras que se han ocupado de ello.

En la *Crónica general de España*, de Florian de Ocampo, 1578, en el lib. I, cap. XVII, se lee:

«Muy mayor vanidad es lo que hablan de la hija de este rey Hispan, llamada Iberia, con ciertos edificios que por su causa dicen haberse labrado dentro de Cádiz para le traer agua dulce por caños desde léjos. Pues aquellos caños fueron tambien obras edificadas en el tiempo que, como ya dije, los españoles imitaban las usanzas romanas en todas sus costumbres y negocios. Fueron hechas á costa de Cornelio Balbo, cónsul romano, natural de Cádiz, varon riquísimo que por sobrenombre llamaron Garamántico, por haber sojuzgado al Imperio romano la nacion de los garamantes, muy pocos años ántes que Nuestro Señor Jesucristo naciere. El cual Cornelio Balbo hizo guiar estos acueductos hasta Cádiz desde Tempul, pueblo que solia ser en el Andalucía, pasándolos en la Isla con sus aguas encañadas por la puente que

llaman agora de Zuazo, segun que adelante muy por extenso lo declararemos.»

---

EMPORIO DEL ORBE Ó GADES ILUSTRADA, por el Reverendo Padre Fray Jerónimo de la Concepcion. — *Amsterdam*, 1690, pág. 97.

«El acueducto romano de Tempul, que está arruinado hoy por completo, conducia á Cádiz, en los últimos tiempos de la República y primeros siglos del Imperio, las aguas de la sierra de las Cabras, del término de Jerez. A unas tres leguas del manantial, para salvar un gran barranco, pasaba el agua por un acueducto formado de arcos de ladrillo, de donde tomó el sitio el nombre de los Arquillos: corria despues por la mesa de Bolaños, junto á la Cartuja y entrando en el Arrecife y atravesando por las viñas de Puerto Real, se metia por unos arcos en la puente de Zuazo, y continuando la cañería por la playa de Mediodía, descargaba sus aguas en siete arcas ó albercas, á manera de aljibes, de 200 piés de largo por 70 de ancho, situadas en el punto que hoy ocupa la Puerta de Tierra, la ermita de San Roque y el antiguo Matadero, todo segun refiere un antiguo historiador de Cádiz »

D. Antonio Ponz, secretario que fué de la Academia de Bellas Artes de San Fernando é hizo un viaje artístico por España hácia 1770 y 1791, dice, entre várias cosas mezcladas y en forma de epístola dirigida á un supuesto amigo suyo, en el tomo 17:

«La primera construccion del puente de Zuazo casi se puede reputar inmemorial como el canal, para cuyo paso fué construido; pero atendida la cualidad de la obra, el sitio y profundidad de las aguas, se tiene comunmente por edificio romano, y tal lo han creido varios historiadores nacionales, sin que sea fácil acertar con la época de su fundacion, ni con quién fuese el artífice ó el que lo mandó hacer. Se tiene por cierto que en tiempo de la dominacion gótica se mantuvo intacto, y que los moros lo arruinaron despues.

Reinando D. Alfonso el Sabio, que ganó á Cádiz el año de 1262, se pasaba el puente por un gran enmaderamiento que car-

gaba sobre sus estribos y pilares antiguos. Mandó hacer un castillo que llamaban el Castillo del Puente, y en él ponía un Alcalde de la ciudad de Cádiz; consta por privilegio dado en Guadalajara á favor de la misma Cádiz, en 1.º de Setiembre de 1376.

Así continuó dicha ciudad á nombrar alcaides, hasta que el Rey D. Juan el II hizo merced del castillo y puente á un criado suyo llamado Juan Sanchez de Zuazo, á quien dicho monarca nombró despues, por uno de los de su Consejo, y durante sus dias se mantuvo en esta posesion: pero Cádiz contradijo la donacion y alcaidia del puente, y se le despojó del empleo; bien que atendiendo luégo á que era voluntad del Rey mantener dicho nombramiento, y al respeto debido al monarca, convino en que quedase dicho caballero, aunque con sola la tenencia, pasando de él á su hijo, que obtuvo la posesion con mejor efecto.

Desde aquel tiempo tomaron castillo y puente el nombre de Zuazo. Contra el hijo del expresado D. Juan, llamado Pedro de Zuazo, conserva la ciudad una provision de Enrique IV, despachada en Arévalo, año de 1454, mandando que no se cobrase pontazgo de los vecinos de Cádiz por estar el puente en su término y jurisdiccion.

El expresado D. Pedro, por evitar contestaciones, conmutó el castillo y propiedad del puente con algunos cortijos de valor, que obtuvo de D. Pedro Ponce de Leon, entónces Marqués de Cádiz: el expresado Juan de Zuazo fué á 24 de Jerez de 1490.

Deteriorándose más el puente con los años, se restauró en tiempo del Señor Carlos V, hácia el de 1540, habiendo impuesto el uno por ciento de todas las mercancías de Levante y Poniente que fondeasen en la bahía de Cádiz sin contratarse ni venderse, cuyo derecho cesó el año de 1596 con motivo de la invasion y saqueo que padeció Cádiz de parte de los ingleses. El derecho impuesto por el Señor Carlos V se renovó en tiempo del Señor Felipe III, el año de 1617.

Consta el puente de cinco arcos. Su antigüedad la corrobora con toda evidencia el aqueducto de aguas de Tempul, con que en tiempos remotos se surtía Cádiz, y ciertamente pasaba por él

dicho aqüeducto. Florian de Ocampo, lib. 1, cap. 17, á quien siguen otros historiadores, se arriesga á afirmar que el puente fué construido por Cornelio Balbo el menor, insigne gaditano, diez y siete años ántes de la venida de Cristo.

Venian las aguas del término de Jerez junto al sitio nombrado hoy de las Cabras, contiguo al Castillo de Tempul, y terminaba en Cádiz, segun se persuaden algunos, en la plazuela que hoy llaman de San Roque.

Hace siete ú ocho años que se intentó restablecer y reedificar este antiguo aqüeducto, y en parte se limpiaron en la distancia de cuatro léguas algunos depósitos, estaqueando y señalando lo demas del aqüeducto hasta el mismo puente de Zuazo.

Los planos de la obra que habia de hacerse, de sus utilidades, costo, arbitrios, etc., los puede V. ver en el papel que entóncesse dió á luz en Cádiz con motivo de la empresa, y podrá ser útil por si en adelante se restaurase dicho proyecto; aunque en las presentes circunstancias más sería una empresa de lujo que de necesidad.

El castillo de Tempul está situado, como tengo dicho, en territorio de Jerez, de cuya ciudad dista ocho leguas, dos y media de Arcos, media de las nuevas poblaciones de Algar y doce de Cádiz. Despues de haber servido aquel manantial para dos molinos, se introduce en el riachuelo Majaceite, y luégo éste en Guadalete. La antigua cañería de los romanos se reconoció posteriormente por D. Pedro Angel Albisu, arquitecto mayor de Cádiz, y segun me ha informado, iba por la boca del riachuelo de la For, sobre un elevado puente de tres ojos: despues por la dehesa de Palmetin, por la de Dos Hermanas, por los arquillos del cortijo de Guerra, por los piñales de Chiclana al castillejo, bajando al rio Zurraque y puente de Zuazo; y siguiendo por el antiguo arrecifé de Cádiz, llegan sus vestigios hasta introducirse en el mar grande por occidente, ántes de llegar á la ciudad; lo que es una prueba clara de que por allí el agua ha ganado tierra.»

