

Proyecto  
DE  
Abastecimiento de Aguas  
PARA LA CIUDAD  
DE  
**PALENCIA**



Memoria descriptiva

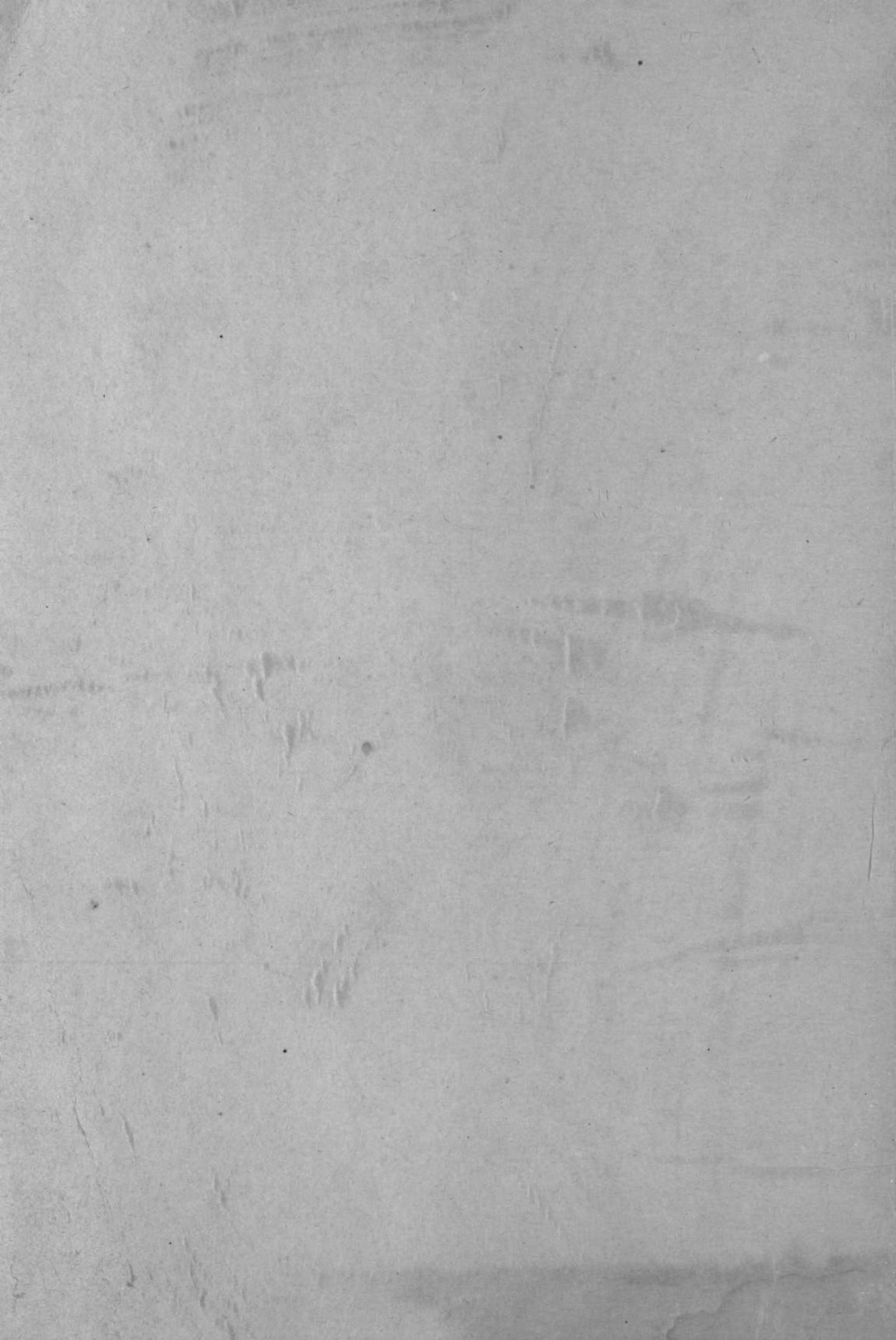
---

*Arquitecto Municipal:*

*D. Juan Agapito y Revilla*

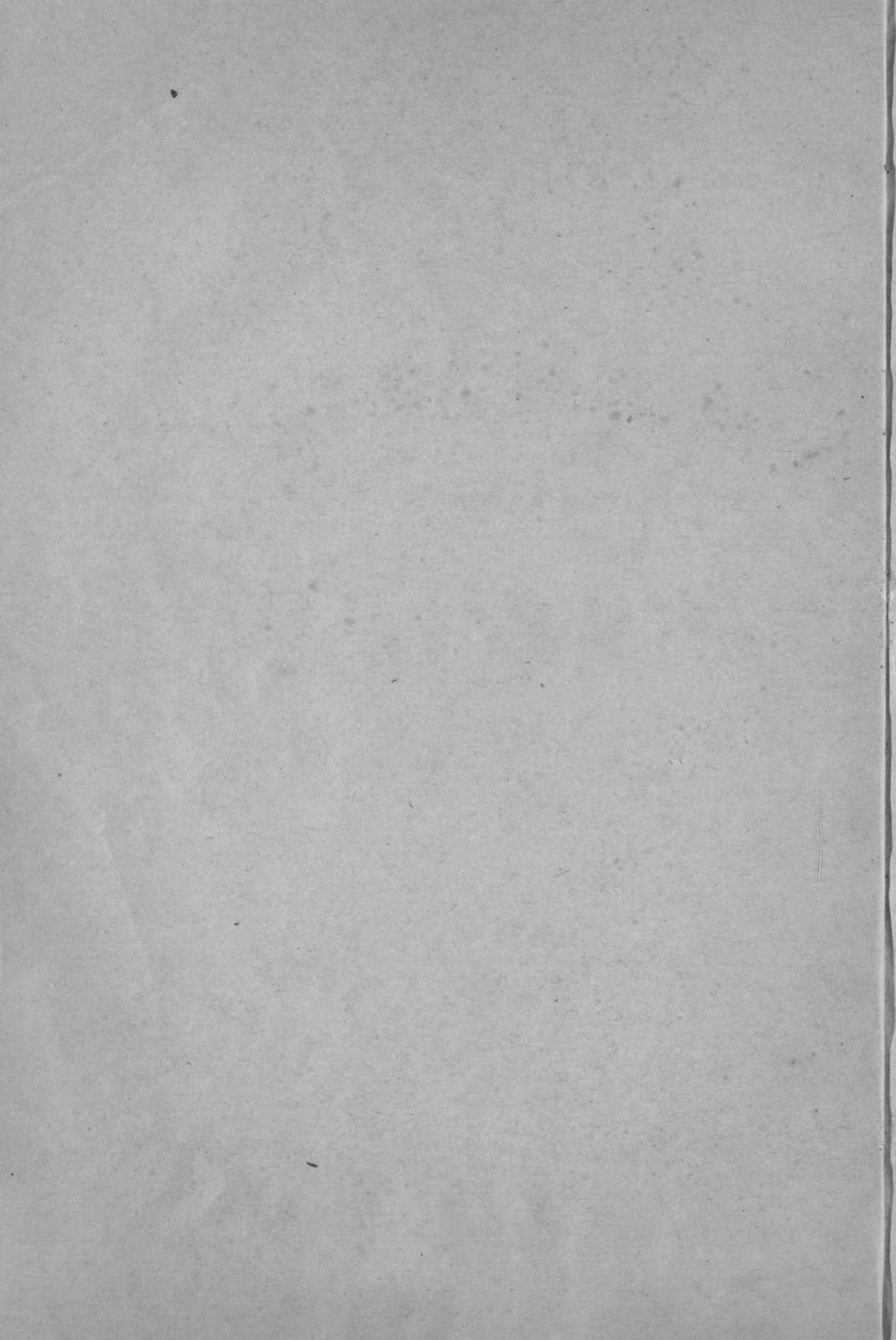
---

Año de 1899



DB  
COM

+1242740  
C.



# ABASTECIMIENTO DE AGUAS

---



Proyecto  
DE  
Abastecimiento de Aguas  
PARA LA CIUDAD  
DE  
**PALENCIA**



Memoria descriptiva

Arquitecto Municipal:  
*D. Juan Agapito y Revilla*

Año de 1899





# INTRODUCCIÓN

---

## I.

### *Estado actual del saneamiento en Valencia*



o puede ser más deplorable el estado ó condiciones higiénicas que reúne la ciudad de Valencia, ni es posible que ciudad alguna reclame con más urgencia la realización de obras que tiendan á hacer más cómoda la vida. El saneamiento en Valencia, á pesar de los grandes esfuerzos y sacrificios del Ayuntamiento, está aún en el periodo de espera, como en otras tantas ciudades españolas, sin que los trabajos conducentes á aportar mayor caudal de agua útil á los servicios de la población y los de expulsión de las materias sucias hayan dado resultado alguno favorable á la vida de los habitantes.

No es bastante, pues, que la ciudad tenga aguas, no lo es tampoco que tenga alcantarillas, aquellas y éstas deben reunir las buenas condiciones exigidas por los higienistas, y en Valencia ni la dotación de aguas, ni su calidad, ni las alcantarillas, han pasado de otra cosa que de soluciones del momento, sin que obedezcan al pensamiento que pueda presidir á un plan completo de circulación constante y continua del agua.

Varias veces los periódicos locales, unas en trabajos de redacción, otras en artículos suscriptos por personas competentes, han llamado la atención del vecindario sobre este estado anormal y vicioso que tantos perjuicios acarrea; no pocas veces en el seno de la corporación munici-

pal se han suscitado pensamientos y discusiones para mejorar las condiciones de vida de la población; recientemente (en Abril de 1894) el Doctor D. Fermín López de la Molina y nosotros redactamos un estudio acerca de las condiciones higiénicas de la ciudad en el que indicábamos las deficiencias que, á juicio nuestro, reclamaban inmediata reforma; más tarde dicho Sr. Médico publicó otro folleto pintando el estado de Palencia ante la higiene en 1896, repetición en parte del anterior estudio; ¿qué más? el vecindario todo está convencido de la necesidad de hacer algo útil y provechoso, algo práctico que ahorre vidas, y de continuo pide y reclama la organización de servicios, sino descuidados, por punto general, al ménos deficientísimos hasta la evidencia. No hemos de esforzarnos ahora, por consiguiente, en demostrar una cosa que está en la conciencia de todos; además, lo hemos dicho tantas veces que no encontraríamos palabras para repetirlo.

No pensamos, pues, estudiar de nuevo el asunto del saneamiento de Palencia, pero concretando hemos de decir que no solamente los servicios de aguas potables y de alcantarillas son los únicos que deben atenderse con esmero; ahí está el trazado de calles que con su laberíntica planta y su irregularidad monótona conspira también al mal que lamentamos; ahí tenemos algunas zonas de la población, el barrio de la Puebla, por ejemplo, que no reciben aires puros por ninguna parte; ahí están los pavimentos de las calles que reciben y no sueltan los desperdicios de la casa, pues que absorben todas las sustancias que más daño pueden hacer por sus emanaciones peligrosas; ahí está la laguna Salsa, depósito de aguas subterráneas de malas condiciones, que hacen gran parte del subsuelo de la ciudad húmedo y fangoso; ahí están, por último, las casas, nuestras viviendas, no sólo sin servicio de desagüe, sino mal distribuidas, oscuras y peor ventiladas. Examinar una por una estas causas y otras que de intento no tocamos, como es todo lo que se refiere á policía municipal, nos llevaría lejos y repetiríamos, volveremos á decir, lo que ya hemos indicado en otras ocasiones. Pero de todas ellas, algunas hay á las que debe darse mayor importancia y más pronta resolución. Todas debían ser igualmente atendidas, unas por los particulares, como esas viviendas de las calles Mayor Antigua, Pastores, Monjas, Estrada, Rizarzuela y Bondad, etcétera; las demás por el Municipio, pero la carga es tan pesada, que no es posible, con los recursos con que hoy cuentan las corporaciones municipales, reformar cuanto indican la razón, la utilidad y la conveniencia.

Los inconvenientes de este estado de cosas les tocamos muy de cerca; unas veces nos les cita la estadística, que pone á la cabeza de las poblaciones de mayor mortalidad nuestra ciudad; otras veces nos-

otros mismos vemos la imposibilidad de usar de elementos indispensables en la vida de la casa, como el agua; á deshacer esos inconvenientes tendemos con estos estudios, en los que descartando obras complementarias, por muy interesantes que sean, solo se proyectan las que se conceptúan primordiales, las esenciales, las que pueden constituir la base del saneamiento de esta ciudad: el abastecimiento de aguas y la expulsión de las aguas sucias: estos dos son los que primeramente deben solucionarse, pues completándose ambos servicios constituyen la circulación continua de las aguas de la ciudad, de la misma manera, que la circulación de la sangre es necesaria á la vida de los animales. Los demás inconvenientes ni pueden acometerse de lleno, ni son de tanta urgencia: el trazado de la red viaria de las calles, por donde la casa recibe el aire y la luz, se irá modificando poco á poco, aunque bueno es obedecer á un plan; los barrios ó zonas arrinconadas tendrán respiraderos á medida que se vayan abriendo calles oportunas; los pavimentos también se modificarán insensiblemente, pero con trabajos continuados; la laguna Salsa se saneará con plantaciones convenientes y un sistema de drenaje que haga no vengan á la ciudad aguas que pudieran aprovecharse en usos prácticos, como el riego de una buena extensión de terreno; la higienización de la casa ocurrirá con las construcciones nuevas, en las que podrán instalarse perfectamente los servicios de consumo de agua y evacuación de la nociva. Mucho hay, que hacer, es verdad; pero sino se empieza por algo nunca se realizarán los pensamientos, ni podrán desecharse las preocupaciones que constituyen la pesadilla de los vecinos amantes del florecimiento de la ciudad, y bueno es empezar por el principio.

## II.

### *Bases fijadas por el Ayuntamiento para el desarrollo de los proyectos de abastecimiento de aguas y evacuación de las materias nocivas.*

Considerando, ya hace algún tiempo, el Ayuntamiento que con los trabajos que se habían iniciado al practicarse la galería de alumbramiento de aguas del valle de las Monjas, de la cual está terminada de todo punto y en servicio la mitad de su longitud, habría aguas necesarias para los usos de la economía doméstica, y que existía un proyecto de aprovechamiento de las aguas del arroyo de Villalobón

para riegos y limpiezas, así como una concesión para elevar aguas del Carrión en no tan limitada cantidad, pero que todo ello reunido, constituiría una dotación regular de agua, pensó más tarde en el alcantarillado y al efecto se acordó que se hiciera el estudio, para lo cual fueron aprobadas las bases que redactamos en 26 de Enero de 1894, siendo una de ellas la limpieza diaria de las alcantarillas por medio de una corriente derivada según las conveniencias y medios propuestos por el autor del proyecto, cuyo trabajo se sacaba á concurso público; más tarde nos fué encomendada la redacción de este estudio, pero atendiendo que la base principal y la dificultad mayor estribaba en la adquisición del agua, necesaria á la limpieza del alcantarillado, y que conseguida, fuera por el medio que quisiera, habrían de tenerse, y siempre con deficiencias, agua de los manantiales del Páramo de Autila, aguas del arroyo de Villalobón, aguas elevadas del Carrión y aguas para el alcantarillado, no existiendo más que las primeras, y comprendiendo que se complicaba muchísimo el servicio de aguas con tantas canalizaciones, que hasta perjudicarían y dificultarían la conservación de las calles, se dejó abandonado, aparentemente, el estudio, esperando que alguna oportunidad pudiera ser aprovechada con gran beneficio de la ciudad, y también que el Ayuntamiento se desahogara algún tanto en su administración, por tener que solventar compromisos á que le habían conducido varias obras de importancia.

Una proposición del Sr. Alcalde D. Emilio Romero Pérez, recogiendo la opinión extendida de hacer algo para no volver á caer en las consecuencias de una sequía tan pertinaz como la del verano último (1898), volvió el asunto al Ayuntamiento y se acordó se hicieran los proyectos que varias veces hemos citado, dejando aparte, en lo tocante á aguas buenas todo los pensamientos de utilizar aguas en pequeña cantidad, como se obtendría de seguir adelante con la concesión de los 25 litros por segundo obtenida para elevar del rio Carrión, y de Villalobón, cuyo régimen inconstante á nada práctico había de conducir. Se pensaba, pues, en un abastecimiento en serio y de importancia, y un alcantarillado general; nada de soluciones del momento, se pide con franqueza lo que era lógico, lo que demandaba la ciudad.

Concediéndonos un honor inmerecido fuimos encargados de la redacción de los dos proyectos, pero tal es la importancia del asunto que hubimos de solicitar de la Comisión de Policía urbana y obras, se discutieran las bases á que debieran sujetarse los estudios, y el Ayuntamiento aprobó en 21 de Octubre de 1898 las que presentamos á la Comisión é hizo suyas. Hélas aquí:

**PRIMERA.** El abastecimiento de aguas será completo y tenderá á dotar

con alguna amplitud todos los servicios que reclama el funcionamiento de la población.

SEGUNDA. Se dejará libre al autor del proyecto la manera de obtener el agua necesaria así como su elección y desarrollo completo de la distribución en la ciudad, materiales de la conducción y demás detalles que comprende el proyecto en conjunto; sin embargo, deberá tener en cuenta el aumento de población que en lo porvenir pudiera sufrir la población para que sea fácil y posible ampliar las obras, tanto en consumo de agua, como en tendido de tuberías.