---

NOTICIAS DE LOS ARQUITECTOS Y ARQUITECTURA DE ESPAÑA DESDE LA RESTAURACION, por D. Eugenio Llaguno y Amirola, ilustradas y acrecentadas con notas, adiciones y documentos, por D. Juan Agustin Cean Bermudez. —Madrid, 1829, pag. 244, tomo II.

Por Cédula de 10 de Febrero de 1569, dice el Rey: «Hame parecido bien la prevencion que se hace de materiales para la acequia de Colmenar, miéntras viene Francisco Siton; y así lo será que se dé priesa á Joan Miguel para que venga á hacer su nivelacion, pues va haciendo la suya Juan de Castro y los demas, para que despues se pueñan confrontar con las del Ermitaño Mariano (1), y que venido Siton, se sepa lo que conviene».

Por último, el ilustrado y eminente Ingeniero Inspector del Cuerpo de Minas, D. Luis de la Escosura, en la Memoria de su proyecto de conduccion de aguas á Cádiz, formulado en 1863, despues de resumir las noticias anteriores, termina diciendo:

«En dos ocasiones diferentes, segun mis noticias, se ha intentado seriamente la restauracion del acueducto de Tempul. En tiempo de Felipe II, el venerable Padre carmelita Ambrosio Mariano, por órden del Rey «vió y tanteó con admiracion aquella cañería para disponer su conducto á la ciudad de Xerez» (2). El Conde O'Reylli, que mandó en Cádiz desde 1779 á 1786, trabajó activamente en intentar la famosa restauracion del acueducto de Tempul, que fué reconocido por el arquitecto D. Enrique Perosini.»

---

(1) Este ermitaño, que lo era del Tardon en el reino de Córdoba, se llamaba el ermitaño Ambrosio Mariano. Habia nacido en Italia de familia muy ilustre, y despues de haberse allí graduado de doctor en Derecho y estudiado las Matemáticas con aprovechamiento, se vino á España en peregrinacion y se retiró al Tardon. La obediencia le envió á Madrid á negocios de importancia de la Comunidad, y andando en ellos concurría á la casa de Doña Leonor Mascarreñas, aya del príncipe D. Carlos. Entónces hubo de conocerle Felipe II, á quien no se le escapaba ningun hombre de mérito y saber, y le encargó la nivelacion de la acequia de Colmenar y otras obras. Pero como concurríese tambien á la casa de la Sra. Mascarreñas, Santa Teresa de Jesus, gran amiga suya, que trataba á la sazón de la reforma de su Orden *Carmelitano*, se le aficionó el hermano Ambrosio y tomó el hábito en Pastrana el 13 de Junio del mismo año 1569, donde vivió y falleció con opinion de buen religioso y de sabio ingeniero.

(2) Emporio del Orbe.

Nota 2.<sup>a</sup>—Pág. 21.

INFORME AL ALCALDE DEL PUERTO DE SANTA MARÍA EL AÑO DE 1854, por el Ingeniero que suscribe, acerca de las causas de la escasez de agua que se observa en el abastecimiento de la poblacion y de los medios de evitar este conflicto.

En virtud de la comision que se ha servido darme V. S. para investigar las causas por las cuales no llega á la caja de la Victoria más que una pequeña cantidad de agua, lo que está produciendo un conflicto en la poblacion, para indicar los medios de poderlo evitar con la premura que el caso exige, y para proponer, por último, lo que convenga en lo sucesivo; despues de ponerme de acuerdo con el señor Secretario respectó al dia señalado por V. S., he pasado á los manantiales de la Piedad, en union con el maestro de obras de la ciudad, y habiendo examinado en presencia de V. S. y de la Comision del Excmo. Ayuntamiento, los referidos manantiales y tomado en éstos y las galerías cuantos datos y noticias han sido precisas, auxiliado por el referido maestro, paso á exponer mi opinion.

Las aguas denominadas de la Piedad, de donde se surte la poblacion del Puerto de Santa María, tienen su origen al pié de la sierra de San Cristóbal, en la inmediacion de la carretera general, á seis kilómetros de esta poblacion y de diez á once metros sobre el nivel de la bajamar de equinoccio.

Estas aguas se presentan en tres distintos sitios, pero comprendidos en un radio de 300 metros, de la manera siguiente :

1.º En una serie de galerías abiertas en roca caliza, siguiendo una forma irregular, para ir buscando los veneros y salideros del agua, unas revestidas y otras dejando la roca natural, tal como quedó al ejecutar la perforacion. Estas galerías que en la localidad denominan *salones*, en número de quince y de ancho muy variable, segun el cróquis acotado que posee el Ayuntamiento y que se ha tenido á la vista, dan una longitud de cerca de 500 metros y una extension de 2.800 metros cuadrados, con una profundidad

media de agua de 0<sup>m</sup>, 40 ; es decir, que hay un volúmen de 1.120 metros de agua detenida.

2.º En el pozo de los Alamos, que es un abundante nacimiento cercado con un brocal, por lo que sin duda se le ha dado el nombre de pozo, y en el cual se ha hecho subir el nivel del agua conteniéndola con el brocal, en perjuicio de la que puede manar ó producir dicho nacimiento.

3.º En las fuentes del Marqués del Castillo, y otros pequeños manantiales, con los cuales se riegan las huertas y naranjales.

Estas aguas, conducidas por medio de un acueducto de 500 metros de longitud próximamente, se reúnen en un pequeño depósito, de donde parte el acueducto, que faldeando la ladera de la sierra las conduce á la caja de la Victoria, para desde allí distribuir las en la poblacion.

En el curioso documento que existe en el Archivo del Municipio y he tenido á la vista, acerca de las obras que se ejecutaron á fines del siglo pasado y del coste que tuvieron, se dice que para elevar el agua de estos manantiales se construyó un murallon de sillería que rodeaba las galerías, á fin de evitar la filtracion y escape del agua que se perdía en las marismas, en vez de seguir el acueducto; pero que no habiéndose conseguido esto más que en parte, se construyó á cierta distancia del primero y más bajo, un segundo murallon con varios contrafuertes, que no sólo contuviese las filtraciones, sino que sostuviera el nivel del agua todo lo más alto posible, para que pudiera llegar así al Puerto de Santa María. Este procedimiento se viene empleando desde muy antiguo para elevar el agua de los manantiales, y en mi concepto ha producido grandes y graves inconvenientes.

Generalmente se establece alrededor de un nacimiento un muro circular, que conteniendo el agua, la hace subir sobre su nivel ordinario en los primeros momentos, produciendo como es consiguiente una presión que va aumentando á medida que crece la altura del agua; esta presión va equilibrando la fuerza ascensional del nacimiento por la cual sale el agua á la superficie, y disminuyendo naturalmente su producto, hasta ocurrir como en

algunos casos, que el equilibrio sea completo y el agua del nacimiento se filtre por otro sitio y vaya á presentarse á grandes distancias, algunas veces desconocidas.