TERCERA. El sistema de saneamiento se dejará también al arbitrio del autor, pero teniendo en cuenta que á la alcantarilla irán todas las aguas procedentes de la casa y de la calle. Las materias sólidas depositadas en la vía pública no entrarán en el alcantarillado, y se verá la conveniencia de aprovechar algunas de las alcantarillas actuales, si fuera posible su reforma y si el costo de la transformación estuviera por debajo del de la nueva alcantarilla proyectada.

CUARTA. Se estudiará la manera de verificarse las limpiezas en el alcantarillado, ya aprovechando aguas en corriente continua ó en descarga intermitente, haciendo uso de las aguas que se obtengan en la realización del proyecto de abastecimiento anteriormente citado ó de otro más económico.

QUINTA. Se estudiarán los accesorios todos de la canalización, no dejando lugar á dudas respecto á ningún punto.

SEXTA. Se deberá estudiar el aprovechamiento de las aguas procedentes del alcantarillado, ya en usos agrícolas ó industriales; y si no pudieran convenir, arrojarlas al río en sitio á propósito donde la ciudad no pueda sentir sus efectos.

SÉPTIMA. Se desarrollarán ambos proyectos teniendo presente la mayor economía posible que sea compatible con una explotación constante y continua de los dos servicios y muy principalmente con la higiene y salubridad pública, punto principal en que deben estar fijos todos los criterios que puedan seguirse en el desarrollo de los proyectos.

### III.

#### *Método que se sigue en los presentes trabajos y partes de que constan.*

Indicado ya el asunto principal de estos trabajos, los dividimos en dos partes, separando en cada una, y desligando por completo de todo,

lo que se refiere á las aguas potables, y lo que se refiere á la evacuación de las aguas sucias; la parte primera comprende, pues, el proyecto completo del abastecimiento público de aguas de la ciudad, la parte segunda abraza el proyecto de alcantarillado general; pero antes de estudiar estos dos proyectos, y como preliminar, indicaremos las condiciones de Palencia ya por lo que se refiere á la Naturaleza, ya por lo que se refiere al núcleo de población; este capítulo preliminar es de gran importancia, sin embargo, que en obsequio á la brevedad solo apuntaremos los datos que han de servirnos como puntos de partida para los proyectos referidos; así es: sin conocer muy á fondo las circunstancias que pueden hacer variar tanto al desarrollo de estos trabajos ¿cómo han de hacerse estos con provecho? desconociendo la situación de la ciudad, el número de habitantes, las lluvias ó cantidad de agua llovida, la extensión del casco urbano, etc., ¿cómo han de precisarse los elementos que hay que traer y los que hay que conducir lejos, unos para aumentar la vida, otros para alejar el malestar y las incomodidades? Este capítulo preliminar nos ha de dar, por tanto, materiales muy principales para la obra, es como el cimiento de la casa, más que el cimiento el solar sobre el cual el edificio se levante; según sean el solar y sus condiciones de forma y dimensiones así podrá disponerse el edificio de una ú otra manera; del mismo modo, según los datos que la ciudad nos suministre se estudiará la conveniencia y ventaja de emplear sistemas lógicos adaptados al medio en que han de desarrollarse.

Con estos detalles á la vista se redactará el proyecto de abastecimiento de aguas para toda clase de servicios, empezando por el estudio de las aguas tanto en cantidad, como en calidad, haciendo algunas observaciones pertinentes á los distintos usos del agua y á las variaciones periódicas de consumo, detalles que van teniendo mucha importancia en las explotaciones del agua, para regular la administración y desarrollo del negocio; examinaremos después los procedimientos que pudieran adoptarse, eligiendo el sistema que nos parezca más apropiado. Conseguida el agua necesaria, hay que ponerla en condiciones de poderse utilizar en la ciudad, y á ese fin detallaremos la toma de agua y conducción á los depósitos, los accesorios y capacidad de estos, para desde allí hacer la distribución en la población, calculando la red de tuberías y ofreciéndonos detalles interesantes en la subdivisión de las aguas, que no por su pesadez y proligidad dejan de influir en el proyecto. Por último, indicaremos la parte administrativa, por decirlo así, del proyecto, en la que además de referirnos á la presentación del mismo, haremos la justificación de los precios en que ha de basarse el presupuesto de las obras, expondremos con franqueza la manera,

á nuestro juicio más fácil de realizar mejora de tanta trascendencia para la ciudad, y las pocas ó muchas utilidades que como negocio pueda tener, ya considerando el interés en su realización con los capitales empleados, ó que puedan emplearse, ya por los beneficios que la industria, el bienestar y la comodidad, reciban, aparte de la salubridad, que no hay que perder de vista, que muchos asuntos ó negocios se abandonan, si no parecen irrealizables, porque no dan el interés ó los productos acostumbrados en nuestro país, cuando las ventajas de su realización pueden ser inmensas en otro orden de cosas, mucho más elevado que la renta y el interés, que la materialidad del dinero.

Un plan análogo ha de llevar el desarrollo del proyecto de evacuación de las aguas sucias: Primeramente estudiaremos las materias que hay que expulsar de la ciudad y su nocividad, fijando las cantidades que tenemos que acarrear á sitio oportuno, y examinaremos los varios sistemas de evacuación, para deducir el que más pueda convenir á las necesidades de la población, deteniéndonos algo en el procedimiento que adoptemos y deduciendo los datos indispensables con los cuales tenemos que operar. De manera inversa al proyecto de traída de aguas, habrá que ir recogiendo las materias á expulsar por medio de la red de canalización que vaya reuniéndolas en un colector general que las conduzca á sitio innócuo, lejos de la ciudad para aprovecharlas desde allí ya en los trabajos del cultivo de la tierra, ó ponerlas en condiciones de perder su nocividad, ó simplemente dejarlas, en donde la población no pueda recibir daño alguno de ellas. En todas esas canalizaciones calcularemos los volúmenes á evacuar y los variados detalles de sumideros de calle, ventilación y registro de la canalización, limpieza de la misma y demás accesorios del sistema. El estudio de la cuestión administrativa del proyecto repetirá el del proyecto de abastecimiento de aguas en la forma de presentación, en la manera de realizar las obras y hasta en las ventajas económicas y, más que esas, las referentes á la salubridad, pues, aunque adelantemos aquí algo, sin gastar dinero, sin prodigar sacrificios pecuniarios, no hay higiene posible, ni los pueblos pueden ser sanos, ni se verán nunca libres de vivir entre sus despojos. No hay que hacerse, pues, ilusiones de grandes rendimientos en las rentas: la higiene es muy buena, pero extendida á una ciudad es cara. No es pequeña riqueza la que se consigue, de todas maneras, logrando que el coeficiente de mortalidad descienda en una población; esto es lo que constantemente debemos tener presente en especulaciones del género que nos ocupa.

Como apéndice á ambas partes, y como consecuencia de la mejora general, hemos de añadir algunas observaciones sobre el saneamiento

de la casa; pero así como en el de la ciudad descartamos todos los elementos ó causas que podían influir, para tratar solamente de la circulación constante y continua de las aguas en sus dos direcciones, en la casa haremos igual apartado, y, dejando á un lado lo referente á distribución, ventilación, iluminación y construcción, trataremos del servicio interior del agua ya en los escusados, fregaderos, lavaderos, bañeras, fuentes de vecindad, lavaderos particulares, como de la recogida de las aguas sobrantes, desperdicios de la casa, deyecciones humanas y demás materias que van al desagüe general. La circulación del agua en la casa no es ménos que la circulación general de la de la ciudad, como que la casa tiene las últimas ramificaciones de la red de aguas buenas y las primeras de la canalización de aguas malas; es á modo de los vasos capilares de la sangre: unos son el fin de los vasos arteriales, otros el principio, los pequeños manantiales de la sangre venosa. Por último, observando las tarifas y reglamentaciones especiales para el buen funcionamiento de estos servicios, propondremos las aplicables á Palencia, teniendo en cuenta siempre las condiciones y circunstancias que puedan hacerlas variar.

El trabajo es complejo y pesado; sin embargo, tocaremos todos los puntos señalados para que no haya lugar á dudas en ningún detalle; trataremos lo verdaderamente útil y huiremos de esos lujos de erudición, que suelen ofrecerse en estos estudios, por dos razones principales: la primera porque un proyecto no es un libro de consultas, es la materialización de un pensamiento desarrollado en sus más importantes pormenores, y lo práctico en estos casos es la claridad y la brevedad; la segunda porque nada puede dar el que nada tiene.

# CAPÍTULO PRELIMINAR

---

## Estudio de las condiciones de Palencia.

---

### I.

#### *Condiciones naturales.*

---

##### *a) Situación geográfica y límites del término municipal.*

Las coordenadas geográficas de Palencia son 42.º 30' de latitud Norte y 52' 56" de longitud Oeste del meridiano de la capital de la nación, siendo su ordenada sobre el nivel del mar de 753 metros en la puerta de Monzón, 750 en el sitio denominado Cuatro cantones, en el centro de la ciudad, 748 en lo que fué estación del Norte y 741 en Puentecillas. Está situada en la parte meridional de la provincia y asentada sobre la margen izquierda del río Carrión en su núcleo principal, pues á la derecha del río y ocupando parte del emplazamiento de la antigua ciudad tiene el barrio de Allende el río, con un núcleo de población poco numeroso.

La ciudad tiene la forma de un rectángulo tendido paralelamente en la dirección del río en su eje mayor, siendo la dirección de éste de NO. á SE. Su asiento es ligeramente inclinado hácia el río, siguiendo la vertiente natural, acentuándose las líneas de máxima pendiente en su proximidad á la corriente del Carrión.

Los límites naturales del término municipal están dados al Norte por los cerros característicos de Santa María y San Juan del Otero; al Oriente por el monte de Villalobón y páramo de Magáz; al Mediodía por las cuestas del valle de Cerrato y monte de Dueñas y al Poniente por el monte de Palencia y páramo de Autilla del Pino.

*b) Constitución geológica del terreno sobre que asienta la ciudad.*

El terreno corresponde á la formación terciaria ocupando la vertiente natural de los montes inmediatos en dirección al Carrión. El corte del terreno en la ciudad ofrece en su parte próxima al suelo moderno una capa de cenizas, muy general, sobre todo, en el emplazamiento de la ciudad en sus tiempos antiguos, á la que sigue otra espesa de cascajo y arenas sueltas, que llegan á tomar una altura hasta de 450 metros en algunos sitios, y una profunda de greda, asiento firme del terreno. En los alrededores de la población, y no á grandes distancias, se tienen las arcillas plásticas y compactas alternando con el yeso y la greda. En los páramos y montes que circundan el término se encuentra en bancos más ó menos altos, la caliza de malas condiciones para la construcción.

*c) Régimen de las aguas subterráneas.*

Indicada la inclinación del terreno de la ciudad y la existencia de montes y páramos en la parte N. y O. de su término, nada tiene de extraño la abundancia y constancia de la lámina acuífera, alimentada también por la depresión del terreno en el sitio denominado laguna Salsa, que recoge grandes cantidades de agua, que poco á poco suelta más tarde. La influencia de dicha laguna se deja sentir en la población, más que en ninguna otra parte, en la zona comprendida entre las calles de Burgos y D. Sancho y Mayor principal hasta las afueras.

Observaciones constantes que venimos haciendo en los pozos de las casas, y la presencia de las aguas al abrirse las zanjas para fundar, nos permiten señalar como término medio de profundidad de la lámina de agua la de 3 metros, oscilando entre 2 y 5 la profundidad á que casi siempre se acusa dicha lámina, según los puntos y el relieve del terreno. Indudablemente que mucho tienen que influir las épocas más ó menos lluviosas, más ó menos secas, en la altura y abundancia de las aguas subterráneas, por lo que el régimen tiene que ser inconstante; pero la diferencia no es tan notable en épocas extremas, como debiera suponerse, debido, sin duda, á que las corrientes que proceden de los montes de Fuentes y Villalobón son algo profundas, lo que parece asegurar su régimen, unificándole ya en cantidad ó abundancia, ya en la altura del agua.

d) Régimen del río Carrión.

Sería muy curioso y de mucha utilidad para otros fines un estudio detallado del régimen hidráulico del Carrión, pero como á nosotros lo que más puede importarnos es ver la línea que sigue el gasto en el punto más próximo al en que coloquemos la toma de agua, y esta la disponemos, como se verá en el proyecto, en las proximidades del puente de Don Guarín, nos bastará con indicar el gasto en ese punto refiriéndonos á los datos que publicó la Comisión central hidrológica y á los que nos han facilitado en la Jefatura de Obras públicas de la provincia de Valladolid á donde se llevó el archivo de la suprimida División hidrológica de Valladolid. Dichos datos son muy incompletos, abarcan un periodo corto, y con ellos no podemos formar, por la solución de continuidad que ofrecen las observaciones, un gráfico del que se deduzca algo, pero las consignamos por el caracter oficial que tienen, dada su procedencia.

Aforos del río Carrión en el puente de Don Guarín.

FECHAS			AFOROS Litros al 1 <sup>o</sup>	Observaciones.	FECHAS			AFOROS Litros al 1 <sup>o</sup>	Observaciones.
13-16	Agosto.	1880	1.799	523 ms. aguas arriba del puente.	26	Junio.	1885	10.036	
>	Septiembre	>	1.199		27	>	>	12.058	
16	>	1884	2.590		30	>	>	13.147	
17	>	>	2.123		5	Diciembre.	>	4.605	
18	>	>	2.324		7	>	>	6.265	
19	>	>	7.349		9	>	>	20.956	
20	>	>	3.416		10	>	>	15.789	
22	>	>	1.931		11	>	>	13.456	
23	>	>	3.608		12	>	>	9.087	
24	>	>	5.615		14	>	>	8.698	
26	>	>	2.366		15	>	>	8.921	
27	>	>	2.921		16	>	>	8.691	
17	Diciembre.	>	675		17	<	>	7.352	
18	>	>	494		18	>	>	3.920	
19	>	>	328	19	>	>	3.928		
22	>	>	785	21	>	>	4.874		
23	>	>	452	22	>	>	5.850		
24	>	>	490	23	>	>	13.840		
11	Junio.	1885	15.927	24	>	>	11.814		
12	>	>	14.694	26	>	>	5.768		
13	>	>	8.941	28	>	>	3.950		
15	>	>	10.774	29	>	>	2.787		
16	>	>	8.432	30	>	>	5.749		
17	>	>	14.438	31	>	>	4.177		
18	>	>	15.948	21	Abril.	1886	7.972		
19	>	>	13.214	24	>	>	11.534		
20	>	>	9.255	26	>	>	22.126		
22	>	>	6.189	27	>	>	26.236		
23	>	>	6.410	28	>	>	82.180		
24	>	>	4.715	29	>	>	158.590	Máximo.	
25	>	>	6.108	30	>	>	151.191		

La altura de agua leída en la escala del puente de Don Guarín osciló, durante la época de la que poseemos datos oficiales (16 Julio á 28 de Septiembre 1884) entre 0'55 (12 Septiembre) y 1'20 (19 Septiembre.)

Según el distinguido Ingeniero de caminos D. Manuel Rivera puede calcularse que el aforo mínimo del Carrión en el sitio designado ha sido de unos 200 litros al 1" y que la altura de agua en las mayores avenidas queda unos 25 centímetros por bajo de la clave del arco.

La altura de agua en la escala del puente Mayor ha oscilado, de Julio á Septiembre de 1884, de 0'02, que correspondió al 30 de Agosto, á 0'71, en el 20 de Septiembre. Según las observaciones del mismo Sr. Rivera en las mayores avenidas el agua alcanzó una altura equivalente á la de la arista inferior de la imposta del muro de contención en la desembocadura de la calle del Marqués de Albaida.

Estos datos serán los que tengamos en cuenta al redactar los proyectos que nos fueron encargados.

Desde el punto más bajo del rio en su paso por la ciudad hasta el puente de D. Guarín se cuentan cuatro saltos: el de San Sebastián, el de Once Paradas, el de San Román y el de Pajares.

#### e) *Régimen del arroyo de Villalobón.*

Pocos datos poseemos acerca del régimen hidráulico de este arroyo, el más inmediato á la ciudad; tampoco nos hacen gran falta en el estudio de los proyectos que han de ocuparnos. Desde luego puede indicarse que el régimen es variadísimo; nosotros hemos visto rebasar sus aguas el pequeño cauce é inundar las tierras próximas, al recoger aguas de aguaceros de intensidad, y todos hemos visto el arroyo seco por completo todos los veranos.

Don Cándido Germán en el proyecto de aprovechamiento de las aguas de este arroyo para la limpieza de las alcantarillas y riego de arbolado, decía en 31 de Diciembre de 1879: «El caudal de estas aguas—del arroyo de Villalobón—es muy variable según las estaciones y las lluvias más ó menos abundantes, y en tal concepto un aforo hecho en un día determinado tiene muy poca significación. Si se hubiera practicado en los veranos de 1876 y 1877 se hubiera obtenido como resultado que la cantidad de agua no llegaría á un litro por segundo. En el practicado en la segunda quincena del último Septiembre—1879—el gasto era de 105 litros por segundo y hoy es seguro que será mayor.»