Esta sencilla relacion de lo que se ejecutó en los manantiales de la Piedad en la época referida, y la observacion de lo que hoy sucede, segun el detenido reconocimiento practicado en las galerías, pozo de los Alamos y acueducto, nos conduce al conocimiento claro y sencillo de las causas que tratamos de investigar: en efecto, los nacimientos de agua que provienen de las filtraciones naturales del terreno, van descendiendo de nivel á medida que escasean las lluvias, puesto que las aguas contenidas en las capas arenosas y filtrables, detenidas por las arcillosas é impermeables, forman un depósito natural, cuyo nivel va descendiendo á medida que va saliendo el agua y no se repone, exactamente lo mismo que sucede en un depósito construido artificialmente donde se consume el agua y no recibe.

En los países meridionales, y muy especialmente en nuestras provincias del Mediodía, donde se pasan cinco ó seis meses sin que llueva, hay manantiales cuyas salidas de agua descienden más de tres metros durante el período indicado; y si no en tan gran escala, porque tampoco los manantiales de la Piedad son abundantes, el nivel va bajando á medida que avanza la estación y se retardan las lluvias. Pero hay más; los murallones, como hemos visto, tienen contenidas y forzadas las aguas, y con el tiempo estas construcciones se van destruyendo y dando paso á las filtraciones, que aparecen en gran abundancia en la vega y caño de la Piedad, lo cual hace que el nivel descienda hasta encontrarse como sucede actualmente, que apenas excede cinco á seis centímetros de la solera del acueducto, y por lo tanto no podría conducirse por éste más que una corta cantidad, aun cuando las aguas fuesen abundantes, miéntras no se hiciese descender su solera para que el agua tomára mayor altura. Y por último, á todo esto hay que agregar el mal estado del acueducto en algunos trozos, que permite haya filtraciones y salidas que disminuyen notablemente la cantidad que llega á la poblacion.

Así, pues, para que las aguas que producen los manantiales de la Piedad puedan utilizarse de la mejor manera posible, en el abastecimiento de la ciudad del Puerto de Santa María, creo que debería hacerse lo siguiente:

1.º Limpiar y sanear todas las galerías y filtraderos naturales que se encuentran ahora en el fondo y paredes de dichas galerías, pero sin hacer grandes excavaciones, sino dejando descubiertas y como se dice vulgarmente, *colgadas las aguas*, para que afluyan por su corriente, sin presión ninguna, hasta un pequeño depósito que debería establecerse tres metros más bajo que está el actual. A este depósito acudirían todas las aguas que se encuentran ahora detenidas, así como las que se filtran y van á encharcar las marismas.

2.º Construir un nuevo acueducto con la misma pendiente y sección que tiene el actual, que partiendo del pequeño depósito, llegase hasta la caja de la Victoria, á un nivel tres metros más bajo, desde donde podría elevarse el agua por medio de una máquina de vapor para hacer la distribución directamente á las fuentes y de éstas á los particulares. Puede también montarse la máquina en el mismo depósito de la Piedad y elevar el agua por la falda de la sierra de San Cristóbal hasta una altura conveniente, para que por medio de un sifón de hierro que tendría 6 kilómetros de longitud, llegase á un depósito que debería establecerse en la terminación de la calle de San Juan, á la izquierda de la carretera que va á Sanlúcar, punto más alto de la población y desde el cual se dominaría ésta por completo, para hacer la distribución con toda facilidad hasta los pisos más altos de las casas.

Este procedimiento sería el más conveniente y el definitivo para que la ciudad del Puerto de Santa María tenga un abastecimiento completo, ya que la naturaleza la ha dotado de aguas buenas y tan inmediatas; pero como por una parte esto sería largo y costoso, y por otra, según lo que V. S. me ha manifestado, se trata de evitar y con premura el conflicto que ocurre en la población, considero que debería colocarse provisionalmente en el pozo de los Alamos, que es el venero más abundante, una bomba mo-

vida por hombres ó por una caballería, que eleve el agua unos dos metros, para echarla en el acueducto, salvando así la diferencia que existe de nivel; con esto se aliviará algun tanto la escasez de agua en la presente, y cuando las lluvias vuelvan á reponer los depósitos naturales elevando su nivel, convendria proceder:

1.º A recorrer bien todo el acueducto, especialmente en los trozos que se encuentran en mal estado, revistiéndole de una capa de hormigon hidráulico, hecha con esmero, de cuatro á cinco centímetros de espesor, cubierta con un enlucido de cemento hidráulico bien bruñido, para evitar las filtraciones y pérdidas de agua. Esta operacion podrá hacerse sin interrumpir el servicio actual, puesto que el acueducto tiene seccion suficiente, para lo cual se puede colocar un pequeño tabique intermedio, dirigiendo el agua por una mitad, miéntras se reviste y enlucé la otra, repitiendo la misma operacion al otro lado cuando ésta se haya terminado.

2.º Establecer una locomóvil ó pequeña máquina de vapor que ponga en movimiento una bomba centrífuga, que tan excelentes resultados están dando, para elevar á la pequeña altura de dos metros y echar la cantidad de agua necesaria, como suplemento únicamente á la que pueda conducir directamente el acueducto de los manantiales, hasta satisfacer las necesidades ó consumo de la ciudad y abastecer la caja ó arca del muelle que sirve para el suministro de Cádiz. La máquina, pues, no necesitaria funcionar más que el tiempo preciso en cada día y en las estaciones que el nivel del agua descienda demasiado. Suponiendo que fuera preciso elevar diez litros por segundo, ó sean 864 metros cada veinticuatro horas, con una máquina de dos caballos habria sobradamente, cuyo coste con la bomba, colocacion y montaje, no excederia de 20.000 rs.

De este modo se conseguiria tener surtida la poblacion, sin temor á los conflictos que una prolongada sequía puede producir, y con un gasto relativamente pequeño, que consideramos sería hasta reproductivo. puesto que el consumo en Cádiz va en aumento y compensaria quizá los gastos necesarios para llevar á cabo la reparacion indicada. — El ingeniero, ANGEL MAYO.

Nota 3.<sup>a</sup>

Cuando se pensó en Agosto de 1861 en el abastecimiento de aguas de Jerez, la primera idea fué formar una sociedad para la conduccion de las potables y de riego; pero al formular el proyecto se expuso la dificultad de combinar ambos servicios. En efecto, en el surtido de una poblacion, el agua debe ser clara y trasparente, conducirse por un acueducto cerrado, y en cantidad pequeña relativamente, puesto que se ha visto que con 200 litros por dia y habitante se satisfacen completamente todas las necesidades, miéntras que en los riegos, por el contrario, debe ser muy abundante, cargada de sedimentos y sustancias que, si es posible, sirvan de abono; el canal ademas puede ir abierto, debiendo ejecutarse con la mayor economía posible, puesto que el canon que debe imponerse á los terrenos de regadío ha de ser muy pequeño (\*). Todas estas circunstancias son incompatibles para que puedan reunirse en una misma obra; así, pues, en el proyecto de Jerez nos fijamos exclusivamente en el abastecimiento de la poblacion con el riego de las huertas y jardines inmediatos, dejando para un estudio especial la cuestion de los riegos en grande escala.