En dicho proyecto se calculó la sección de la acequia de conducción para un gasto máximo de noventa litros por segundo.

### f) Climatología.

Exagerado es el clima de Palencia, pues de una estación á otra, y aún en el mismo día, se observan diferencias muy notables, sobre todo en la temperatura; también es muy seco, pero no es de extrañar lo uno y lo otro dada la gran altura á que la población se encuentra sobre el nivel del mar, y la circunstancia de no estar resguardada la ciudad por barrera alguna que sirva de obstáculo á los vientos más perjudiciales.

De las condiciones climatológicas las que más pueden importarnos al estudio que hacemos son la dirección y frecuencia de los vientos, las alturas de agua caída y la evaporación, más las dos primeras que la tercera circunstancia; sin embargo, apuntaremos algo, compendiándolo, sobre las demás condiciones, fundándonos en las observaciones hechas en la Estación Enológica y en anteriores que se han practicado en el Instituto de segunda enseñanza, haciendo al final un resúmen por decenas de las llevadas á cabo en aquel útil establecimiento, de Julio de 1895 á Septiembre de 1898.

**Presión barométrica.**—La media anual en los tres últimos años económicos ha sido de

699'1	milímetros	en	1895-96.
697'9	id.	en	1896-97.
699'3	id.	en	1897-98.

**Temperatura.**—En los mismos tres años á que hacen referencia las observaciones de la Estación Enológica ha sido

AÑOS.	PROMEDIO de las máximas medias mensuales.	PROMEDIO de las mínimas medias mensuales.	Media anual.	OBSERVACIONES.
	Grados centígrados.	Grados centígrados.	Grados centígrados	
1895-96	18	5'7	11'8	
1896-97	16'6	3'1	9'8	
1897-98	20'3	3'2	11'3	La máxima sólo en los 6 primeros meses.

La temperatura media según las estaciones fué de 1873 á 74 en

Primavera.	Verano.	Otoño.	Invierno.
10°9	26°5	12°8	4°5

**Humedad relativa de la atmósfera.**—Se observa como sigue con relación á la media anual.

AÑOS.	A las nueve de la mañana.		A las tres de la tarde.		OBSERVACIONES.
	Humedad relativa.	Tensión.	Humedad relativa.	Tensión.	
1895-96	76'79	9'5	61'79	9	Solo en Mayo y Junio se hicieron observaciones.
1896-97	72'10	7	62'32	8	
1897-98	78'43	9'2	69	12'1	Se hicieron observaciones hasta Diciembre.

La humedad relativa media que correspondió en 1873 á 74 en las cuatro estaciones fué

Primavera.	Verano.	Otoño.	Invierno.
80	76	75	104

**Vientos.**—Recorren los cuatro cuadrantes en el transcurso del año y su frecuencia por días está indicada en el siguiente cuadro.

AÑOS	Días observados	DÍAS QUE EL VIENTO TUVO DIRECCIÓN							
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1889	365	82	38.50	18.50	12.50	35	36.50	88.50	53.50
1890	364	70	48.50	14.50	12	43.50	40.50	87	48
1891	364.50	45	55.50	17.50	14.50	37	73	81.50	40.50
1895	174	24	27.50	2.50	9	20.50	26.50	6.50	57.50
1896	366	6.50	147	15.50	29.50	22.50	71.50	16	57.50
1897	365	11.50	87.50	22	28.50	49	77.50	39.50	49.50
1898	273	12	104	12.50	25.50	14	48.50	18	38.50
Totales..	2.271.50	251	508.50	103	131.50	221.50	374	337	345

La frecuencia, pues, de los vientos en los períodos que comprenden estas notas está representada por

22'43	por 100	la dirección	NE.
16'46		id.	SO.
15'18		id.	NO.
14'83		id.	O.
11'04		id.	N.
9'75		id.	S.
5'78		id.	SE.
4'53		id.	E.

**Lluvias.**—Tenemos que considerar á nuestro objeto las lluvias ordinarias y torrenciales ó aguaceros fuertes. Respecto del agua caída por meses puede observarse el siguiente cuadro, en el que está incluida la nieve fundida que recogió el pluviómetro.

MESES.	ALTURA DE AGUA Y FUSION DE NIEVE CAIDA Y RECOGIDA EN EL PLUVIOMETRO: MILIMETROS.							Observaciones
	1889	1890	1891	1895	1896	1897	1898	
Enero.....	9.7	2.7	4.9	»	»	66.9	4.4	En 1895 empiezan las observaciones en la E. Enológica. No se hicieron observaciones en la 3. <sup>a</sup> decena en 1895. Id. id. 1. <sup>a</sup> id. id.
Febrero.....	10.1	13	»	»	6.1	6.8	»	
Marzo.....	29.7	16.4	23.4	»	»	25.6	14.6	
Abril.....	25	22.1	23	»	»	15.7	10.2	
Mayo.....	48.2	25.2	27.9	»	29.7	61.2	28.5	
Junio.....	96.8	28.7	22.3	»	30.7	35	54.5	
Julio.....	»	»	1.7	5	3.9	0.5	»	
Agosto.....	10.6	»	»	2	25.9	0.5	»	
Septiembre	10	33.7	10.4	14.1	7.9	3	»	
Octubre.....	44.7	»	12.5	25.3	45.7	13.3	»	
Noviembre	3.3	0.4	83.7	30.1	64.4	19.6	»	
Diciembre.	0.9	12.4	5.2	45.8	38.1	32.6	»	
TOTALES....	289	156.6	215.1	122.3	252.4	280.7	112.2	

Pudiéramos deducir una porción de consecuencias en las lluvias ordinarias, ya determinando las medias mensuales, ya por estaciones, etc. pero más importancia tiene para nosotros el estudio de las máximas en un día de cada mes, es decir, las máximas alturas de agua caída en veinticuatro horas, á cuyo objeto anotamos días y alturas á continuación, refiriéndonos á los meses que se han observado y anotado en el [anterior estado.

### Máximas de lluvia en un día de cada mes.

AÑOS.	MESES.	DÍAS	Altura de agua caída: milímetros.	AÑOS.	MESES.	DÍAS	Altura de agua caída: milímetros.
1889	Enero.....	8	4.6	1891	Marzo.....	24	8.5
	Febrero.....	4	3.1		Abril.....	29	10.4
	Marzo.....	7	11.2		Mayo.....	1	5.3
	Abril.....	14	10.4		Junio.....	25	28.7
	Mayo.....	25	19.7		Julio.....	»	»
	Junio.....	19	13.7		Agosto.....	»	»
	Julio.....	»	»		Septiembre	15	15.7
	Agosto.....	17	7.6		Octubre.....	»	»
	Septiembre	24	10.3		Noviembre.	8	0.4
	Octubre.....	21	9.3		Diciembre.	30	7.2
	Noviembre.	4	2.4		Enero..	30	2.3
	Diciembre.	22	0.7		Febrero.....	»	»
1890	Enero.....	21	2.4	Marzo.....	28	10.7	
	Febrero.....	18	3.5	Abril.....	26	9.1	

AÑOS.	MESES.	DÍAS	Altura de agua caída: milímetros.	AÑOS.	MESES.	DÍAS	Altura de agua caída: milímetros.
1895	Mayo .....	31	11.9	1897	Noviembre.	27	12.3
	Junio .....	9	10.5		Diciembre.	5	8.4
	Julio .....	13	1.7		Enero.....	6	30.5
	Agosto.....	»	»		Febrero...	1	2.6
	Septiembre	14	5.6		Marzo....	14	13.1
	Octubre.....	11	7.2		Abril.....	12	8
	Noviembre.	22	14.4		Mayo.....	20	18 »
	Diciembre .	26	2.6		Junio.....	26	11 »
	Julio .....	27	4.3		Julio...#..	1	0.5
	Agosto.....	24	1 »		Agosto....	15	0.5
	Septiembre	4	9.8		Septiembre	29	3 »
	Octubre.....	23	8.5		Octubre...	15	5 »
1896	Noviembre.	27	7.4	Noviembre.	10	5.7	
	Diciembre.	24	33.3	Diciembre.	29	11 »	
	Enero.....	»	»	1898	Enero.....	9	3.3
	Febrero.....	19	2.8	Febrero...	»	»	
	Marzo.....	»	»	Marzo....	29	4 »	
	Abril.....	»	»	Abril.....	15	4.5	
	Mayo.....	29	15.6	Mayo.....	1	6.8	
	Junio.....	7	11.5	Junio.....	7	17.5	
	Julio.....	6	3.9	Julio.....	18	5 »	
	Agosto...	4	12 »	Agosto...	»	»	
Septiembre	19	4.3	Septiembre	16	14.3		
Octubre...	27	17.4					

Tenemos que distinguir el agua caída en lluvias ordinarias y en las torrenciales ó aguaceros de corta duración. La mayor altura de agua que ha acusado el pluviómetro en los seis años citados, corresponde al 24 de Diciembre de 1895, en cuyas 24 horas alcanzó 33'3 milímetros; suponiendo la lluvia uniformemente repartida en las 24 horas, corresponde por 1" á la hectárea 3'8 litros. Es indudable que esta cifra es muy baja para los aguaceros ó chubascos de corta duración y de mucha intensidad; en estos cae una gran cantidad de agua que aporta á las alcantarillas el mayor contingente que puede tenerse en un 1"; ese caudal nos hace falta conocer para calcular como es debido las secciones de la canalización de aguas sucias. Si observamos el estado anterior de máximas de lluvia en un día de cada mes en los correspondientes á Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre en que las tormentas y chubascos son más frecuentes, nos encontramos con que el 25 de Junio de 1890 acusó el pluviómetro una altura de 28'7 milímetros debida á un gran pedrisco ocurrido en la tarde del día antes, probablemente (decimos que probablemente, pues de las colecciones de los periódicos de la localidad que hemos consultado, deducimos que el 24 ocurrió este fenómeno); el granizo tarda algún tiempo en liquidarse por completo en las fuertes granizadas, y no podemos sacar de aquí ningún dato fijo; descartada, pues, esa altura de agua nos encontramos con que los aguaceros más fuertes

en esos cinco meses citados dan una altura de agua que oscila entre 19'7 y 11 milímetros; fijaremos, por tanto, como límite máximo, 20 milímetros de altura en el más intenso; ni en Palencia se han hecho observaciones de la duración de estos aguaceros, ni podemos referirnos tampoco á las de otras ciudades de España, pues no conocemos ninguna en que se registre la duración de los chubascos y tenga, por sus condiciones, alguna analogía con Palencia; en el que ocurrió el 7 de Junio de 1898, durante el cual cayó una altura de agua de 17'5 milímetros, observamos que su duración fué algo mayor de un cuarto de hora; pero como para lo que necesitamos este dato nada nos importa ponernos en el lado más desfavorable, supondremos que esa altura de 20 milímetros de agua sea debida á un aguacero de esos mismos quince minutos de duración, así no pecaremos de parcos, por lo que al 1" corresponderán por hectárea 221'66 litros; cantidad más elevada que la que por los mismos conceptos se señalaba en Valladolid (166 litros) en el proyecto de alcantarillado del Sr. Uhagón.

**Evaporación.**—La evaporación media observada en 1873 á 74 en las cuatro estaciones fué, expresada en milímetros:

Primavera.	Verano.	Otoño.	Invierno.
6	9'5	3	1'8

La evaporación media mensual puede observarse en el siguiente cuadro en el que se nota el régimen gradual según los meses.

MESES.	EVAPORACIÓN MEDIA EN MILÍMETROS							Observaciones
	1889	1890	1891	1895	1896	1897	1898	
Enero.....	0.7	0.5	0.6	>	1	0.5	1.3	
Febrero.....	1.6	1.1	1.9	>	2	1.9	2.2	
Marzo.....	1.9	2.1	2.1	>	4.2	3.9	2.8	
Abril.....	2.8	3.4	3.3	>	6.6	5.3	5.1	
Mayo.....	3.6	3.1	4.1	>	6.2	6.1	7.4	
Junio.....	3	7	5.8	>	8.2	9.7	8	
Julio.....	6.7	7.4	8.2	10.9	12.6	>	>	
Agosto.....	5.8	7.2	6.8	11.3	8.1	11.2	>	
Septiembre	4.8	4.1	4.3	8.5	7.8	7.8	>	No se hicieron observaciones en la 3.ª decena en 1895.
Octubre.....	1.3	2.5	2.1	1.9	3.5	4.4	>	Id. id. 1.ª id. id.
Noviembre	0.7	1.5	0.9	1.1	1	1.1	>	
Diciembre.	0.5	0.5	0.5	1.8	3	1.4	>	
Media anual....	2.7	3.3	3.4	5.9	5.3	5.5	4.4	

Terminaremos de indicar las condiciones climatológicas de Palencia observando el estado general de la atmósfera en los seis años á que se refieren los datos que venimos anotando, tomados del Instituto, (publicados en las Memorias anuales) y en la Estación Enológica, á saber:

AÑOS	DIAS									
	Despejados	Nubosos.	Cubiertos.	De niebla.	De lluvia ó llovizna.	De rocío.	De escarcha.	De nieve.	De granizo.	De tormenta.
1889	158	112	95	94	111	97	101	17	20	38
1890	168	89	108	91	89	108	99	19	20	34
1891	151	87	127	97	98	95	105	12	14	20
1895-96	121	165	70	24	29	27	121	1	»	31
1896-97	90	170	105	22	57	87	99	9	»	29
1897-98	146	128	91	20	38	70	134	»	»	11

### ESTADO DE OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS, RESUMIDAS EN DECENAS, PRACTICADAS EN LA ESTACIÓN ENOLÓGICA.

(1.º DE JULIO 1895 Á 30 DE SEPTIEMBRE 1898)

AÑOS	MESES	Decenas.	Presión barométrica media, mm.	TEMPERATURA			DIRECCIÓN Y FRECUENCIA DE LOS VIENTOS								Altura de agua caída, Mm.	Evaporación media mm.
				Máxima á la sombra. Media.	Mínima ordinaria. Media.	Media diaria.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO		
1895	Julio .....	1.ª	701.9	25.5	16	20.7	4.5	1	»	»	»	»	3	1.5	»	11.4
		2.ª	700.4	27.5	18.1	22.7	2	1	»	»	»	1	»	6	0.4	10.5
		3.ª	701.2	26.9	18.6	22.8	2	»	»	0.5	»	3.5	»	5	4.6	10.8
»	Agosto....	1.ª	700	25.9	16.2	21	2	1	»	»	»	»	»	7	»	11.6
		2.ª	701.8	30.8	22.2	26.4	2	»	»	»	»	1.5	6.5	»	11.7	
		3.ª	703.6	27.8	18.9	23.3	2	1	»	»	2	0.5	»	5.5	2	10.8
»	Septiembre	1.ª	701.8	27.1	18.3	22.7	1.5	3	0.5	2	2	»	»	1	13.9	8.6
		2.ª	701.6	25.8	17.1	21.4	»	5	»	0.5	»	1.5	»	3	0.2	8.4
		3.ª	703	23.9	17.9	20.9	3	»	2	»	2	»	»	3	—	—
»	Octubre...	2.ª	702.8	19.2	13.8	16.5	1.5	7	»	»	»	»	1.5	3.7	2.6	
		3.ª	694	13.4	5.5	9.4	3	»	»	»	3	2	»	3	21.6	1.2
»	Noviembre	1.ª	699.6	12	3.9	7.8	»	3	»	1	2	3	»	1	5.4	1.2
		2.ª	698.1	14.7	9.5	12.1	»	»	»	1	4.5	4	0.5	»	9.7	1.3
		3.ª	697.1	14.8	4.8	9.8	0.5	0.5	»	1.5	2.5	1.5	1	2.5	15	0.8

AÑOS	MESES	Decenas.	TEMPERATURA				DIRECCIÓN Y FRECUENCIA DE LOS VIENTOS								Altura de agua caída, Mm.	Evaporación media mm.
			Presión barométrica media, mm.	Máxima á la sombra.	Mínima ordinaria.	Media diaria.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO		
				Media.	Media.											
1895	Diciembre.	1. <sup>a</sup>	704.1	9.5	-2.7	3.5	»	3.5	»	0.5	»	1	»	5	2.6	0.5
		2. <sup>a</sup>	692.7	9	2	4.5	»	»	»	0.5	0.5	5	0.5	3.5	2.7	1
		3. <sup>a</sup>	694.9	8.9	3	5.1	»	1.5	»	1.5	2	3.5	»	2.5	40.5	4
1896	Enero....	1. <sup>a</sup>	700.7	9.7	0.9	4.6	»	6	1	0.5	»	»	0.5	2	»	1.1
		2. <sup>a</sup>	700.7	6.6	-6.2	0.3	»	4	»	2.5	»	1.5	»	2	»	1
		3. <sup>a</sup>	704.2	8.4	-3.9	2.2	»	4.5	1	1	»	»	»	4.5	»	1.1
»	Febrero...	1. <sup>a</sup>	706.7	12.4	-7.6	2.7	»	3	0.5	1	0.5	2	»	3	»	1.7
		2. <sup>a</sup>	701.1	16.9	-3	6.9	1	2	»	1.5	2	1.5	»	2	3.7	2.2
		3. <sup>a</sup>	697.4	9.4	-1.2	4.3	»	5	1	»	»	1	»	2	2.4	2.3
»	Marzo....	1. <sup>a</sup>	700	14.5	-3	5.7	»	2.5	»	1.5	»	2.5	»	3.5	»	3.1
		2. <sup>a</sup>	696.5	16.9	-1.2	7.8	»	5	»	1	1	1	»	2	»	4.1
		3. <sup>a</sup>	697.8	16.6	-2.3	7.1	»	3.5	»	1.5	»	1.5	»	4.5	»	5.4
»	Abril.....	1. <sup>a</sup>	699.5	12	-2.3	4.8	»	10	»	»	»	»	»	»	»	5.1
		2. <sup>a</sup>	705	19.8	-2.5	8.6	»	5.5	»	1	1	1	»	2.5	»	5.9
		3. <sup>a</sup>	698.6	21	-1	10	»	8	»	0.5	»	1	»	0.5	»	9
»	Mayo.....	1. <sup>a</sup>	696.5	15.6	-2.4	6.5	0.5	5.5	2.5	»	0.5	»	»	1	10.1	4.6
		2. <sup>a</sup>	699.3	19.4	1.4	10.4	»	9.5	0.5	»	»	»	»	»	3.3	7.4
		3. <sup>a</sup>	697	20	4.1	12	»	6.5	1.5	1.5	1	»	»	0.5	16.3	6.8
»	Junio.....	1. <sup>a</sup>	694	19.6	7	13.2	»	0.5	»	0.5	1.5	6.5	»	1	21.2	5.8
		2. <sup>a</sup>	698.3	25.4	6.8	16.1	»	2	0.5	2	»	2.5	0.5	2.5	9.5	8
		3. <sup>a</sup>	700.5	28.5	7.9	18	»	6	2.5	0.5	»	0.5	»	0.5	»	10.9
»	Julio.....	1. <sup>a</sup>	700.1	31.4	9.2	20.2	»	4.5	»	3	»	1.5	1	»	3.9	13.7
		2. <sup>a</sup>	699.4	31	10	20.5	»	7.5	»	»	0.5	1.5	»	0.5	»	13.5
		3. <sup>a</sup>	698.7	29.2	5.5	17.3	»	4	»	»	0.5	3.5	1	2	»	10.8
»	Agosto....	1. <sup>a</sup>	697.6	25.1	4.7	14.9	1	6	2	»	0.5	0.5	»	»	20.7	6.1
		2. <sup>a</sup>	700.1	25.8	5.4	15.6	»	5.5	0.5	1	1	1	»	1	5.2	9.5
		3. <sup>a</sup>	700.2	24.9	3.3	14.1	0.5	5.5	0.5	0.5	»	1	0.5	2.5	»	8.4
»	Septiembre	1. <sup>a</sup>	697.3	24.3	7.6	15.9	»	2	»	1	1	5	1	»	1.5	9
		2. <sup>a</sup>	699.2	23.6	8.9	16.2	»	1.5	»	2	1	3.5	1.5	0.5	6.4	7.3
		3. <sup>a</sup>	700.8	21.7	6.5	14.1	0.5	3.5	1	0.5	0.5	3.5	0.5	»	»	7.1
»	Octubre...	1. <sup>a</sup>	699	18.8	5.9	12.3	»	2.5	»	1	0.5	4.5	1	0.5	9.1	5.1
		2. <sup>a</sup>	696	13	-1.3	5.8	1	»	»	1.5	1	3	1	2.5	»	4.1
		3. <sup>a</sup>	692.6	9.4	0.5	4.9	»	1.5	»	0.5	0.5	6	1	1.5	36.6	1.5
»	Noviembre	1. <sup>a</sup>	694.7	7	0.7	3.3	1	5.5	»	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	17.4	0.5
		2. <sup>a</sup>	699	8.9	-0.6	4.1	»	0.5	»	0.5	1	3	2	3	0.5	1.5
		3. <sup>a</sup>	696.8	6.1	-1.6	2.2	»	4.5	»	0.5	1	2	»	2	46.5	1
»	Diciembre.	1. <sup>a</sup>	691.6	7.6	2.1	4.8	»	»	»	0.5	4	4	0.5	1	17.2	0.8
		2. <sup>a</sup>	695.1	5.9	-0.3	2.7	»	1	»	»	1	3.5	2	2.5	17.3	0.4
		3. <sup>a</sup>	704.5	5	-1.8	1.6	1	2.5	0.5	»	1.5	1.5	1.5	2.5	3.6	0.2
1897	Enero....	1. <sup>a</sup>	694.1	6.4	-0.9	2.7	1	1	0.5	2	4	1.5	»	»	36.1	0.4
		2. <sup>a</sup>	689.3	6.3	0.05	3.1	0.5	3.5	»	1	1.5	2	0.5	1	24.5	0.3
		3. <sup>a</sup>	693.6	4	-3.2	0.4	0.5	1.5	»	0.5	»	5	»	3.5	6.3	1

AÑOS	MESES	Decenas.	Presión barométrica media, mm.	TEMPERATURA			DIRECCIÓN Y FRECUENCIA DE LOS VIENTOS								Altura de agua caída, Mm.	Evaporación media mm.
				Máxima á la sombra. Media.	Mínima ordina- ria. Media.	Media diaria.	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO		
»	Febrero ...	1. <sup>a</sup>	699.7	10	3.3	6.6	»	0.5	»	1	1	6.5	»	1	2.6	1.5
		2. <sup>a</sup>	703.8	11.3	0.6	5.9	0.5	2.5	0.5	»	0.5	1.5	»	4.5	4.2	1.3
		3. <sup>a</sup>	708.2	12.8	—2	5.4	»	2	»	1	1	0.5	0.5	3	»	2.9
»	Marzo ....	1. <sup>a</sup>	697.7	10.1	0.3	5.2	»	»	»	0.5	1	5	2.5	1	1.4	3.5
		2. <sup>a</sup>	697.5	13.8	3.7	8.7	»	»	»	1	1.5	5.5	2	»	16.7	2.9
		3. <sup>a</sup>	699	19.3	4.8	12	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5	3.5	1.5	1.5	7.5	5.4
»	Abril .....	1. <sup>a</sup>	698.7	14.3	2.8	8.5	»	1	»	»	»	2.5	4	2.5	»	5.6
		2. <sup>a</sup>	699.5	16.8	1.1	8.9	»	4	0.5	»	0.5	1	2.5	1.5	8	4.7
		3. <sup>a</sup>	692	18.4	5	11.7	»	1	0.5	0.5	3.5	4	0.5	»	7.7	5.7
»	Mayo ....	1. <sup>a</sup>	699.1	17.1	3	10	0.5	9	0.5	»	»	»	»	16.9	5.5	
		2. <sup>a</sup>	695.9	22.2	2.7	12.4	»	5.5	1	1.5	0.5	»	»	1.5	18	8.6
		3. <sup>a</sup>	692.8	19.1	6.6	12.7	0.5	»	»	»	0.5	5.5	2	2.5	26.3	4.2
»	Junio .....	1. <sup>a</sup>	699.4	24.6	6.8	15.6	1.5	2.5	1.5	0.5	»	0.5	2	1.5	»	9.8
		2. <sup>a</sup>	701.4	28.5	11.4	19.9	»	4.5	0.5	1	»	1	0.5	2.5	4.8	12.1
		3. <sup>a</sup>	699.1	26	11.1	18.5	»	1	»	1.5	3	2.5	1.5	0.5	30.2	7.2
»	Julio .....	1. <sup>a</sup>	699.5	26.2	10.3	18.2	0.5	5	2	0.5	»	1	0.5	0.5	0.5	10.7
		2. <sup>a</sup>	697.5	30.1	14.4	22.2	0.5	1	1	0.5	2	1.5	3	0.5	»	14.2
		3. <sup>a</sup>	701.6	30.5	12.6	21.5	1.5	3	1.5	»	2	0.5	1	1.5	»	14.1
»	Agosto ....	1. <sup>a</sup>	699.5	28.6	12	20.3	»	1.5	2	»	1	2	3.5	»	»	12.6
		2. <sup>a</sup>	700.7	25.9	10.3	18.1	»	3	»	1	1	3.5	0.5	1	0.5	10.1
		3. <sup>a</sup>	698.6	25.8	9.6	17.7	0.5	1	»	1	1.5	4.5	1	1.5	»	11.1
»	Septiembre	1. <sup>a</sup>	700.3	23.3	6.5	14.9	»	3.5	»	0.5	1	1.5	1.5	2	»	9
		2. <sup>a</sup>	700.1	18.9	4.6	11.7	0.5	8.5	»	0.5	»	»	0.5	»	»	7.4
		3. <sup>a</sup>	702.7	26	6.4	16.2	0.5	0.5	»	1.5	2.5	2.5	2	0.5	3	7.2
»	Octubre...	1. <sup>a</sup>	702.4	16.9	1.2	9	1	7	»	»	»	»	1	1	»	6.3
		2. <sup>a</sup>	699	20.6	4.2	12.4	»	1.5	»	1.5	3	2.5	1	0.5	5.2	4
		3. <sup>a</sup>	695.6	18.5	4.5	11.5	»	2	2.5	1	4.5	»	»	1	8.1	3
»	Noviembre	1. <sup>a</sup>	699.1	17.1	6.3	11.7	0.5	0.5	2.5	3	2.5	1	»	»	9.4	1.4
		2. <sup>a</sup>	700.5	14.8	3.8	9.3	»	4	1	0.5	1.5	0.5	0.5	2	7.1	1.7
		3. <sup>a</sup>	703.2	13.6	—1.9	5.8	»	3	0.5	1	3	0.5	1	1	3.1	1.3
»	Diciembre.	1. <sup>a</sup>	699.6	8.6	—1.6	3.5	»	0.5	»	0.5	0.5	2	1.5	5	0.5	1.2
		2. <sup>a</sup>	698.2	11.4	3.2	7.3	»	0.5	2.5	1.5	0.5	4.5	»	0.5	0.6	2.2
		3. <sup>a</sup>	700.6	9.4	—3.8	2.8	0.5	1.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1	3	31.5	0.9
1898	Enero ....	1. <sup>a</sup>	697.2	»	6.7	»	»	3	1	3.5	0.5	»	2	»	4.4	1.1
		2. <sup>a</sup>	704	»	—0.5	»	0.5	8	0.5	0.5	»	»	»	0.5	»	1.4
		3. <sup>a</sup>	707.8	»	—6.4	»	»	3	0.5	1.5	»	0.5	»	5.5	»	1.6
»	Febrero ...	1. <sup>a</sup>	704.3	»	—3.8	»	2.5	1.5	»	0.5	0.5	»	»	5	»	1.9
		2. <sup>a</sup>	702.4	»	—4.8	»	1	2.5	»	1.5	1	1.5	0.5	2	»	2.2
		3. <sup>a</sup>	696.1	»	—5.9	»	»	1	»	0.5	»	2	»	4.5	»	2.7
»	Marzo ....	1. <sup>a</sup>	692.9	»	—3.4	»	1.5	3.5	»	1	0.5	0.5	2	1	7.7	2.6
		2. <sup>a</sup>	698.4	»	—2.4	»	1	3.5	1	»	0.5	1	0.5	2.5	0.4	4
		3. <sup>a</sup>	689.1	»	—1	»	1	3.5	1	»	1	2	1.5	1	6.5	4

AÑOS	MESES	Decenas.	Presión barométrica media, mm.	TEMPERATURA			DIRECCIÓN Y FRECUENCIA DE LOS VIENTOS								Altura de agua caída, Mm.	Evaporación media mm.	
				Máxima á la sombra. Media.	Mínima ordina- ria Media.	Media diaria..	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO			
>	Abril . . .	1. <sup>a</sup>	700.3	>	—1.1	>	>	4	>	2	>	1	1.5	1.5	>	>	5.4
		2. <sup>a</sup>	698.1	>	1.7	>	>	2.5	0.5	0.5	0.5	5.5	>	0.5	7.2	3.9	>
		3. <sup>a</sup>	695	>	4	>	1	3	1	0.5	>	2	2.5	>	3	6.1	>
>	Mayo . . . . .	1. <sup>a</sup>	700.7	>	5.1	>	>	4	>	>	0.5	4	0.5	1	11.5	8.4	
		2. <sup>a</sup>	697.1	>	3.2	>	0.5	3	>	0.5	0.5	3	>	2.5	3	8.8	
		3. <sup>a</sup>	696.8	>	5	>	1	3	>	1	0.5	4.5	>	1	4	5	
>	Junio . . . . .	1. <sup>a</sup>	699.3	>	8.8	>	>	3	1	1	0.5	3.5	0.5	0.5	22.6	7.5	
		2. <sup>a</sup>	701.3	>	8	>	>	7	>	1	1	1	>	>	19.7	7.8	
		3. <sup>a</sup>	700.5	>	10.8	>	>	2.5	0.5	0.5	>	1.5	1	4	12.2	9.8	
>	Julio . . . . .	1. <sup>a</sup>	702.9	>	11.2	>	0.5	9.5	>	>	>	>	>	>	>	14	
		2. <sup>a</sup>	701.5	>	12.7	>	>	6.5	0.5	0.5	0.5	2	>	>	6.7	12.4	
		3. <sup>a</sup>	701.4	>	12.7	>	>	5.5	1	1.5	0.5	1.5	>	1	>	13.8	
>	Agosto . . . . .	1. <sup>a</sup>	702.7	>	11.8	>	0.5	4.5	1	0.5	0.5	1	1	1	>	11.9	
		2. <sup>a</sup>	701.5	>	13.4	>	0.5	1	>	1.5	3.5	3	0.5	>	>	13.7	
		3. <sup>a</sup>	704.5	>	12.5	>	0.5	6.5	>	>	0.5	1.5	1	1	>	11.2	
>	Septiembre	1. <sup>a</sup>	703.4	>	14.5	>	>	3	1	3	0.5	2	>	0.5	>	12.1	
		2. <sup>a</sup>	703	>	11.2	>	>	5.5	1	1	>	1.5	1	>	18.8	6.2	
		3. <sup>a</sup>	699.9	19.7	10	14.8	>	0.5	1	1.5	0.5	2.5	2	2	11.2	4	

## II.

*Condiciones inherentes á la Ciudad.**a) Población.*

En el último censo oficial correspondiente al año de 1887 figura Palencia con una población de derecho de 15.277 personas y de hecho 15.050; y del padrón de vecinos rectificado anualmente por el Ayuntamiento, deducimos que la población era en

1891	de	13.905	habitantes.
1892	"	13.857	"
1893	"	14.145	"
1894	"	14.283	"
1895	"	14.455	"
1896	"	14.608	"

En las oficinas del Ayuntamiento hemos consultado el padrón formado con motivo de los trabajos de rectificación del censo en la

noche del 31 de Diciembre de 1897 á 1.º de Enero de 1898, resultando que la población de hecho era de . . . . . 16.096 personas  
 el número de transeuntes ascendía á. . . . . 568  
 y el de residentes ausentes á. . . . . 237  
 quedando una diferencia á favor de los transeuntes de 331 „  
 y la población de derecho fijada en.. . . . . 15.765 „

Debemos advertir que, además del esmero con que se verifican los trabajos del censo de población, se incluyen aquí los militares, los individuos de la carcel y los residentes ausentes, debiéndose rebajar de la población de derecho la suma de esos tres conceptos para tener una cifra aproximada á la que resultase del padrón hecho por el Ayuntamiento.

En este supuesto:

Población de derecho en 31 de Diciembre de 1897. . .	15.765 personas.
Número de militares. . . . .	526
Id. de individuos reclusos en la carcel. . . . .	59
Id. de residentes ausentes. . . . .	<u>237</u>
A deducir. . . . .	<u>822</u>

luego pondremos la cifra de. . . . . 14.943 como resultado análogo á los consignados en los padrones de vecinos de 1891 á 1896.

La consecuencia que de estos datos deducimos es que

De 1891 á 1892 la población disminuyó el 0'34 por 100.

„ 1892 „ 1893	„	aumentó	2'07	„
„ 1893 „ 1894	„	„	0'97	„
„ 1894 „ 1895	„	„	1'20	„
„ 1895 „ 1896	„	„	1'05	„
„ 1896 „ 1897	„	„	2'24	„

es decir, que el promedio del aumento anual de 1891 á fines de 1897 ha sido de 1'195 por 100, según los datos anteriores; cifra desconsoladora, pero que no nos extraña, dado que no alcanza superior valor en la mayoría de las capitales españolas.

Demostrado que el aumento de población es muy reducido, aún nos queda por estudiar un dato muy interesante para los proyectos de abastecimiento de aguas y alcantarillado, y es la población agrupada en el casco de la ciudad, á la cual quiere dotarse de esos servicios, y la distribución de personas por calles.

Respecto del primer particular indicaremos que teniendo en cuenta que la población esparcida por el campo, incluyendo el arrabal de Paredes de Monte, el barrio de Allende el Río y la colonia del Soto

del Obispo, es superior á 1000 personas, y que el número de transeuntes, que hemos citado, es algo elevado, no hay inconveniente en fijar, en números redondos, en 15.000 personas las que habitan en el núcleo urbano; dato que se aproxima al resultado del siguiente estado en que se hace la distribución de personas por calles, que es el segundo particular, distribución que hemos formado en vista de los datos consultados en las oficinas del Municipio.