En un clima como en Andalucía este asunto es de gran importancia, pues es admirable ver cómo se desarrolla la vegetacion cuando hay agua abundante, así como muy sensible el número de cosechas que se pierden por la falta de riego; pero la gran dificultad está en encontrar caudal suficiente. En los rios Guadalete y Majaceite disminuye su corriente de tal manera en el verano, que ha habido años que aforadas todas las aguas reunidas en el puente de Cartuja, no han dado más que 800 litros por segundo, miéntras que en el invierno se hay algunos años grandes inundaciones que cubren los terrenos bajos, produciendo ademas grandes desastres, pues se presentan los rios como si fue-

---

(\*) *Memoria sobre el riego de los campos de Madrid*, pág. 76.

sen de primer orden. Várias veces al recorrer las cuencas de estos rios hemos pensado en la manera de utilizar estas aguas, y sin salir del término de Jerez, la solucion que consideramos más conveniente para desarrollar los riegos en grande escala es la que vamos á exponer ligeramente en esta nota.

A la salida de la poblacion y en direccion del N. E. se encuentra una extensa llanura cuyos terrenos casi de nivel, ó con ligeras pendientes, llamados «los llanos de Caulina» parecen dispuestos ya por la naturaleza para ser regados en una extension que no baja de 40.000 hectáreas, cruzados por el ferro-carril y la carretera de Sevilla y con poca elevacion sobre el rio Guadalete. Esta gran extension de terreno, si pudiera regarse y emplear ligeros abonos, pues el clima no exige otra cosa, sería una inmensa riqueza para el país, y sin entrar aquí en la cuestion económica, indicaremos solamente la solucion técnica.

Fijándonos en el segundo proyecto consignado en la Memoria (pág. 49), aunque en extracto, en el cual se proponia la toma de aguas del rio Majaceite y sitio denominado *La Angostura*, por medio de una presa de ocho metros de altura y adoptando este punto de toma, podria seguirse el mismo trazado señalado en la lámina 1.<sup>a</sup> con línea de trazos, en los cinco ó seis primeros kilómetros y cruzando el rio Guadalete por el puente de la junta de los rios, continuar por el arroyo de Gedula hasta los llanos de Caulina; es decir, que con un canal de 17 kilómetros de longitud próximamente, abierto en terreno fácil, pues el paso del Guadalete podria hacerse con un sifon de muy pequeña carga, utilizando el puente indicado, podrian conducirse las aguas hasta los terrenos que se trata de regar.

Para obtener la cantidad de agua necesaria, observemos que los rios que forman la cuenca del Guadalete no tienen apenas caudal en la época que hace falta; por lo tanto, sería preciso producir embalses en el cauce mismo de los rios y en las cañadas que forman sus afluentes, haciendo presas en varios sitios, pues á ello se prestan muy bien los accidentes y configuracion del terreno, así como la angostura llamada de Bornos en el rio Guada-

lete, que por medio de una acequia podria enlazarse con el canal indicado.

No siendo por medio de pantanos, puede asegurarse que lo mismo en esta localidad que en otras muchas de España, los riegos se hacen imposibles por falta de agua; pues en climas como el de la provincia de Cádiz, donde las sequías son tan frecuentes y tan prolongadas, se agotan los manantiales y orígenes de los rios.

Hay otros terrenos que podrian tambien regarse en el mismo término de Jerez y en la cuenca de que nos estamos ocupando; pero ni su extension ni el caudal de aguas disponible merece fijar la atencion, tratándose de los riegos en grande escala.

#### Nota 4.<sup>a</sup>

Como complemento de los documentos incluidos en este Apéndice, hemos creido conveniente hacerlo de los Estatutos que el Gobierno impuso á la Sociedad, y que son los que hasta ahora han venido rigiendo, si bien convendria introducir algunas reformas, que la práctica ha indicado ser indispensable.

## ESTATUTOS

DE LA SOCIEDAD ANÓNIMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS POTABLES  
DE JEREZ DE LA FRONTERA, APROBADOS POR REAL ÓRDEN DE 14  
DE ENERO DE 1868.

### CAPITULO I.

#### **Objeto, nombre, duracion y domicilio de la Sociedad.**

Art. 1.º Esta Sociedad tendrá por objeto el abastecimiento de aguas potables de la ciudad de Jerez de la Frontera, de la manera siguiente: En la empresa de abastecimiento se comprenderán los trabajos de reunion, elevacion, derivacion, conduccion del agua á la ciudad y su distribucion en canales subterráneos por las

calles. Los gastos de la tubería y demas para colocar el agua dentro de las casas, desde el tubo maestro, serán de cuenta de los particulares.

Art. 2.º Se denominará la empresa SOCIEDAD ANÓNIMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS POTABLES DE JEREZ DE LA FRONTERA.

Art. 3.º Su duracion será de noventa y nueve años, que comenzarán á contarse el dia que empiece la explotacion.

Art. 4.º La Sociedad tendrá su domicilio precisamente en Jerez de la Frontera.

## CAPITULO II.

### Capital y acciones de la Sociedad.

Art. 5.º El capital de la Sociedad será de treinta millones de reales.

Art. 6.º Este capital será representado por quince mil acciones de á dos mil reales cada una.

De ellas corresponden nueve mil al Ayuntamiento de la expresada ciudad, que se ha suscrito por diez y ocho millones de reales vellon, en virtud de las autorizaciones que le han sido concedidas en Reales órdenes expedidas por el Ministerio de la Gobernacion en veinte y nueve de Enero de mil ochocientos sesenta y tres y ocho de Octubre de mil ochocientos sesenta y siete.

Art. 7.º Los títulos que representan las acciones serán nominativos: se cortarán de un libro-registro de talones, estarán numerados correlativamente, y firmados por el Presidente, un vocal y el Secretario del Consejo de Administracion, y llevarán ademas el sello de la Sociedad.

Art. 8.º Desde el dia de su emision podrán cotizarse y negociarse en las bolsas del reino, con arreglo á lo dispuesto por el artículo segundo del Real decreto de ocho de Febrero de mil ochocientos cuarenta y ocho.

Art. 9.º Las acciones dan derecho á una parte proporcional en los beneficios de la explotacion.

Art. 10. La transferencia de las acciones se verificará en virtud de declaración que ante el Gerente de la Sociedad hará el dueño por sí mismo, ó por medio de un tercero, autorizado con poder especial ó general para enajenar, firmando en el registro con intervencion de un agente ó corredor de número, á tenor de lo dispuesto en el artículo treinta y tres del reglamento de diez y siete de Febrero de mil ochocientos cuarenta y ocho.

Art. 11. Cuando no estuviese cubierto el valor íntegro de la accion, se hará expresion formal en el acta de transferencia de quedar el cedente subsidiariamente responsable, del pago que debe hacer el cesionario de las cantidades que faltan para cubrir el importe de la accion.

Las acciones serán indivisibles en cuanto á los derechos que llevan consigo: así que éstos corresponden al poseedor íntegramente.