### Distribución de la población por calles.

Nombres de las calles.	Núm. de edificios.	Número de habitantes.	Densidad media de edificios por calles.	OBSERVACIONES.
Arbol del Paraiso. . . . .	14	140	10	
Arco. . . . .	12	124	10.33	
Bajada de Puenteillas. . . . .	2	14	7	Instituto.
Barrantes. . . . .	12	73	6.08	
Barrionuevo. . . . .	24	198	8.25	
Berruguete. . . . .	6	50	8.33	
Boca plaza. . . . .	4	34	8.50	
Bondad. . . . .	8	94	11.75	
Burgos. . . . .	10	69	6.90	Convento de Sta. Clara y Teatro.
Cárcel (edificio de la). . . . .	1	69	69	
Carnicerías. . . . .	16	161	10.06	
Carretera de Castrogeriz. . . . .	3	34	11.33	
Casado del Alisal (avenida de). . . . .	16	169	10.56	Luz eléctrica.
Cestilla. . . . .	13	158	12.15	
Consistorio. . . . .	3	37	12.33	
Corral de Barrantes. . . . .	3	37	12.33	
id. Barrio Medina. . . . .	4	16	4	
id. Calvo. . . . .	6	37	6.16	
id. Candil. . . . .	1	5	5	
id. Castaño. . . . .	1	3	3	
id. Cerera. . . . .	3	24	8	
id. Cuatro Manos. . . . .	2	8	4	
id. Gil de Fuentes. . . . .	4	35	8.75	
id. Lunar. . . . .	2	15	7.50	
id. Malvas. . . . .	7	65	9.28	
id. Matorras. . . . .	4	20	5	
id. Moral. . . . .	9	74	8.22	
id. Pinta. . . . .	6	42	7	
id. Ros. . . . .	3	22	7.33	
id. Sábados. . . . .	6	34	5.66	
id. Salpiedra. . . . .	3	30	10	
id. San Jacinto. . . . .	4	20	5	
id. 1.º San Miguel. . . . .	8	39	4.87	
id. 2.º id. . . . .	3	23	7.66	
id. Sobremonte. . . . .	5	19	3.80	
id. 1.º Soldados. . . . .	2	15	7.50	
id. 2.º id. . . . .	1	4	4	

Nombres de las calles.	Núm. de edi- ficios.	Número de ha- bitantes.	Densidad media de edificios por calles.	OBSERVACIONES.
Corral de Viernes. . . . .	3	14	4.50	
id. Zurradores. . . . .	3	21	7	
Corredera. . . . .	26	300	11.53	
Cuartel. . . . .	2	22	11	
Cubo. . . . .	8	311	38.87	Cuartel de Alfonso XII que su- pone 200 soldados.
Cuervo. . . . .	9	70	7.77	
Cura. . . . .	10	41	4.10	
Don Sancho. . . . .	12	135	11.25	Casino.
Empedrada. . . . .	23	249	10.82	
Emperador. . . . .	6	72	12	
Escuela. . . . .	12	417	34.75	Seminario.
Estrada. . . . .	42	426	11.40	
Extramuros del Mercado y Mata- dero nuevo. . . . .	28	372	13.28	
Gatos. . . . .	14	94	6.71	
Gil de Fuentes. . . . .	18	139	7.72	Agustinas Recoletas
Herrén de San Pablo. . . . .	9	45	5	
Herrerros. . . . .	18	221	12.27	Convento de San Bernardo.
Hospicio. . . . .	11	391	35.54	Cuartel de San Fernando se su- ponen 300 soldados.
Mancornador. . . . .	20	181	9.05	
Manflorado. . . . .	9	83	9.22	
Marqués de Albaida. . . . .	18	175	9.72	
Mayor antigua. . . . .	144	1336	9.27	
Mayor principal. . . . .	179	2150	12.01	
Mazorqueros. . . . .	25	207	8.28	
Monjas. . . . .	22	104	4.72	Convento de Piadosas.
Muro. . . . .	13	96	7.38	
Nieto. . . . .	1	5	5	
Niños de Coro. . . . .	3	24	8	
Nueva. . . . .	6	21	3.50	
Ochavo. . . . .	6	38	6.66	
Oficinas del Estado y entrada á la Plaza. . . . .	2	57	28.50	
Orilla del rio. . . . .	10	91	9.10	
Panaderas. . . . .	24	182	7.58	
Parra. . . . .	17	173	10.17	
Paseo de los Frailes y demás dentro de la valla de circunvalación, y grupo de Roc-Amador. . . . .	12	84	12	
Pastores. . . . .	37	271	7.32	
Pedro Espina. . . . .	12	117	9.75	
Pedro Romero. . . . .	3	28	9.33	Siervas de María.
Perezucos. . . . .	4	54	13.50	
Plata. . . . .	10	77	7.70	
Plaza Mayor. . . . .	17	259	15.23	
Plazuela de Carmelitas. . . . .	5	30	6	
id. Compañía. . . . .	1	8	8	
id. Cordón. . . . .	3	15	5	
id. Doctrinos. . . . .	8	91	11.37	
id. Hospital. . . . .	8	118	14.75	Hospital.
id. León. . . . .	2	16	8	

Nombres de las calles.	Núm. de edificios.	Número de habitantes.	Densidad media de edificios por calles.	OBSERVACIONES.	
Plazuela de Maternidad. . . . .	2	384	192	Beneficencia Provincial y Estación Enológica.	
id. Paredes. . . . .	13	94	7.23		
id. Pedro Espina. . . . .	5	63	12.60		
id. Puente. . . . .	11	68	6.18		
id. San Antolín. . . . .	15	164	10.93		
id. San Miguel. . . . .	4	39	9.75		
id. San Pablo. . . . .	5	272	54.50		Asilo de ancianos, Convento de S. Pablo y Cuartel Gud.ª Civil.
id. Santa Marina. . . . .	11	84	7.63		
Portal de Belén. . . . .	1	5	5		
Portillo de D.ª María. . . . .	4	18	4.50		
Ramirez. . . . .	7	66	9.42		
Rizarzueta. . . . .	39	347	8.92		
Ronda de San Lázaro. . . . .	19	139	7.31	Manic.º de hombres.	
San Antón. . . . .	4	32	8		
San Bernardo. . . . .	9	70	7.77		
San Francisco. . . . .	7	67	9.57		
San Juan. . . . .	35	326	9.31		
San Juan de Dios. . . . .	19	204	10.73	Manic.º de mujeres.	
San Marcos. . . . .	12	101	8.41		
Santa Marina. . . . .	7	47	8.71		
Soldados. . . . .	42	367	8.73		
Tarasca. . . . .	3	20	6.66		
Trompadero. . . . .	19	150	7.88		
Valdesería. . . . .	11	55	5		
Valverde. . . . .	6	45	7.50		
Vireina. . . . .	18	174	9.66	Convento de Carmelitas.	
Zapata. . . . .	18	166	9.22		
Zurradores. . . . .	23	223	9.69		
TOTALES. . . . .	1475	15.232			
DENSIDAD MEDIA DE EDIFICIO EN LA CIUDAD.			10.32		

Si se hubiera agregado á este cuadro una casilla que comprendiera la superficie media de las casas, se podrian tener datos más seguros sobre los coeficientes de densidad por calles; pero atendiendo al ancho de estas y las condiciones en que se encuentran las casas, ya en condiciones de planta, ya en distribución de alturas, puede señalarse que hay un coeficiente de densidad por edificio muy elevado en las calles de la Bondad, Mancornador, Marqués de Albaida, Parra, Mayor Antigua y parte de Mayor principal, en casi todos los corrales, plazuela de los Doctrinos y extramuros del Mercado.

En resumen; para nuestros cálculos en los proyectos contamos siempre con una población actual de 15.000 almas, y para estar á cubierto de aumentos, que no son probables en muchísimos años,

suponemos para el porvenir una población de 25.000 almas, á las que tarde se llegará; es decir, un aumento de 66'66 por 100.

### *b) Extensión superficial.*

Según los datos del Instituto Geográfico y Estadístico, la superficie de Palencia es de 74 hectáreas, teniendo por bajo de esta cifra 21 ciudades, que son: Alicante, Cáceres, Coruña, Cuenca, Gerona, Guadalajara, Huelva, Huesca, León, Lérida, Logroño, Lugo, Pamplona, San Sebastián, Santander, Santa Cruz de Tenerife, Orense, Oviedo, Teruel, Toledo y Vitoria, muchas de ellas, 13 poblaciones, de mayor número de habitantes; lo que nos dice desde luego que su población por hectárea ha de ser reducida. Así es, en efecto; si consultamos los datos del último censo oficial publicado, el de 1887, deducimos que la población por hectárea en Palencia era de 196 habitantes, siendo la densidad de población por esa unidad menor en 10 ciudades únicamente: Avila, Ciudad Real, Córdoba, Cuenca, Guadalajara, León, Salamanca, Segovia, Soria y Zamora, de ellas 8 de menor población absoluta que Palencia, y sabido es que á medida que la población absoluta es menor, la específica ó densidad por hectárea es mucho menor.

Es indudable que la ciudad puede alojar una población de 25.000 habitantes, que hemos supuesto en el porvenir, sin que amengüen las buenas condiciones que bajo el punto de vista de la densidad por hectárea reúne Palencia; así y todo, dicha densidad sería de 337 habitantes, inferior todavía á la densidad media de las 49 capitales de provincia de España, regulada ó fijada en 388 habitantes por hectárea.

Nosotros hemos practicado una medición ligera comprendiendo el núcleo urbano, principal objeto del servicio que se pretende implantar en los proyectos de abastecimiento de aguas y alcantarillado, y que limitan la Orilla del Río hasta el batán de San Sebastián, paseo del Salón, carretera de Valladolid á Santander hasta cerca de San Lázaro, vía del Ferro-carril, cuartel de Alfonso XII, cerca de la ciudad, herrén de San Pablo y cerca hasta Puenteillas, y contamos una superficie aproximada de 77'4634 hectáreas. La densidad por hectárea es pues de 193 habitantes, y á cada habitante puede señalársele una superficie de 51'64 metros cuadrados en absoluto, haciendo el cálculo bajo la base de 15.000 habitantes, que hemos fijado como población actual absoluta del núcleo urbano.

### c) *Mortalidad y natalidad.*

Desconsoladoras son las cifras que hemos de estampar relacionadas con la mortalidad del último quinquenio de 1893 á 97, que deducimos en vista de los datos adquiridos en las oficinas del Ayuntamiento, concernientes á la estadística sanitaria, resumen de los estados mensuales que para la formación de la estadística demográfica se envían al Gobierno Civil de la provincia; por cuyo motivo les consideramos como oficiales. Seguiremos, por tanto, la clasificación oficial, llamando, para abreviar, enfermedades comunes, todas las que no entran en la división de enfermedades infecciosas y contagiosas.

La natalidad y mortalidad en ese quinquenio han sido:

Años	NATALIDAD	MORTALIDAD
1893	567	659
1894	593	679
1895	526	783
1896	609	557
1897	523	554
En el quinquenio....	2.818	3.232

correspondiendo al promedio anual 563'6 nacimientos y 646'4 defunciones, siendo la natalidad por 100 habitantes 3'74 y la mortalidad 4'30 por año, relacionando la población á la cifra de 15.000 á que referimos nuestros cálculos.

En los cuadros que se acompañan y en los gráficos expuestos en los planos (hoja 1.<sup>a</sup>) pueden observarse relacionadas dichas natalidad y mortalidad, comparadas en conjunto, ó por años, en el I, y por meses en el III; en ambos casi siempre supera la línea de mortalidad (amarilla) á la de natalidad (carmin); sólo en el año 1896 la natalidad se eleva, notándose en el gráfico de meses en el 96 y 97 más aproximación y cruces de dichas líneas, dominando algo la natalidad. La observación de esos cuadros y gráficos nos es dolorosa; hemos señalado el coeficiente medio de defunciones en 4'30 por 100 y nos asusta, ¿qué sería si la relacionáramos á la verdadera población de cada año, pues que le hemos determinado suponiendo la población de 15.000 habitantes, que no tuvo en los cinco años del quinquenio observado?

No poseemos datos tan recientes de las demás capitales de España

como de Palencia para comparar entre sí, pero de los cuadros formados para el trienio de 1888 á 90 por D. Isidro Garrido, auxiliar de Estadística de la provincia de Guipúzcoa, con los datos publicados por el Instituto Geográfico y Estadístico, se desprende que el coeficiente de defunciones era más elevado que en Palencia, 4'36 por 100, solamente en León, que alcanzó 4'60, Linares (Jaen) que llegó á 4'88, La Unión (Murcia) que fué el máximo, 5'52, de entre las capitales de provincia y poblaciones de más de 20.000 habitantes. Como compensación es de las poblaciones, de las referidas, de mayor natalidad, pues su coeficiente anual por 100 es también de 4'36, pero no ocupa ya el mismo lugar que antes, por aventajarla Zamora (4'37); Huelva (4'38); Orense (4'38); Lugo (4'45); León (4'61); Santander (4'66); Gijón (4'68) y La Unión (5'63) que es también el máximo, como lo fué en la mortalidad. No comparamos la mortalidad en Palencia con la de algunas ciudades extranjeras, porque las diferencias en perjuicio nuestro son más notorias, y si Palencia ocupa uno de los primeros lugares en la escala de mortalidad en España, nuestra nación no es de las más favorecidas.

El número de defunciones en los niños es inmensa: nacían en los cinco años del quinquenio de 1893 á 97, 2.818 criaturas, muriendo antes de cumplir los 6 años 1.442, que dá un promedio anual de 288'4; es decir, que la mortalidad en los niños hasta los 6 años es el 51'14 por 100 de los nacimientos, más de la mitad, y el 44'61 por 100 de la mortalidad general; cifra aterradora que se completa sabiendo que de cinco meses á 3 años, periodo de vida en que la mortalidad es máxima en casi todas las poblaciones, alcanza en Palencia, en relación con la mortalidad general, el 26'67 por 100, más de la cuarta parte de todas las defunciones registradas en el año. En el gráfico I puede compararse la altura de la línea de mortalidad hasta los 6 años con la mortalidad general y de nacimientos por años.

Por último, hemos de hacer algunas comparaciones entre la mortalidad por enfermedades infecciosas y contagiosas y la debida á enfermedades comunes. En el quinquenio ocurrieron 1.499 de las primeras y 1725 de las segundas (no consideramos las muertes violentas), dando un promedio anual de 299'8 y 345 respectivamente; que corresponde à las primeras al 46'36 por 100 de la mortalidad general, y las otras al 53'37. En el gráfico II puede verse la importancia de la línea representativa por años de la mortalidad por enfermedades infecciosas y contagiosas (que es la azul) comparada con la de enfermedades comunes (verde) elevándose aquella sobre esta en tres años consecutivos, en 1895, 96 y 97. En el gráfico III hemos representado por meses

esas mismas líneas de mortalidad, observándose que si desde el principio del quinquenio hasta su medio justo (Junio de 1895), la línea que representa las defunciones por enfermedades comunes está siempre por encima de la que significa las muertes por enfermedades infecciosas y contagiosas, á partir de ese punto toma más altura esta y se cruza con la otra á menudo, pero envolviéndola en toda su longitud, lo que demuestra que las defunciones por enfermedades infecciosas y contagiosas alcanzan mayor cifra, como ya se había observado en el gráfico II.

De las defunciones por infección y contagio las que alcanzan más importancia son las debidas al sarampión, difteria, tifoideas é intermitentes palúdicas. Un estudio de la distribución de estas defunciones por calles no dejaría de tener importancia, pues indicaría los puntos que, por estar peor higienizados, dan mayor contingente á la muerte; pero no poseemos datos completos y fehacientes que pudieran dar algún valor á este concepto. De todas aquellas, la difteria no falta en ningún mes del quinquenio, habiendo tenido su mayor desarrollo en el año 1896, que ocasionó 190 víctimas de esa enfermedad, con meses, como el de Septiembre, de 28 defunciones.

No indicamos más acerca de la mortalidad y natalidad en Palencia; con lo dicho tenemos suficiente conocimiento de los resultados de la higiene y salubridad de la ciudad; se desea poner remedio á este estado de cosas y no hace falta demostrar lo que todos tenemos por evidente.

Con los cuadros que siguen, en los que se indican por meses y años, la natalidad y mortalidad clasificada por edades y enfermedades, y con los gráficos á que nos hemos referido, y que no son más que esos mismos cuadros en forma de líneas, se tienen observaciones de detalles que no hemos querido tocar, no siendo en conjunto, por no ser pesados y prolijos, además que su indicación es confusa.

## Nacimientos en el quinquenio de 1893 à 1897.

Meses	1893	1894	1895	1896	1897
Enero . . . . .	47	50	49	63	39
Febrero . . . . .	52	48	42	59	43
Marzo . . . . .	52	69	51	62	43
Abril . . . . .	49	46	40	43	39
Mayo . . . . .	56	45	44	40	49
Junio . . . . .	47	57	42	51	56
Julio . . . . .	43	47	55	47	44
Agosto . . . . .	37	40	28	44	36
Septiembre . . . . .	41	41	36	43	39
Octubre . . . . .	52	40	44	47	46
Noviembre . . . . .	41	46	45	47	37
Diciembre . . . . .	50	64	50	63	52
TOTALES . . .	567	593	526	609	523

## Defunciones clasificadas por edades.

AÑOS.	MESES.	En el claustro materno.	Hasta 5 meses	DE MÁS DE								TOTALES MEN- SUARES.	
				5 meses à 3 años.	3 à 6. . .	6 à 13. . .	13 à 20. . .	20 à 25. . .	25 à 40. . .	40 à 60. . .	60 à 80. . .		80. . . . .
1893	Enero . . . . .	»	9	15	3	4	»	1	5	9	21	2	69
	Febrero . . . . .	»	3	12	5	1	1	1	5	10	25	3	66
	Marzo . . . . .	»	5	3	1	»	4	1	2	5	12	1	34
	Abril . . . . .	»	5	13	2	1	1	»	3	1	12	1	39
	Mayo . . . . .	»	5	8	1	»	»	»	2	6	12	1	35
	Junio . . . . .	»	7	9	1	3	5	»	4	8	7	1	45
	Julio . . . . .	»	11	13	2	2	»	1	5	6	8	3	51
	Agosto . . . . .	»	11	26	1	»	3	1	3	5	19	»	70
	Septiembre . . . . .	»	7	30	5	1	3	1	2	8	11	1	68
	Octubre . . . . .	»	3	14	5	2	»	»	1	5	13	1	44
	Noviembre . . . . .	»	4	19	3	3	2	2	4	14	16	3	70
Diciembre . . . . .	»	4	23	5	3	2	»	3	9	19	»	68	
TOTALES . . .	»	74	185	34	20	21	8	39	86	175	17	659	
1894	Enero . . . . .	»	21	17	1	3	1	2	3	9	20	3	80
	Febrero . . . . .	»	7	6	3	»	1	2	9	7	21	2	58
	Marzo . . . . .	»	11	11	3	3	2	1	4	5	14	2	56
	Abril . . . . .	1	6	17	1	1	1	1	1	6	10	3	48
	Mayo . . . . .	»	6	10	1	1	1	2	»	14	16	2	53
	Junio . . . . .	»	2	7	1	5	1	1	3	6	14	»	40
	Julio . . . . .	»	12	13	»	2	4	2	2	8	15	»	58
	Agosto . . . . .	»	8	26	7	2	4	»	4	4	13	»	68
	Septiembre . . . . .	»	5	15	3	1	3	1	7	6	14	1	56
	Octubre . . . . .	»	1	20	2	»	3	2	5	10	20	»	63
	Noviembre . . . . .	»	4	8	1	2	1	»	4	9	7	2	38
Diciembre . . . . .	»	8	14	2	4	2	2	3	9	15	2	61	
TOTALES . . .	1	91	164	25	24	24	16	45	93	179	17	679	

AÑOS.	MESES.	En el cuádrato materno.	Hasta 5 meses	DE MÁS DE								TOTALES MEN- SUALES.	
				5 meses a 3 años.	3 a 6. . .	6 a 13. . .	13 a 20. . .	20 a 25. . .	25 a 40. . .	40 a 60. . .	60 a 80. . .		80. . . . .
1895	Enero.....	»	9	8	2	3	2	4	5	4	21	3	61
	Febrero.....	»	11	14	»	3	»	3	3	10	16	2	62
	Marzo . . . .	»	6	24	1	3	2	2	3	11	10	1	63
	Abril.....	»	3	11	3	3	1	2	2	6	16	»	47
	Mayo.....	»	3	13	4	1	2	1	5	2	7	4	42
	Junio.....	»	7	8	1	3	2	1	7	4	14	»	47
	Julio.....	»	18	42	5	2	1	2	3	7	14	1	95
	Agosto.....	»	11	48	7	3	2	1	4	4	9	1	90
	Septiembre..	»	4	27	12	6	4	3	4	6	13	2	81
	Octubre.....	»	5	33	6	4	2	2	1	3	14	»	70
	Noviembre...	»	4	15	10	3	4	1	2	5	10	3	57
	Diciembre...	»	5	22	7	5	5	2	1	5	14	2	68
	TOTALES.	»	86	265	58	39	27	24	40	67	158	19	783
1896	Enero.....	»	3	18	»	4	2	1	3	7	7	8	53
	Febrero.....	»	»	11	12	9	6	4	1	3	»	»	46
	Marzo.....	»	8	23	11	11	1	»	1	1	»	»	56
	Abril.....	»	8	16	6	4	2	4	3	2	2	»	47
	Mayo.....	»	7	6	5	6	1	2	»	3	1	»	31
	Junio.....	»	»	6	8	9	5	5	1	2	»	»	36
	Julio.....	»	7	13	19	8	6	1	2	2	3	»	61
	Agosto.....	»	8	14	12	5	5	2	1	7	2	1	57
	Septiembre..	»	»	»	4	7	8	11	8	7	2	»	47
	Octubre.....	»	3	8	2	2	2	1	1	13	11	3	46
	Noviembre...	»	1	5	»	»	2	1	4	9	9	1	32
	Diciembre...	»	4	»	7	1	»	5	3	8	15	2	45
	TOTALES	»	49	120	86	66	40	37	28	64	52	15	557
1897	Enero.....	1	9	11	»	»	2	2	4	11	9	3	52
	Febrero.....	»	1	15	5	4	1	1	2	6	15	1	51
	Marzo . . . .	»	4	8	1	1	2	1	4	8	6	1	36
	Abril.....	»	4	11	3	4	3	3	3	4	7	1	43
	Mayo.....	»	5	4	1	3	3	2	2	6	9	4	39
	Junio.....	»	7	4	»	»	»	5	5	3	3	1	28
	Julio.....	»	5	17	1	1	2	1	3	1	14	4	49
	Agosto.....	»	7	10	2	»	2	2	6	4	8	1	42
	Septiembre..	»	8	13	»	2	4	3	3	8	7	5	53
	Octubre.....	»	3	9	»	1	6	4	6	9	14	2	54
	Noviembre...	»	8	12	1	4	2	7	5	4	8	2	53
	Diciembre...	»	9	14	1	3	3	2	2	8	9	3	54
	TOTALES	1	70	128	15	23	30	33	45	72	109	28	554

### Defunciones clasificadas por enfermedades.

Años.	MESES.	ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y CONTAGIOSAS.											TOTALES PARCIALES.	
		Viruela.	Sarampión.	Escarlatina.	Angina y faringitis diftericas.	Coqueuche.	Tifoides.	Puerperales.	Intermitentes palúdicas.	Disenteria.	Sifilis.	Carbunco.		Hidrofobia.
1893	Enero..	1	2	5	3	1	2	4	2	1	1	1	1	22
	Febrero..	2	2	4	2	3	2	2	1	1	1	1	1	16
	Marzo..	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	9
	Abril..	2	2	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
	Mayo..	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	1	7
	Junio..	2	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	13
	Julio..	2	2	5	4	1	4	4	3	1	1	1	1	22
	Agosto..	1	2	1	2	1	3	2	4	1	1	1	1	17
	Septiembre..	9	1	8	3	1	2	4	2	1	1	1	1	31
	Octubre..	9	1	3	2	1	2	1	2	1	1	1	1	21
	Noviembre..	11	1	5	3	2	3	2	1	1	1	1	1	29
	Diciembre..	10	1	6	3	1	2	2	1	1	1	1	1	26
TOTALES..	45	12	48	27	9	21	27	20	1	5	1	10	225	
1894	Enero..	3	1	7	3	3	4	5	2	1	1	1	28	
	Febrero..	1	2	3	1	2	3	1	1	1	2	1	15	
	Marzo..	2	2	9	1	1	1	1	1	1	1	1	13	
	Abril..	2	2	6	1	1	1	2	1	1	1	1	10	
	Mayo..	2	2	7	1	1	2	4	1	1	1	1	17	
	Junio..	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	10	
	Julio..	1	1	9	1	5	1	3	5	1	1	1	27	
	Agosto..	2	1	14	1	2	2	1	4	1	1	1	33	
	Septiembre..	3	1	8	2	1	1	2	4	1	1	1	25	
	Octubre..	3	1	9	1	3	2	3	4	1	1	1	28	
	Noviembre..	2	1	9	1	3	2	2	1	1	1	1	16	
	Diciembre..	1	1	9	2	1	2	1	1	1	1	1	15	
TOTALES..	8	10	10	93	15	17	22	22	24	6	1	10	237	
1895	Enero..	2	1	1	9	2	2	1	1	1	1	1	19	
	Febrero..	1	1	1	9	3	2	3	1	1	1	1	20	
	Marzo..	2	2	11	2	1	3	3	2	1	1	1	26	
	Abril..	2	2	6	2	1	3	1	1	1	1	1	18	
	Mayo..	1	2	1	9	3	1	1	1	1	1	1	18	
	Junio..	1	3	1	9	1	3	2	1	1	1	1	23	
	Julio..	3	15	1	27	1	3	2	1	1	1	1	59	
	Agosto..	3	18	2	24	2	1	2	4	1	1	1	61	
	Septiembre..	9	1	28	1	1	1	2	5	1	1	1	51	
	Octubre..	5	1	18	1	1	1	2	4	1	1	1	35	
	Noviembre..	1	1	20	3	1	1	1	1	1	1	1	31	
	Diciembre..	2	2	20	2	1	2	1	1	1	1	1	32	
TOTALES..	14	55	11	190	21	8	23	20	18	1	2	30	393	

### Defunciones clasificadas por enfermedades.

Años.	MESES.	OTRAS ENFERMEDADES.											TOTALES PARCIALES.	Muertes violentas.	TOTALES MENSUALES.
		Del aparato						Distrofas constitucionales.	Procesos morbosos comunes.	Mentales.	Cancerosas.	Alcoholismo.			
Circulatorio.	Respiratorio.	Digestivo.	Urinario.	Locomotor.	Cerebro espinal.	TOTALES PARCIALES.									
1893	Enero..	9	13	4	1	2	6	3	5	1	3	47	1	69	
	Febrero..	10	14	5	3	2	8	3	4	1	1	49	1	66	
	Marzo..	4	10	4	1	1	3	3	2	2	2	25	1	34	
	Abril..	5	10	3	2	1	2	2	2	2	2	27	1	39	
	Mayo..	6	6	5	2	2	3	2	3	1	1	28	1	35	
	Junio..	6	7	6	1	3	3	2	3	1	1	32	1	45	
	Julio..	3	6	6	1	3	5	1	4	1	1	29	1	51	
	Agosto..	4	12	11	3	2	7	5	6	2	2	50	3	70	
	Septiembre..	4	8	3	1	2	6	6	5	2	1	37	1	68	
	Octubre..	4	4	2	2	2	1	2	6	1	1	23	1	44	
	Noviembre..	6	9	7	1	5	1	2	8	3	1	41	1	70	
	Diciembre..	10	20	3	1	1	3	4	2	2	1	42	1	68	
TOTALES..	71	119	59	13	26	45	28	53	3	12	1	4	430	659	
1894	Enero..	10	21	5	3	3	4	3	3	3	5	52	1	80	
	Febrero..	6	19	5	1	2	1	1	5	3	2	43	1	58	
	Marzo..	6	22	4	3	2	2	6	2	2	2	43	1	56	
	Abril..	5	15	4	1	2	4	4	1	1	1	38	1	48	
	Mayo..	10	16	4	1	1	2	2	2	1	1	36	1	53	
	Junio..	7	10	3	1	2	2	3	1	1	1	30	1	40	
	Julio..	4	16	4	1	1	1	4	2	1	1	31	1	58	
	Agosto..	5	15	5	1	1	3	4	1	1	1	35	1	68	
	Septiembre..	4	14	2	3	1	2	2	1	2	1	31	1	56	
	Octubre..	5	16	4	3	2	1	4	2	1	1	35	1	63	
	Noviembre..	3	8	1	2	1	2	2	3	1	1	22	1	38	
	Diciembre..	5	20	2	1	4	2	6	4	2	1	46	1	61	
TOTALES..	70	192	43	7	23	13	30	43	4	17	1	4	442	679	
1895	Enero..	10	22	2	1	1	5	2	2	2	4	42	1	61	
	Febrero..	5	24	1	3	2	3	4	2	2	2	42	1	62	
	Marzo..	6	18	3	2	1	4	3	2	2	2	37	1	63	
	Abril..	5	16	1	1	1	3	2	2	2	2	29	1	47	
	Mayo..	4	10	2	1	1	4	3	1	1	1	24	1	42	
	Junio..	3	10	3	1	2	1	2	2	2	2	24	1	47	
	Julio..	6	17	1	1	1	8	3	1	1	1	36	1	95	
	Agosto..	2	16	3	1	1	3	4	1	1	1	29	1	90	
	Septiembre..	4	15	1	1	1	4	4	1	1	1	30	1	81	
	Octubre..	2	21	2	2	2	3	3	2	2	1	35	1	70	
	Noviembre..	4	17	1	1	1	3	3	1	1	1	25	1	57	
	Diciembre..	5	22	1	2	2	1	2	1	1	1	36	1	68	
TOTALES..	56	208	17	3	13	10	33	39	2	8	1	1	389	783	

AÑOS.	MESES.	ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y CONTAGIOSAS.											TOTALES PARCIALES.	
		Viruela.	Sarampión.	Escarlatina.	Angina y faringitis diftericas.	Gogueluche.	Tifoideas.	Puerperales.	Intermitentes palúdicas.	Disenteria.	Sifilis.	Carbunco.		Hidrofohia.
1896	Enero..	1	1	8	2	9	2	2	2	2	2	2	2	21
	Febrero..	4	4	7	6	10	1	3	3	3	3	3	3	34
	Marzo..	10	5	3	7	4	3	3	3	3	3	3	3	32
	Abril..	11	4	4	2	8	2	2	2	2	2	2	2	29
	Mayo..	7	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
	Junio..	11	2	6	1	3	3	3	3	3	3	3	3	23
	Julio..	9	7	5	4	6	2	2	2	1	2	2	2	38
	Agosto..	16	8	6	4	5	1	1	1	1	1	1	1	41
	Septiembre..	4	2	8	2	5	3	3	2	2	2	2	2	26
	Octubre..	4	5	5	2	2	3	1	1	2	1	1	1	24
	Noviembre..	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9
	Diciembre..	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	24
TOTALES.	1	80	46	57	22	49	17	14	11	6	4	1	8	316
1897	Enero..	10	5	3	2	5	1	3	2	1	2	2	2	32
	Febrero..	11	7	3	2	2	3	1	2	2	2	2	2	25
	Marzo..	5	1	5	2	2	4	2	2	2	2	2	2	18
	Abril..	4	3	3	2	3	3	5	2	2	2	2	2	25
	Mayo..	5	3	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	18
	Junio..	6	2	3	1	1	3	2	2	2	2	2	2	17
	Julio..	12	6	5	2	2	8	2	2	2	2	2	2	31
	Agosto..	6	5	3	1	2	6	1	1	1	1	1	1	26
	Septiembre..	7	6	5	3	7	7	2	2	2	2	2	2	30
	Octubre..	10	3	5	3	2	4	1	1	1	1	1	1	26
	Noviembre..	12	3	4	6	2	3	2	2	2	2	2	2	40
	Diciembre..	5	6	6	5	2	3	1	1	1	1	1	1	40
TOTALES.	33	77	52	46	1	18	50	14	3	3	3	3	31	328

#### d) Abastecimiento de aguas.

Las observaciones sueltas y de manera irregular hechas por nosotros en los manantiales que surten actualmente de aguas potables á la ciudad, no nos permiten señalar cifra alguna exacta respecto á la alimentación y consumo de agua.

En general, el vecindario se surte de aguas canalizadas por el Ayuntamiento, procedentes del Páramo de Autilla del Pino, y también en épocas de sequía de las llamadas fuentes de la Salud, sobre las cuales no hemos fijado nuestra atención, por no considerarlas útiles á un abastecimiento formal, por sus malas condiciones y alta graduación hidrotimétrica.

AÑOS.	MESES.	OTRAS ENFERMEDADES.														TOTALES PARCIALES.	Muertes violentas.	TOTALES MENSUALES.				
		Del aparato				Cerebro espinal.	Procesos morbosos comunes.	Distrofias constitucionales.	Mentales.	Cancerosas.	Alcoholismo.	Lepra.	Pelagra.	Bocio.								
Circulatorio.	Respiratorio.	Digestivo.	Urinario.	Locomotor.																		
1896	Enero..	17	2	5	2	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	32	2	53
	Febrero..	4	7	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	12	2	46
	Marzo..	3	7	3	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	24	2	56
	Abril..	4	6	2	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	2	47
	Mayo..	4	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16	2	31
	Junio..	2	6	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	13	2	36
	Julio..	3	10	5	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	23	2	61
	Agosto..	1	4	5	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	2	57
	Septiembre..	1	3	6	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	1	47
	Octubre..	2	5	7	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22	2	46
	Noviembre..	2	4	4	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	23	2	32
	Diciembre..	5	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	1	45
TOTALES.	11	47	63	40	18	29	2	17	3	9	2	2	2	2	2	2	2	2	239	2	557	
1897	Enero..	3	3	3	1	4	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	2	52
	Febrero..	5	5	9	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	25	1	51
	Marzo..	6	3	5	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	2	36
	Abril..	3	2	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	2	43
	Mayo..	9	6	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	21	2	39
	Junio..	3	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11	2	28
	Julio..	4	4	5	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	2	49
	Agosto..	5	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16	2	42
	Septiembre..	5	7	5	1	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	23	2	53
	Octubre..	7	7	4	2	8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28	2	54
	Noviembre..	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	13	2	53
	Diciembre..	4	6	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	14	2	54
TOTALES.	57	52	47	14	15	2	3	21	2	13	1	1	1	1	1	1	1	1	225	1	554	

Las que explota la administración municipal, cuya procedencia queda indicada, pueden dividirse en dos agrupaciones: una la que recoge las aguas en el Valle de las Monjas; otra la de la bodega del Colmenar de Ramírez. Esta última, cuyos manantiales propuso reunir á los pocos que tenía el Ayuntamiento en el Valle de las Monjas, el Arquitecto D. Francisco Javier Saiz, está hoy constituida por la fuente llamada del Rey, inmediata á Ramírez, los manantiales que desaguan en la misma bodega citada y la galería subterránea, que proyectó y dirigió el Ingeniero D. Manuel Rivera, llamada de Ramírez, cuyo origen está en el pozo de las Mendozas; es la agrupación que dá menos cantidad de agua.