Art. 12. El importe de las acciones se hará efectivo en la caja de la Sociedad en Jerez. El tanto del primer dividendo pasivo se fijará por el Gobierno de S. M., así como el plazo dentro del que haya de abonarse. La suma restante hasta el total importe de la accion, se satisfará en nueve plazos ó dividendos iguales, debiendo trascurrir tres meses por lo ménos de uno á otro pago. Terminado el de todos los dividendos, se dará al socio el título de su accion, devolviendo los recibos provisionales.

Art. 13. Si á los quince dias de reclamado un dividendo no hubiese sido satisfecho por algun accionista, la Administracion social podrá optar, entre proceder ejecutivamente contra los bienes del socio moroso, para hacer efectiva la cantidad de que fuere deudor, ó proceder á la venta de sus acciones al curso corriente en la plaza.

Art. 14. Los títulos de las acciones que á consecuencia de lo dispuesto en el artículo anterior, fuesen enajenados, quedarán fuera de la circulacion, publicándose sus números en los periódicos de la ciudad, en el BOLETIN OFICIAL de la provincia y en la GACETA DE MADRID, quince dias ántes de su venta y dándose tambien conocimiento á las juntas sindicales de los colegios de

agentes y corredores de cambio. Realizada la enajenacion se expedirán otros títulos á los nuevos poseedores.

Art. 15. El producto de dicha venta se aplicará al pago de los descubiertos en que se hallasen las acciones, entregándose el sobrante, si le hubiere, al tenedor que fuere de ellas al incurrir en la caducidad, con deduccion de los intereses al seis por ciento anual correspondiente al tiempo trascurrido desde el vencimiento á la venta.

Art. 16. Si ántes de la venta acudieren los tenedores insolventes ofreciendo pagar el descubierto de las acciones caducadas, podrá concedérsele el Consejo de Administracion, exigiendo en el acto su importe y los intereses, al seis por ciento por el tiempo de la demora del pago.

Art. 17. La posesion de una ó várias acciones imponen al poseedor la obligacion de someterse á los Estatutos y reglamento de la Sociedad y á los acuerdos de la Junta general.

### **CAPITULO III.**

#### **De la Administracion.**

Art. 18. La Administracion de la Sociedad corresponderá al Consejo de Administracion como delegado y representante de la Junta general de accionistas.

### **CAPITULO IV.**

#### **De la Junta general, su organizacion, facultades y atribuciones.**

Art. 19. La Junta general, constituida legalmente, representa á la totalidad de los accionistas.

Art. 20. Se compondrá de todos los accionistas que reunan el número de cinco ó más acciones suscritas á su favor, tres meses ántes de la celebracion de aquélla.

Art. 21. Nadie, sino uno de los accionistas poseedores de cinco acciones puede representar á otro en la Junta general. Por excepcion, las mujeres casadas, los menores, las corporaciones y

los establecimientos públicos que tengan derecho de asistencia, podrán ser representados por sus maridos, tutores ó curadores, ó administradores respectivos, con tal que legitimen convenientemente su persona y representacion.

Los tenedores de ménos de cinco acciones podrán reunirse y nombrar á algun socio de los que tienen derecho de asistencia á la junta para que los represente en la misma.

Art. 22. La Junta general ordinaria se celebrará todos los años en el mes de Febrero, en el domicilio de la Sociedad, anunciándose la convocatoria con un mes de anticipacion en los periódicos de que habla el art. 14. Habrá ademas junta extraordinaria siempre que juzgándolo necesario el Consejo de Administracion, la convoque por lo ménos con diez dias de anticipacion.

Art. 23. La Junta general quedará constituida y podrá deliberar legalmente siempre que concurriendo la tercera parte de los socios, representen éstos por lo ménos, la mitad más una de las acciones emitidas. Si faltase esta representacion se hará una segunda convocatoria con quince dias de anticipacion, y serán válidos los acuerdos tomados en esta segunda reunion, cualquiera que sea el número de socios que asistan y de acciones que representen.

Art. 24. Presidirá la Junta general el Presidente del Consejo ó el vocal que éste designare préviamente para reemplazarle, á no ser que asista el Gobernador de la provincia ó la autoridad local, en cuyo caso le corresponde la presidencia. Serán escrutadores los dos mayores accionistas presentes, y en caso de no prestarse á ello, los que le sigan por su orden entre los concurrentes.

Art. 25. Los acuerdos se tomarán por mayoría absoluta de votos, contándose al efecto la de los accionistas presentes y los que estén representados.

Art. 26. El número de cinco acciones da derecho á un voto; el de diez, á dos, y así sucesivamente hasta ciento, que representarán veinte votos; de ciento en adelante tendrá el socio un voto más por cada cincuenta acciones.

Los votos que los accionistas emitan por delegacion, se com-

putarán por separado de los que tengan por derecho propio.

Art. 27. En la Junta general se tratará de los asuntos que la someta el Consejo de Administracion, el cual estará obligado á darla cuenta con su informe de las proposiciones que diez dias ántes del señalado para la celebracion de la Junta se le hayan presentado autorizadas con la firma de veinte accionistas.

Art. 28. Corresponderá á la Junta general:

1.º Nombrar los individuos y suplentes del Consejo de Administracion entre los accionistas que reunan los requisitos necesarios segun los presentes Estatutos, y elegir entre ellos el que ha de desempeñar las funciones de Presidente, que podrá ser reelegido. Tanto los individuos como los suplentes del Consejo de Administracion, podrán ser separados por la misma Junta general.

2.º Elegir igualmente los individuos de la Comision de Inspeccion y vigilancia.

3.º Deliberar sobre la Memoria expresiva de la situacion de los negocios sociales y el estado de las obras, que debe presentarle anualmente el dicho Consejo.

4.º Acordar el anticipo de dos ó más dividendos para activar las obras, sin que para ello obste lo dispuesto en el art. 12.

5.º Acordar asimismo, con presencia del balance general ó liquidacion de cada año, los dividendos de los beneficios que deban repartirse entre los accionistas.

6.º Examinar, censurar y aprobar la cuenta documentada que deberá rendir ante la misma Junta general el Consejo de Administracion. Un extracto de esta cuenta se repartirá á todos los socios.

7.º Deliberar sobre todas las proposiciones que el Consejo de administracion tenga á bien someterle, ó sobre las que se presenten suscritas por diez ó más accionistas.

Art. 29. Las decisiones de la Junta general serán obligatorias para los accionistas ausentes ó disidentes, lo mismo que para los votantes.

Art. 30. Las elecciones de Presidente y Vocales del Consejo se verificarán en escrutinio secreto y por mayoría absoluta de vo-

tos. Si en la primera votacion no reuniese ningun candidato esta mayoría, se repetirá aquélla entre los dos que hubieren alcanzado mayor número de votos para cada cargo: en este caso bastará la mayoría relativa.

Art. 31. Los acuerdos de la Junta general constarán en actas extendidas en un libro y serán firmadas por el Presidente y Secretario del Consejo. Quedará unida á la minuta una lista autorizada, del mismo modo, en la que conste el número de los accionistas y el de los votos que hayan obtenido ó representado.

Art. 32. Cuando sea necesario justificar por cualquier motivo los acuerdos de la Junta general, se dará por el Secretario copia ó extracto del libro de actas autorizado por el Presidente del Consejo ó por el que haga sus veces.

Art. 33. Desde quince dias ántes del señalado para la celebracion de la Junta general ordinaria se pondrá de manifiesto á los accionistas que tengan derecho de asistir á ella, los libros de contabilidad, inventario y balances de la Sociedad.

## CAPITULO V.

### Del Consejo de Administracion.

Art. 34. El Consejo de administracion se compondrá de ocho vocales, accionistas, que serán españoles, mayores de veinte y cinco años y domiciliados en Jerez. El Director Gerente, el Director facultativo de las obras y el Secretario-Contador, asistirán á las sesiones del Consejo y tendrán voz consultiva.

Art. 35. Habrá ademas en dicho Consejo seis Vocales sustitutos, elegidos tambien por la Junta general, los cuales, por el orden de su nombramiento, sustituirán á los propietarios en los casos de vacante, ausencia ó enfermedad.

Art. 36. Cada Vocal administrador en los quince dias siguientes al de su nombramiento, deberá depositar en la caja de la Sociedad cien acciones que deberán estar extendidas en papel y forma especiales. El Director-Gerente deberá prestar una fianza á satisfaccion de la Junta general.

Art. 37. La duracion del cargo de los socios Vocales será de cuatro años, renovándose por cuartas partes en cada uno. En los tres primeros años la renovacion se hará á la suerte entre los Vocales que sean de primer nombramiento, y en lo sucesivo serán reemplazados los más antiguos. Dichos Vocales podrán tambien ser reelegidos.

Art. 38. El Consejo en la primera sesion que celebre despues de la Junta general, elegirá todos los años, de entre sus individuos, un Vicepresidente y un Tesorero, que podrán ser reelegidos. Los acuerdos de los Vocales se tomarán en todo caso, por mayoría absoluta de los presentes, y si hubiere empate, el voto del Presidente será decisivo.

Art. 39. No podrá verificarse sesion si no asistiesen cinco Vocales por lo ménos, formando acuerdo la mayoría de votos de los concurrentes.

Art. 40. Las resoluciones del Consejo de Administracion se consignarán en actas firmadas por el Presidente y Secretario, y las copias ó extractos de estas actas serán suscritas por los mismos.

Art. 41. En el Consejo de Administracion radican las facultades más ámplias para la gestion, resolucion, y completa terminacion de los negocios, así que:

1.º Nombrará las personas que hayan de desempeñar los cargos de Director-Gerente, Director facultativo de las obras y Secretario-Contador, dando cuenta de todo á la Junta general.

2.º Dará cuenta tambien á la misma de los sueldos que haya designado á las indicadas personas, y podrá separarlas de sus destinos, si así lo exigiese el interes de la Sociedad.

3.º Cuidará de que las oficinas se establezcan bajo un plan bien meditado, y con el mayor orden posible, y de que estén servidas por empleados idóneos.

4.º Aconsejará al Presidente acerca del nombramiento del personal no facultativo, á propuesta del Director-Gerente y tambien sobre el facultativo y auxiliar que haya propuesto el ingeniero Director de las obras.

5.º Vigilar por que éstas se empuñen oportunamente, con solidez, prudente actividad y el mayor acierto.

6.º Hará que la contabilidad se lleve con claridad y precision.

7.º Acordará las proposiciones que hayan de hacerse sobre suabasta de obras y adquisicion de materiales, cobranzas, arrendamientos, administraciones, compras, ventas, permutas y expropiaciones.

8.º Fijará el dia del pago de los dividendos pasivos.

9.º Recaudará, conservará é invertirá con tino y con provecho los fondos de la Sociedad en las necesidades de su objeto.

10. Propondrá á la Junta el aumento de subsidios y fondos, cuando los acordados no fuesen suficientes.

11. Autorizará todas las acciones judiciales, todas las medidas, transacciones y compromisos.

12. Gestionará ante el Gobierno, las autoridades y los particulares, los expedientes de autorizaciones, licencias, concesiones y cuanto sea preciso para la más pronta y feliz consecucion del objeto que se propone la Sociedad.

13. Dictará los reglamentos interiores de la misma.

14. Cerrará la cuenta anual de ingresos y gastos al 31 de Diciembre, y documentada, la presentará á la Junta general ordinaria.

15. Presentará todos los años á la misma Junta la Memoria descriptiva del estado de las obras y proyectos, y de la situacion de los negocios sociales.

Art. 42. Las facultades que corresponden al Presidente, serán las siguientes:

1.ª Reunir al Consejo bajo su presidencia, cuantas veces lo juzgue necesario, ó disponga el Reglamento interior.

2.ª Vigilar las operaciones de las dependencias administrativas puestas á cargo del Tesorero, Director-Gerente y Secretario-Contador.

3.ª Firmar con estos funcionarios los libramientos y cartas de pago, y asimismo todas las exposiciones y comunicaciones de un orden superior ó de especial circunstancia, como las que han de

dirigirse al Gobierno, las contestaciones que se han de dar á otras personas de igual ó más alta categoría á la suya, y en suma, siempre que el interes y el buen servicio lo exijan.

4.<sup>a</sup> Nombrar, á propuesta del Director-Gerente, oyendo al Consejo, y separar en caso necesario los dependientes de la Sociedad que no sean facultativos ; y en cuanto á los facultativos, de acuerdo con el Director del ramo.

Art. 43. Será obligacion del vocal Tesorero lo siguiente :

1.<sup>o</sup> La recaudacion de los haberes de la Sociedad.

2.<sup>o</sup> El pago, en virtud de libramiento competentemente autorizado, de las cantidades aplicadas al objeto social.

3.<sup>o</sup> La custodia de los fondos, bajo su responsabilidad. El Tesorero y el Contador tendrán mutuo conocimiento de sus operaciones, y ambos firmarán los documentos de entrada y salida de caudales con el V.<sup>o</sup> B.<sup>o</sup> del Presidente. El Tesorero y el Contador llevarán los libros necesarios para el exacto cumplimiento de su cometido, con las formalidades prescritas en el Código de Comercio.

Art. 44. Las obligaciones de los Directores gerente y facultativo y del Secretario-Contador constarán en el reglamento interior.

Art. 45. Los miembros del Consejo de Administracion no contraen, por razon de su cargo, ninguna obligacion personal ni solidaria, relativamente á los compromisos de la Sociedad.

Únicamente responden del desempeño de su cometido con arreglo á los Estatutos y Reglamento.

Art. 46. Anualmente se elegirá tambien por la Junta general una comision de seis accionistas, á fin de que vigile é inspeccione las operaciones del Consejo de Administracion, pero sin entorpecer los acuerdos de éste ni tomar parte activa en ellos, limitándose á convocar á Junta general extraordinaria cuando advirtiese cualquier abuso ó alguna infraccion de los Estatutos.

Deberá, ademas, la Comision examinar la cuenta y balances que forme la Administracion de la Compañía, para que con su informe se presenten á la Junta general de accionistas.

## CAPITULO VI.

### **De los fondos de la Sociedad, su custodia y su inversion.**

Art. 47. Los fondos de la Sociedad se recaudarán por dos conceptos :

1.º Por los dividendos pasivos que se cobren de los accionistas durante la época de la construccion de las obras.

2.º Por el producto de la venta á perpetuidad ó arrendamiento del agua, miéntras dure la época de la explotacion.