En el Valle de las Monjas se utilizaron los manantiales llamados

Pié de Gallo, Colmenar de la Yedra y el descubierta y agregado en el verano de 1897 y la galería nueva proyectada por el Arquitecto Don Cándido Germán y construida, casi en su totalidad, bajo nuestra dirección; de ella sólo está construida la mitad de su longitud proyectada (1.050 m.) De todos estos manantiales y galerías, la nueva del Valle de las Monjas es la que tiene un régimen más constante, pero, así y todo, pequeño de caudal; en el pasado verano de 1898 aforaba casi tanto como todos los demás manantiales y galerías de Ramírez juntos. Por cañerías separadas se conducen las aguas de esas dos agrupaciones ó sistemas, ya por tuberías de fundición, ya por tubos de alfarería á los tres depósitos, punto regulador de donde parten á la ciudad. Los tres depósitos cubican unos 2.250 metros cúbicos. (Véase la distribución de tuberías que alimentan los depósitos en los planos, hoja 2.<sup>a</sup>)

No hemos de describir la distribución de agua en la población, que de todos es conocida; se ha procurado extender la red de tuberías hasta donde permitía la cantidad de agua disponible, y se ha logrado bastante, se ha extendido la instalación de bocas de riego en muchas calles y se ha dispuesto un número hasta exagerado de fuentes públicas; pero hemos de fijarnos, en cambio, en la cantidad de agua disponible. (Véase la distribución de tuberías en la ciudad en los planos, hoja 3.<sup>a</sup>)

No pueden ser más variados los datos que tenemos recogidos y que hacen relación á la cantidad de agua disponible; indudablemente el haber practicado los aforos de una manera irregular nos priva de poder formar un estado comprensivo de los gastos de los manantiales, que no dejaría de tener utilidad para casos en que se pretendiera explotar más aguas del páramo de Autilla. El Sr. Rivera, en la memoria del proyecto de la galería de Ramírez, fijaba en 3 litros por segundo la cantidad de agua que expedían todos los manantiales; el Sr. Germán asegura que en Marzo de 1880 todos los manantiales reunidos daban 5'10 litros por 1", y dá como un dato, no comprobado por él, que la galería de Ramírez ha llegado á suministrar 7 litros por 1" en ciertas épocas, que hacen un total de 12'10 litros por 1", cantidad que, sin duda, tomaría por máximo para calcular la capacidad de los depósitos.

La cantidad de agua que hemos aforado el 21 de Octubre de 1895 y en 10 de Diciembre de 1896 á la salida de la galería del Valle de las Monjas, ha sido de 1'25 y 1'42 litros por 1". Sin embargo, aunque se añadiese este último aforo á los 12'10 indicados resultaría un volumen de agua para la alimentación de 1.168.128 litros diarios, correspondiendo, por tanto, á cada habitante, por día, de los 15000 que calculamos puedan

utilizar las aguas, una dotación máxima de 77'87 litros, cifra que está muy por bajo de las que se señalan en un regular abastecimiento.

Pero repetimos, esa dotación será, sin duda, la máxima. En varios aforos que hemos practicado diferentes veces nunca hemos obtenido una cifra superior á 9 litros por 1" en la boca de alimentación de los depósitos, que hace bajar ya á 51'84 litros por persona la dotación diaria; en Junio de 1898 el aforo del agua entrada en los depósitos nos dió 2'20 litros por 1" (correspondían 12'66 litros diarios á cada persona) y en Agosto del mismo año 1'55, repartiendo en el mismo periodo de 24 horas solo á 8'93 litros, que consideramos como el mínimo. La dotación puede calcularse que se aproxima á 40 litros por persona y día, cuando más, en épocas normales, que corresponde á unos 6 litros por 1".

La variación entre el máximo, 77'87 litros, y el mínimo, 8'93, no puede ser de más consideración. La relación del primero al segundo es de 8'71, superior á las mayores que se obtienen en algunos abastecimientos de aguas, en las ciudades francesas, surtidas de manantiales, capas subterráneas y galerías de drenaje, como se observa en la siguiente nota:

POBLACIONES.	Relación de la alimentación máxima á la mínima.	POBLACIONES.	Relación de la alimentación máxima á la mínima.
Chauny (Aisne).....	3	Foix (Ariège).....	4
Royat (Puy-de-Dôme).....	3	Lodève (Hérault).....	4
Clermont-Ferrand (id.).....	3	Chazelles-sur-Lyon (Loire)...	4'54
Epinal (Vosges).....	3	Thônes (Haute-Savoie).....	4'57
Remiremont (id.).....	3	Langrés (Aute Marne).....	4'85
Barcelonnette (Alpes Bajos)	3'33	Maraye-en-Othe (Aube).....	5
Autun (Saône-et-Loire).....	3'42	Valence (Drôme).....	5
Bouilly (Aube).....	3'50	Ligny-en-Barrois (Meuse)...	5
Vierzon (Cher).....	3'55	Besançon (Doubs).....	5'24
Port-en-Bessin (Calados).....	3'66	Saint-Malo (Ille-et-Vilaine)..	10
Vaucouleurs (Meuse).....	3'75		

No, hay, pues, en las aguas actuales de Palencia, ni aún en el caso más favorable, cantidad suficiente para atender todos los servicios de una ciudad regularmente organizada, ni régimen alguno que pueda asegurar una relativa constancia. Algo mejor estamos respecto de la calidad de las aguas que respecto de su cantidad, sin que por eso podamos ofrecerlas como tipo inmejorable de las potables.

Por de pronto son limpias, frescas y de buen sabor.

Ensayadas las aguas con el hidrotímetro de Boutron y Boudet acusan, por término medio, de 26 á 27 grados, y sabido es que según su grado

hidrotimétrico se clasifican las aguas cuando tienen de 1° á 15° de excelentes, de 15° á 30° de buena agua potable, de 30° á 60° impropia para los usos domésticos y apenas susceptibles de alimentar las calderas de vapor; más allá de los 60° el agua es impropia para todos los usos ordinarios.

Cada litro de agua, según ensayos practicados en el verano de 1893, contiene (\*):

Acido carbónico.. . . . .	0'0175 litros.
Carbonato de cal.. . . . .	0'0618 gramos.
Sulfatos y clóruos de cal. . . . .	0'1420 »
Sales de magnesia. . . . .	0'0750 »

Composición parecida á la de la mayor parte de las aguas de manantial que tienen de ordinario de 6 á 600 miligramos de carbonato de cal por litro, los cloruros entran de 2 á 500 miligramos y los sulfatos de 1 á 1,250, agregándose á veces algo de sílice, alúmina y óxido de hierro y pequeña cantidad de materia orgánica. Las aguas que consume Palencia están en el grupo de las potables; pero son algo selenitosas, es decir, algo cargadas de sulfato de sal. No basta en un agua que su graduación hidrotimétrica sea aceptable, si en cambio contiene algun principio que la haga sospechosa. Un agua como la del abastecimiento actual de Palencia tiene mucha importancia en la economía doméstica; las aguas duras ó crudas disuelven mal el jabón, lavan mal la ropa y cuecen medianamente las legumbres; tiene una explicación sencilla: las aguas duras ó crudas tienen gran cantidad de cal en sus sales que, combinándose con la legúmina de los vegetales, forma una sal insoluble; el jabón se descompone, se combina la cal con el ácido graso y forma un nuevo jabón insoluble que se precipita sobre la ropa que se lava, de donde además de gastar más cantidad de jabón la ropa no queda blanca, por la impureza de ese jabón insoluble; un agua cargada de sales calcáreas consume tres veces más jabón que el agua de lluvia, tipo de las aguas dulces. Por otra parte, el exceso de carbonato de cal puede remediarse á muy poca costa, no así el de sulfato de la misma base, que es en lo que estriba que las aguas de Palencia sean algo deficientes en la economía doméstica.

En el ensayo anteriormente citado no se hizo el examen bacteriológico de las aguas, ni poseemos dato alguno respecto de este particular, pero de seguir la marcha de los manantiales ordinarios, puede asegurarse que el número de bacterias en unidad de volumen tiene su

(\*) Más adelante damos resultados de ensayos más completos, que hemos recibido después de escrito esto.

máximun en el invierno, sigue en la primavera y otoño y el mínimo corresponde al verano. Esto que, á primera vista, parece una anomalía tiene su razón lógica: los manantiales se cargan con las aguas meteóricas que se contaminan en su paso por las capas más superficiales del terreno, y á pesar de la filtración á través de este, nunca quedan perfectamente purificadas; las lluvias del invierno son más frecuentes y continuas que en otra estación cualquiera, y empapándose enseguida el terreno, atraviesa el agua caída con más presión y fuerza la capa filtrante, lo que hace que las bacterias sean arrastradas en el descenso natural; las lluvias del verano son menos frecuentes, se empapa poco el terreno en esta época y en los chubascos resbala el agua dejando la tierra seca á pocos centímetros de la superficie. Porque el agua sea de manantial no hay que suponer, como algunos han creído, que esté exenta de materias orgánicas; es verdad que su cantidad puede ser muy insignificante, pero hay que tener en cuenta que las aguas de Palencia se recogen en galerías por las que circula el aire de la atmósfera, que de los manantiales vá á los depósitos y que el desarrollo de las bacterias en las canalizaciones ó tuberías aumenta prodigiosamente.

A pesar de todo ello, las aguas del páramo de Antilla del Pino siempre deben de ser apreciadas en la ciudad. Como de manantial tienen las ventajas que todos, higienistas y no higienistas, reconocen en ellas, su cantidad de materia orgánica es reducida, y su uso es el mejor preservativo en épocas de epidemia, por no favorecer tanto como otras aguas el transporte de los agentes patógenos, y ser su contaminación más difícil. Estas aguas deben dejarse para el uso exclusivo de la bebida, y conservar y entretener en buenas condiciones la distribución actual, por buenas que sean otras aguas que se traigan; pues si aquellas siempre dan resultado práctico en la economía del organismo humano, en determinados casos pueden librar á la ciudad de verdaderas desgracias, como ocasionarían las propagaciones de terribles epidemias favorecidas por aguas de fácil infección.

De las aguas de las fuentes llamadas de la Salud, del otro lado del río, que son apreciadas por algunos y en el verano de 1898 se han visto muy concurridas á pesar de su escaso caudal en sequía tan grande, poco hemos de decir: su graduación hidrotimétrica es parecida á las aguas del páramo de Antilla: la primera tiene 27'50 grados, 25'50 la segunda y la tercera unos 30; recientemente se ha descubierto otro manantial próximo á la tercera de esas fuentes, de bastante caudal, pero la circunstancia de ser muy someros los manantiales y muy superficial la lámina de agua que los alimenta, así

como el atravesar terrenos de labor, hace que la materia orgánica que contienen sea muy abundante y arrastre muchas impurezas, por lo que su dudosa bondad se hace á cada momento más sospechosa.

### *e) Servicio de evacuación de aguas sucias.*

Con alguna amplitud estudiamos en la «Memoria acerca de las condiciones higiénicas de Palencia» este particular servicio de evacuación de las materias nocivas de la ciudad, y, por tanto, no vamos á repetir y apurar los argumentos que entonces exponíamos deseando que se pusiera remedio al mal que lamentábamos; hoy se trata ya de hacer algo práctico; uno de los proyectos que nos han sido encomendados es precisamente el de alcantarillado general, y este tiende á reformar por completo el sistema llevado á la práctica en los momentos actuales. Así que muy someramente trataremos este punto, como venimos haciendo con los anteriores, para tener un conocimiento claro de las condiciones en que se halla esta ciudad.

Tres procedimientos son los adoptados para la expulsión de las materias fecales, los más perjudiciales de los usados para evacuar las aguas nocivas en una ciudad. Uno de ellos es el primitivo, que consiste en arrojar las deyecciones en los corrales, sin que las materias nocivas se regeneren de cualquier modo práctico; otro es el de los llamados pozos negros, pozos ciegos ó sumideros, y el tercero el alcantarillado, que en más ó menos longitud corre por las principales calles de la población. Del primero no queremos decir ni una palabra; se le llama sistema, por llamarle algo, pero no puede ser más deficiente, ni más repugnante.

Los otros dos ya constituyen sistema, aunque ambos sean malos.

Los pozos negros son una mezcla del pozo dicho absorbente y de la fosa fija impermeable. No es más que una excavación practicada en el suelo, de forma cilíndrica, más comunmente, cuya superficie lateral se reviste con sillarejo ó mampostería recibida con mortero; casi nunca se hace impermeable de todo punto; conviene que *suma* mucho y nunca se llene, aunque inficione el terreno inmediato y ejerza una acción nociva en los pozos próximos de aguas blancas. Si reunieran las condiciones, exigidas tantas veces en estos recipientes fijos, de impermeabilidad completa, ventilación, incomunicación con los excusados y fregaderos que sirven, emplazamiento apropiado y limpieza y evacuación periódica por procedimientos aceptables, algo se hubiera remediado con el pozo negro, ya que las alcantarillas no se han extendido por toda la ciudad; pero todo en él es primitivo, y ha llegado la despreocupación de los propietarios respecto á los

pozos negros, á mandar picar el revestido del pozo para que las aguas escurran mejor y no sean gravosos su conservación y uso. Pretender tener higiene sin gastar es un problema que ningún pueblo ha resuelto; y ¿qué condiciones técnicas é higiénicas va á reunir un pozo negro en el cual no se gasta nada en su entretenimiento ordinario y muy poco en su construcción? El pozo negro en Palencia se hace por lo barato que es; pero mucho más preferible hubiera sido el uso de las fosas móviles, con las cuales no hubiera existido envenenamiento de la atmósfera respirable, porque se habrían renovado á menudo; no se hubiera infectado el subsuelo; se habría gastado agua de los pozos, más sospechosa, pero muchísimo más sospechosa, por los temores á estar contaminada por los pozos negros, que por su crudeza y alta composición mineralógica; con los pozos negros de Palencia ha ocurrido precisamente lo contrario á lo que se pretendía; se deseaba alejar un mal, las materias fecales, las aguas malas de la casa, y se reunen todas en un punto donde hay quietud, reposo, temperatura media, humedad, circunstancias las más á propósito para el desarrollo de infinitas bacterias, además de gases nauseabundos y altamente perjudiciales al organismo. A pesar de lo que recomendábamos en el citado trabajo acerca de la impermeabilidad, obturación, ventilación, limpieza y desinfecciones, ni un pozo negro se ha hecho desde aquella fecha en el que se hayan cumplido esas pequeñas exigencias de la más rudimentaria higiene, en perjuicio, en primer lugar de los habitantes de las casas, cuyas aguas negras se han tratado de alejar, pues que son las que primeramente reciben los miasmas desprendidos de masas tan putrescibles, y en segundo lugar, del vecindario todo que pisa un suelo fangoso y cuenta con aguas subterráneas impropias para todo uso práctico, ya que no fueran perjudiciales.

No son mejores las alcantarillas que los pozos negros. Algunas, como las de las calles Mayor principal, desde su origen hasta la calle del Marqués de Albaida, la de esta calle, las de la Cestilla, Gil de Fuentes, Ramirez, Don Sancho y Burgos, son de bóveda y con algunas pretensiones de galerías formales; constituyen así como los colectores en que hubieran de desaguar los ramales de las demás calles, pero se les dió un trazado en alzado que no pueden utilizar las demás calles, además de no reunir las buenas condiciones que reclama la construcción en obras de este género, en que todo cuidado para evitar infiltraciones en el terreno es poco, y nunca por mucho que sea es exagerado; los ramales de las demás calles que se indican en el cuadro adjunto y en el plano de alcantarillas que se acompaña en la hoja 4.<sup>a</sup> de los planos, son de sección rectangular y las deficiencias tanto de pendientes como de construcción

son aún mayores que en las de bóveda. Con decir que no ha presidido un plan completo en su construcción, está dicho todo lo que de ellas ha podido obtenerse. En el invierno de 1897 á 1898 construimos una alcantarilla con tubos de barro cocido desde el final de la calle Mayor principal hasta las Escuelas del Salón; se hizo esta obra por vía de ensayo, y á pesar de las deficiencias de fabricación de los tubos y de no haberse podido hacer las limpiezas diarias en ella, como propusimos, dá buen resultado; pero el ramal es muy corto y no lleva todos los detalles que requiere, por lo que no hubiéramos extrañado un fracaso.