Art. 48. Los fondos de la Sociedad tendrán entrada semanalmente en un arca de tres llaves, que guardarán en su poder el Presidente, el Tesorero y el Secretario-Contador. Con la misma precaucion se conservarán en depósito las acciones, escrituras y documentos de valor.

Art. 49. En la referida arca permanecerán los caudales el ménor tiempo posible, y únicamente quedarán en ella al hacerse el arqueo, al fin de cada quincena, las cantidades indispensables para cubrir las obligaciones que venzan en la siguiente.

Art. 50. Los fondos sobrantes é innecesarios ingresarán por quincenas en cuenta corriente con interes, en alguno de los Bancos ó en la Caja de Depósito de la provincia.

## CAPITULO VII.

### **Repartimiento de utilidades y beneficios.**

#### FONDO DE RESERVA.

Art. 51. Las utilidades de las accionistas se repartirán por dividendos activos, segun acuerdo de la Junta general, en vista de los productos de la venta ó arriendo del agua, despues de pagados todos los gastos de construccion y conservacion de las obras que ocurran en el año, y los de Administracion. Cualquiera que sea la importancia de los dividendos activos se entiende embebido en los mismos el uno por ciento anual para amortizacion del capital

representado por las acciones, salvo que en algun año no pudiere hacerse reparto, en cuyo caso en el siguiente se considerará que la aplicacion que se hace al reintegro ó devolucion del capital es del dos por ciento. La restante suma que se distribuya á los socios se estimará utilidad ó beneficio.

Art. 52. De los beneficios que resulten en cada año, se sacará una cantidad que no bajará del dos por ciento, para formar un fondo de reserva, hasta que éste llegue á ser la décima parte del capital social. Si de algun balance resultára disminuido dicho fondo, se aplicará para completarlo toda la parte de beneficios que fuere necesaria, reduciéndose el dividendo á los accionistas á lo que hubiere sobrante.

Art. 53. El pago de los dividendos activos se verificará despues de la Junta general anual y con presencia de los beneficios líquidos y recaudados.

## CAPITULO VIII.

### Modificacion de los Estatutos.

Art. 54. Si fuere conveniente, porque la experiencia lo diera á conocer, introducir algunas variaciones en los Estatutos, el Consejo de Administracion las propondrá á la Junta general que á este efecto deberá ser convocada, y en la cual habrán de hallarse representadas las dos terceras partes del capital social. Si no resultare así, se hará una segunda convocatoria, con expresion tambien del objeto de la junta, y en ella serán válidos los acuerdos que se adoptaren, cualquiera que sea la importancia del capital representado. Dichos acuerdos no podrán, en ningun caso, llevarse á efecto sin prévia aprobacion del Gobierno.

## CAPITULO IX.

### De la disolucion y liquidacion de la Sociedad.

Art. 55. El Consejo de Administracion propondrá la disolucion de la Sociedad, cuando llegue el término señalado en estos Estatutos ó cuando se haya enajenado toda el agua vendible.

La disolucion será necesaria si por efecto de la falta total, ó en su mayor parte del agua, y por considerables deterioros en las obras de la conduccion, quedare reducido á diez millones de reales ó ménos, el capital de la Sociedad.

Art. 56. Acordada la disolucion, queda convertido el Consejo de Administracion en junta liquidadora, agregándosele tantos accionistas como individuos compongan dicho Consejo.

Art. 57. Al verificarse la disolucion se reducirá el haber social á dinero efectivo, se reembolsarán todos los fondos ajenos y se saldarán todos los gastos y cuentas, distribuyéndose el resto que quedare, entre los socios, en proporcion de las acciones que posean.

Art. 58. Todas las cuestiones que se susciten entre la Sociedad y los accionistas, así como el Consejo de Administracion y accionistas, se someterán al juicio de árbitros, que serán nombrados y procederán de la manera prevista para semejantes casos en el Código de Comercio y en la ley relativa á los juicios comerciales, en la inteligencia de que la decision de estos jueces será ejecutada sin ulterior recurso ni apelaciones.

Art. 59. Si á la disolucion de la Sociedad se formare alguna empresa ó sindicato de los propietarios de las aguas para conservar las obras y mantener el aprovechamiento y la concesion, se pasará á la misma una nota detallada de la distribucion del agua y los demas papeles que con ella tengan relacion.

#### DISPOSICION TRANSITORIA.

Art. 60. Miéntas la Sociedad no tenga la autorizacion del Gobierno, y la Junta general no nombre el Consejo de Administracion definitivo, representarán los negocios sociales los señores elegidos en la reunion general de socios suscritores, á saber :

##### PRESIDENTE.

Sr. D. Rafael Rivero.

##### VOCALES.

Sr. Marqués del Castillo.

Sr. D. Julian Pemartin.

- Sr. D. Pedro Lopez Ruiz.  
» » Juan Antonio Gonzalez y Lopez.  
» » Manuel María Gonzalez.  
» » José Antonio de Agreda.  
» » Manuel Bertemati.
- 

El actual Consejo de Administracion se compone de los señores :

PRESIDENTE.

Sr. D. Rafael Rivero.

VOCALES.

- » » Pedro Lopez Ruiz.  
» » Guillermo Garvey.  
» » Joaquin Guarro.  
» » Pedro Domecq.  
» » Marqués de Villamarta.  
» » Antonio Sanchez Romate.  
» » Enrique Rivero y O'Neale.

DIRECTOR GERENTE.

Sr. D. Juan Vicente Vergara.

SECRETARIO.

Sr. D. Francisco de la Quintana y Atalaya.

# ÍNDICE DEL TOMO TERCERO.

## MEMORIA RELATIVA Á LAS OBRAS DEL ACUEDUCTO DE TEMPUL.

### PRIMERA PARTE.

#### Obras de conduccion.

	<i>Págs.</i>
CAPÍTULO I.—Consideraciones generales.....	5
Cantidad de agua que se distribuia en Jerez ántes de poseer la de Tempul, y medios de abastecerse.....	6
Puntos reconocidos para el proyecto de abastecimiento	7
Manera de llevar á cabo el pensamiento, creacion de una Sociedad anónima .....	8
Realizacion de la obra.....	9
CAPÍTULO II.—Reconocimiento general y eleccion de la toma de aguas.	9
<i>Núm.</i> 1.—Manantiales de la Mesa de Asta.....	10
<i>Núm.</i> 2.—Manantiales de la Sierra de Gibalbin.....	10
<i>Núm.</i> 3.—Manantiales de San Andrés.....	11
<i>Núm.</i> 4.—Rio Guadalete ántes de su confluencia con el Majaceite.—Aforo y análisis de sus aguas.....	12
<i>Núm.</i> 5.—Manantial de Bornos.....	13
<i>Núm.</i> 6.—Nacimiento de Benamahoma.....	14
<i>Núm.</i> 7.—Manantiales del Aljibe y de Ortela.....	14
<i>Núm.</i> 8.—Manantial de Tempul.—Aforos y análisis de sus aguas.....	16
<i>Núm.</i> 9.—Rio Majaceite.—Aforo y análisis de sus aguas..	19
<i>Núm.</i> 10.—Rio Guadalete en la inmediacion del puente de la Cartuja.—Aforo y análisis de sus aguas.....	20
<i>Núm.</i> 11.—Manantiales de la Piedad.—Aforos hechos en diferentes épocas.—Análisis.—Apreciaciones del ingeniero Mr. Valentin G. Bell, que ha conducido estas aguas á Cádiz.—Resultados obtenidos.....	20

	<i>Págs.</i>
<i>Núm. 12.</i> —Fuentes y manantiales de la Canaleja.....	25
Eleccion de los puntos que deben estudiarse.....	27
Cantidad de agua necesaria para el surtido de una población.....	27
Cantidad que producen los manantiales de Tempul, segun los aforos practicados desde el año 1862 al 1876	30
Calidad que debe tener el agua para ser potable.....	31
Materias útiles y perjudiciales en las aguas.....	33
Produccion de las incrustaciones calizas en los tubos..	35
Medios de evitarlas.....	37
Medios propuestos para ello en el manantial de Tempul.	45
Resúmen respecto á la calidad de las aguas del Guadalete, del Majaceite y de Tempul.....	46
Comparacion de los estudios segun la mayor ó menor facilidad de la conduccion de las aguas.....	47
Filtros.....	50
Máquinas.....	51
Cuestion económica.....	55
Resúmen respecto á la eleccion del punto de toma de aguas.....	56
CAPÍTULO III.—Trazado.—Seccion.—Pendiente.....	57
Descripcion de los manantiales.....	57
Sifon de Fuente-Imbros.....	58
Sifon del Guadalete.....	58
Sifon del Albaladejo.....	60
Depósito en Jerez.....	60
Distribucion del desnivel entre Tempul y Jerez.....	61
Cuadro del número de minas, su longitud y carga....	63
Idem del número y dimensiones principales de los puentes-acueductos y puentes-sifones.....	64
Seccion del acueducto.....	65
Medios de aumentar el caudal de aguas de Tempul....	66
Pendiente del acueducto.....	69
Volúmen de agua que puede conducir el acueducto.—	
Fórmulas empleadas.....	70
Seccion de los tubos de los sifones.....	71
CAPÍTULO IV.—Descripcion de las obras ejecutadas.	
1.º—Manantiales.—Presa.—Cascadas.—Casa de Toma....	73
2.º—Acueducto general.—Registros.—Almenaras.—Ventiladores.....	76
3.º—Puentes acueductos.....	78
4.º—Minas.....	79
5.º—Sifones.—Descripcion del Guadalete.—Forma y dimensiones de los tubos empleados.—Ventosas.—Desagües.....	82

Paso del rio Guadalete. — Puente. — Proyecto presentado.....	92
6.º—Depósito.—Accesorios del mismo.....	99

SEGUNDA PARTE.

Obras de distribucion.

CAPÍTULO I.—Cañerías.....	107
Diferentes puntos nivelados.....	108
Plano de la poblacion.....	109
Manera de hacer la distribucion.....	110
Cañerías principales.....	111
Diámetros de las cañerías.....	112
Enlace de unas con otras.....	115
Cuadro general de todas las cañerías con su diámetro y longitud.....	117
Material y forma de los tubos.....	121
Longitud, diámetro, espesor y peso de los tubos rectos.....	123
Piezas especiales.....	123
Prueba y ensayo de los tubos.....	125
Máquina de hacer la prueba.....	126
CAPÍTULO II.—Llaves, ventosas, bocas de riego é incendios y fuentes.	
Llaves cónicas.—Llaves de compuerta.....	131
Ventosas. Diferentes sistemas.....	132
Bocas de riego é incendios.....	134
Fuentes.—Fuente de la inauguracion.....	136
CAPÍTULO III.—Mecanismos empleados en la distribucion á domicilio.	
Diferentes sistemas de distribucion del agua á los particulares.....	138
Contador de Mr. Kennedy.....	140
Llaves de aforo.....	143
Caja de aforo.....	144
Caño libre.—Piezas de toma.—Grifos.....	145
Tubos de plomo.....	148
Tubos de hierro galvanizado.....	150
Almacen general.....	151
CAPÍTULO IV.—Sistemas adoptados para la distribucion del agua á los particulares, reglamento y tarifas.	
Sistemas empleados en Jerez.....	155
Reglamento para el uso y arrendamiento de las aguas del acueducto de Tempul, y tarifas.....	156

TERCERA PARTE.

Sistema de ejecucion de las obras, coste y conservacion del acueducto.

CAPÍTULO I.—Sistema de ejecucion y organizacion de las obras.— Pliego de condiciones.	
Division de los trabajos segun el sistema de ejecucion . . . . .	165
Pliego de condiciones para la apertura de la excavacion, suministro y colocacion de la tubería de fundicion en los sifones del Albaladejo y del Guadalete.	169
CAPÍTULO II.—Coste de las obras de conduccion y distribucion.	
Tonelada de fundicion de tubos de 0m,61 de diámetro.	187
Metro lineal de tubería colocada de 0m,61 de diámetro.	188
Idem, id., de tubos de plomo . . . . .	189
Precios de diferentes efectos que entran en la distribucion . . . . .	189
Tubos de barro . . . . .	190
Relacion de los gastos hechos en el acueducto y en la distribucion en la poblacion.	
1.º—Expropiaciones é indemnizaciones de terrenos . . . . .	191
2.º—Obras de los manantiales . . . . .	193
3.º—Movimiento de tierras y minas . . . . .	193
4.º—Acueducto general . . . . .	195
5.º—Puentes.—Acueductos y obras para el paso de los arroyos . . . . .	196
6.º—Sifones . . . . .	197
7.º—Depósito de recepcion y distribucion . . . . .	199
8.º—Distribucion interior . . . . .	201
Resumen de los gastos . . . . .	202
CAPÍTULO III.—Conservacion del acueducto . . . . . 203	
Reglamento para el servicio de los guardas del acueducto de Tempul . . . . .	203
Medios de reparar los tubos que se rompen en los sifones . . . . .	210

APÉNDICE.

<i>Nota 1.ª</i> — Citas relativas á la época en que debió construirse el acueducto romano, tomadas de la <i>Crónica General de España</i> , de Florian de Ocampo, 1578 . . . . .	
Idem del Emporio del Orbe ó Gades ilustrada, por el reverendo padre fray Jerónimo de la Concepcion.—Amsterdam, 1690 . . . . .	214

	<i>Págs.</i>
Citas del viaje artístico por España de D. Antonio Pons..	214
Idem de Noticias de los Arquitectos y Arquitectura de España desde la restauracion, por D. Eugenio Llaguno y Amirola.— Madrid, 1829.....	217
<i>Nota</i> 2. <sup>a</sup> — Informe dado al Alcalde del Puerto de Santa María, el año 1854, por el Ingeniero D. Angel Mayo, acerca de las causas de la escasez de agua que se observaba en el abastecimiento de la poblacion, y de los medios de evitar este conflicto.....	218
<i>Nota</i> 3. <sup>a</sup> —Ideas generales acerca de la manera de regar los terrenos próximos á Jerez en la cuenca del rio Guadalete.....	223
<i>Nota</i> 4. <sup>a</sup> —Estatutos de la Sociedad anónima de abastecimiento de aguas de Jerez de la Frontera, aprobados por Real órden de 14 de Enero de 1868.....	225