La ventilación de las alcantarillas se hace por los absorbaderos de la calle, en los que no pueden ponerse cierres obturadores, porque los miasmas desprendidos de las alcantarillas irían á las viviendas, caso de que se hubieran puesto, y el mal era mayor; (\*) no tienen registros para la fácil vigilancia, y el desagüe en el río Carrión se verifica en un vaso corto de su cauce y casi correspondiendo al centro de la ciudad uno, y un poco más abajo el otro, con mala orientación, cuya falta bien se nota en la ciudad en determinados días.

El sistema general de desagüe ó expulsión de las aguas sucias, así como ese otro sistema de evacuación de la casa, el pozo negro, son deficientísimos, más aun, malos; con esos antecedentes nada puede chocar el saneamiento de la vivienda, que no es más que continuación suya, abandonado por lo general, aunque, es cierto, poco costoso y muy económico; los tubos de bajada desaguan directamente, sin interposición de aparato obturador alguno, en la atargea que acomete á la alcantarilla, dichos mismos tubos de bajada no tienen generalmente más ventilación que los vasos ó recipientes de los escusados; si estos llevan obturación se consigue con un sencillo sifón, que se carga, cuando más, con las aguas procedentes del fregadero. Ni todo ello puede ser menos práctico, ni más perjudicial: lo hemos dicho ya, y no será la última vez que lo repitamos: para tener higiene hay que gastar; si simplemente la comodidad requiere desde luego, y lleva aparejada la idea de cierta amplitud en los gastos ¿qué no requerirá la higiene, tan nimia y escrupulosa como siempre se nos ofrece, que además de proporcionarnos comodidad tiende á alejar de nuestras casas males sin cuento, que pueden alterar y viciar nuestra salud?

Mucho deben hacer las corporaciones ¡municipales para mejorar las condiciones de los pueblos, pero mucho deben hacer también los particulares en sus casas, no necesitando, en cambio, de excitaciones ni reglamentaciones para higienizar la vivienda, el sitio donde más tiempo permanecemos, y donde pasamos casi tres cuartas partes de la vida.

(\*) Posteriormente á la redacción de este capítulo se han construido sifones de fábrica en la boca de los sumideros de calle; los malos olores se han quitado de la calle, pero poco ó nada se ha hecho en las casas para evitar la invasión en ella de los olores de la alcantarilla.

*Estado actual de las alcantarillas de Valencia.*

Calles.	Longitud.	Pendiente.	SECCIÓN.		Materiales.
			Forma.	Dimensiones.	
Mayor principal (desde el cuartel de Alfonso XII á Pasaderas) y Marqués de Albaida (al río Carrión).....	980	"	Rectangular hasta calle Soldados y bóveda.	"	Piedra.
Mayor principal (desde Pasaderas á calle de Panaderas).....	88'10	0'025	Rectangular.	0'60 ancho X 1'00 alto.	id.
Mayor principal (desde calle de Panaderas á Puerta del Mercado) y Perezucos (al río). Soldados (desde el corral 1.º á calle Mayor). Carnicerías.....	332'20 50 88'50 211	0'017755 " 0'01435 0'01123	id. id. id. id.	id. id. 0'50 ancho X 0'80 alto. 0'50 ancho X 1'00 alto.	id. id. id. id.
Barrionuevo.....	35'62	0'01123	id.	0'50 ancho X 1'00 alto.	Muretes de mampostería concertada y tapa de losa.
San Juan (de Mayor á cambio de rasante).....	120	0'014	id.	Igual que Barrionuevo.	"
San Francisco.....	175	"	id.	"	"
Boca-Plaza y Paza Mayor.....	97'50	"	id.	"	"
Ramirez, Gil de Fuentes y Cestilla.....	447	0'81	Bóveda.	0'60 ancho de solera X 0'66 alto.	Solera y zócalo de muretes de piedra, Muretes y bóveda de ladrillo.
Burgos y Don Sancho.....	202	0'09	id.	id.	id.
Tarasca.....	92'40	0'015	Rectangular.	0'60 ancho y 1'00 alto.	Piedra.
Perezucos (hasta calle Mayor) y Corredera (desde Escuelas públicas).....	187'50	0'007	Circular.	0'30 Diámetro.	Tubo de Alfarería.
Plata.....	55	"	id.	0'18 id	id.
Bajada de Puenteillas.....	90	"	Rectangular.	"	"
Plazuela de Santa Marina y calle de los Gatos (recojen las aguas de las calles).....					
<b>TOTAL METROS DE ALCANTARILLAS. . .</b>	<b>3.251'82</b>				

Circular of the Ministry of Education

No. of the Circular	Date	Subject	Reference	Remarks
1000	1920	Education	...	...
1001	1920	Education	...	...
1002	1920	Education	...	...
1003	1920	Education	...	...
1004	1920	Education	...	...
1005	1920	Education	...	...
1006	1920	Education	...	...
1007	1920	Education	...	...
1008	1920	Education	...	...
1009	1920	Education	...	...
1010	1920	Education	...	...

PROYECTO  
DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUAS  
PARA LA  
Ciudad de Palencia.



# CAPÍTULO I.

---

## *Estudio de las condiciones á que debe satisfacer el abastecimiento de aguas.*

---

### I.

#### Observaciones sobre las distintas cantidades de agua necesarias á los usos de una población.



EN todos los pueblos y en todos los tiempos el hombre ha procurado siempre aumentar la cantidad de agua disponible para aplicarla á voluntad á los diferentes usos de la vida y de su utilidad personal ó colectiva. El agua es elemento de vida de los animales y vegetales: la nutrición, en efecto, función importantísima en la economía animal, no podría verificarse sin la acción del agua, influyendo no poco hasta en la generación; los vegetales deben al agua, sinó su nacimiento en general, su desarrollo y su vida; los minerales no se hubieran formado en gran mayoría si el agua no hubiera disuelto, acarreado y mezclado íntimamente aquellos componentes que les constituyen: la sangre de los animales, la savia de los vegetales no es otra cosa sino agua que en disolución ó combinación lleva á los distintos órganos del sér principios nutritivos, integrantes de las funciones de la vida.

Pero es más, el agua no entra solo como componente de nuestra alimentación, es necesaria en la casa para la higiene del cuerpo, los baños, el lavado y limpieza de los lugares en que vivimos y de casi todos los útiles de que hacemos uso constante en la vida. Es preciso, pues, colocar en primer lugar el uso del agua en la casa, ya que también es donde primeramente podemos utilizarla en nuestro servicio.

Casi tan interesante es la utilización del agua en la vía pública: los servicios públicos en las ciudades reclaman imperiosamente grandes cantidades de agua, unas veces en beneficio de la salubridad, para riego y limpieza de las calles, mercados, mataderos, para el arrastre de infinitos detritus que deben ser expulsados de las calles, para el lavado de las alcantarillas; otras veces en favor de la seguridad general, como la extinción de incendios; y aún otras en obsequio del ornato del pueblo y de la distracción, como es utilizada en fuentes monumentales, juegos de agua, riegos de paseos y jardines, y plantaciones, que tanto beneficio reportan á la higiene como á la estética.

Si tan importantes son los usos del agua en las poblaciones, como son los que sencilla y brevemente llevamos apuntados, tampoco lo son menos las aplicaciones que en la industria puede tener: en primer lugar es indispensable para la producción del vapor empleado como fuerza motriz y de gran utilidad para la condensación del mismo, base el vapor de casi todas las industrias que dán vida y riqueza á los pueblos; y en segundo lugar, es el elemento insustituible para el abastecimiento de lavaderos, establecimientos de baños, piscinas y fabricación de múltiples productos cuya sola enunciación es tan fácil de hacer, ya que casi todas las industrias necesitan del agua, unas veces para que sirva de unión ó materia aglutinante de otras materias; otras para el lavado de efectos; muchas constituyendo el agua la base de los productos fabricados; pocas serán las industrias en donde el agua no intervenga.

Se hace preciso, por tanto, estudiar las distintas cantidades de agua que puede necesitar una población, atendiendo los múltiples y variados servicios que ha de llenar su su circulación constante. El agua en las poblaciones es la sangre arterial en los animales, tiene que llegar aún á las partes más recónditas del organismo de la urbe.

Es muy difícil hacer el cálculo aproximado del agua que una ciudad puede consumir. Es verdad que cuanto mayor sea la cantidad disponible de agua los servicios estarán más espléndidamente dotados de tan precioso auxiliar, y que la higiene y salubridad serán, por punto general, mayores; pero es también cierto que nunca debe llegarse á un límite tal que no pudiera sostenerse, ya porque la vena ó depósito de agua de donde se toma se mermara de tal manera que dejase desamparados otros usos necesarios á otros pueblos, ya porque el costo de la alimentación fuera tan elevado que ninguna corporación, sociedad ó empresa pudiera sufragar, sin grandes quebrantos y perjuicios, una instalación y entretenimiento que fijasen un régimen constante y duradero. Por otra parte, atendidos los distintos servicios que el agua puede llenar en la población, ¿para qué se quiere gran

cantidad de agua sobrante? La práctica y observación de lo que pasa en poblaciones similares, ya por las costumbres, ya por la industria, ya por las condiciones del clima, que no influyen poco en la cantidad de agua que puede gastarse, son datos que deben tenerse presentes, á más de mirar siempre al porvenir, pues que estas obras de abastecimiento de aguas de una población se hacen para más de un día.

Se toma casi siempre como tipo de dotación el que corresponde por persona y día, y á él se refieren todos los demás servicios; una cosa análoga haremos nosotros, sintiendo no poder referirnos á datos de las poblaciones españolas, por la escasez de noticias, y la dificultad de encontrarlas apropiadas á nuestro objeto.

### a) Servicio privado.

Es verdad que el consumo doméstico tiende á aumentar á medida que las facilidades en el agua son mayores; tanto que se ha observado que colocando una fuente en el patio de una casa ocupada por varios vecinos, los inmediatos á la planta baja son los que más consumo hacen, y también es cierto que en iguales condiciones de facilidad las clases acomodadas gastan más agua que la clase obrera, sin duda por el mayor aprecio que de líquido tan precioso hacen aquellas; pero debe procurarse que todas las clases estén en iguales condiciones; si algunas no las aprovecharan igualmente será por razones de economía, por falta de medios, mejor dicho, que desapareciendo contribuirá á un empleo más regular del agua en la casa del pobre y en la del rico.

Los datos admitidos en París para la evaluación del consumo privado de agua han sido fijados en 9 de Marzo de 1863 y 7 de Junio de 1864,

por día y por persona domiciliada. . . . .	45	litros.
id. obrero.. . . .	5	
id. alumno ó militar. . . . .	20	
id. caballo. . . . .	100	
id. vaca. . . . .	100	
id. carruaje de 2 ruedas.. . . .	40	
id. id. 4 id. de lujo.. . . .	150	
id. id. 4 id. . . . .	75	
id. metro cuadrado de patio. . . . .	6	
id. comercio.. . . .	150	
id. metro cuadrado de jardín siendo de 1000 á 2000 metros	3	
id. id. id. id. 2000 á 5000	2	
id. id. id. id. 5000 á 10000	1	
id. baño. . . . .	300	

En Londres en 1850, MM. Haywood y Simón, admitían que el consumo diario de las personas oscilaba entre 55 y 15 litros, y señalaban como término medio 30 litros diarios, atendiendo á las condiciones de aseo de las personas, que tanto pueden influir en este detalle. Indudablemente ese consumo ha aumentado desde aquella fecha, pues M. W. Humber en un tratado sobre distribuciones de agua publicado en 1874, indica que para satisfacer todos los gastos de agua inherentes á la persona son precisos 45 litros por término medio y Rankine pide de 40 á 70 litros.

Se admite en Alemania:

Por habitante, limpieza de la casa, cocina	20 á 30 litros.)	} 30 á 45 litros.
id. lavado. . . . .	10 á 15 id.	
Por caballería mayor. . . . .	. 50	id.
id. menor. . . . .	. 10	id.
Por lavado de metro cuadrado de patio. . . . .	1'50	id.
Por baño. . . . .	3'50	id.
Por ducha. . . . .	. 30	id.

König y Pope modificaron estas bases de la manera siguiente:

Por día y por persona. . . . .	25 litros
id. caballo. . . . .	75 id.
id. carruaje de dos ruedas. . . . .	40 id.
id. id. de cuatro id. . . . .	70 id.

En 1856 Darcy admitía que una ciudad debiera dotarse con una cantidad de 90 litros diarios por persona para toda clase de cuidados del servicio privado ó doméstico. M. Fanning en su tratado sobre distribuciones de aguas, publicado en Nueva-York en 1882 no pide tampoco mayor dotación para las ciudades de los Estados Unidos, sin embargo que el consumo en la casa está tan desarrollado.

### *b) Servicio público.*

La misma desigualdad de apreciación existe en los autores al señalar el consumo diario de agua en los servicios públicos. Humber no pedía más que 5 litros por persona y día y Rankine 15 para el lavado de calles y alcantarillas, y las atenciones del servicio de incendios en las ciudades inglesas; Grahn deduce de una estadística formada sobre 80 ciudades importantes de Alemania que el gasto de agua utilizada en los servicios públicos no pasa de 11 litros por persona y día; Fanning admite, para los Estados Unidos, un consumo de 15 á 20 litros para las fuentes de adorno, medio litro para atender al servicio de incendios y 45 litros durante una tercera parte del año para el lavado y entre-

tenimiento de la vía pública, cuyo servicio último oscila de 30 á 65 litros.

En París el gasto medio de agua pasa de 80 litros y aún llega á 100; verdad que en todo tiempo se lava la vía pública dos veces al día por lo menos, siendo el riego abundante en las calles concurridas en donde se emplea hasta 6 y 7 litros por metro cuadrado; todos los urinarios públicos tienen agua corriente; los jardines están espléndidamente dotados de agua, las fuentes públicas son muy numerosas y abundantemente alimentadas, como que entre las fuentes monumentales más conocidas las hay que consumen 44 litros por 1" y la cascada y efectos de agua del Trocadero alcanzan el exagerado gasto de 400 litros por 1"; se considera que no se gasta en París menos de 18.000 á 20.000 metros cúbicos de agua por día (unos 9 litros por persona) en alimentar de agua de l' Ourcq las fuentes de adorno, eso que corren solamente 11 horas diarias; los domingos y días de fiesta el gasto aumenta hasta 35.000 metros cúbicos.

Esto aparte, las bocas de riego en París están reguladas para gastar 175 litros por 1", una fuente de medio á 1 litro, una boca de incendio ordinaria de 2 á 5 litros y para bomba de vapor de 10 á 30 litros; el lavado y riego de la vía pública consume en general de 80 á 100 litros por persona y día, el 35 por 100 del consumo total.

### c) *Servicio industrial.*

El dato más importante de este servicio está en el consumo de agua por los motores de vapor; los demás servicios industriales del agua estarán dados por las pequeñas y grandes fabricaciones de múltiples productos, imposible de poder precisar con aproximación relativa. Es este servicio, en general, el que mayores diferencias puede ofrecer: las clases de industrias, la diferente manera de utilizarse el agua, su mayor ó menor aprovechamiento, según la instalación, son otras tantas razones que impiden señalar tipo en este servicio; sin embargo, Humber cuenta de 6 á 45 litros por persona y día el total de consumo industrial en una ciudad inglesa; Rankine señala 30 litros; Grahn supone que en Alemania el servicio industrial gasta la cuarta parte de la dotación total; Fanning indica para los Estados Unidos de 20 á 60 litros.

Las máquinas de vapor consumen:

Por caballo y hora sin condensación. . . . .	20 á 35 litros.
id. id. con id. . . . .	200 á 800 id.

*d) Consumo medio total.*

La reunión de los elementos citados en el consumo ó gasto de los servicios que acabamos de indicar dará el consumo total de agua que Darcy en 1865 calculaba en 150 litros por persona y día, dejando 60 litros para alimentación de las fuentes y riegos, á más de los 90 que ya digimos antes contaba para un atendido servicio privado.

En Inglaterra Humber señalaba como límites inferior y superior, 60 litros (Norwich) y 240 litros (Glasgow); se admite un término medio de 133 litros por persona y día, lo que no debe sorprendernos, ya que, aparte que el servicio se hace con intermitencia, el clima es húmedo.

König y Pope señalan también 150 litros como una excelente dotación media para las ciudades alemanas, resultando sin embargo de la estadística hecha por Grahn en 1875 sobre 80 ciudades, las más importantes de Alemania, que el consumo medio no pasaba de 63 litros.

En los Estados Unidos, el consumo total de agua es mucho más considerable, verdad que su uso en las casas es más general; Fanning pedia de 140 á 250 litros, [pero en las grandes ciudades llega hasta señalarse como tipo de 250 á 500 litros diarios por persona.

Lindley ha fijado en 70 á 140 litros la cantidad realmente consumida, que puede estimarse en general de 100 á 120 litros, contando, por tanto, con que en el estio el consumo aumenta una mitad más que el consumo medio anual y alcanza la cifra de 150 á 180 litros.

Más acordes están, pues, los autores en este detalle del consumo medio total, pero de todas maneras debemos observar que no pueden referirse esas cifras á la alimentación de una ciudad, sino á señalar el consumo real, ó mas ó menos aproximado, por lo ménos, de agua considerado como medio anual.

Un gran error cometeríamos si al señalar dotación de agua no considerásemos las pérdidas que la alimentación experimenta, y las variaciones de consumo, no solamente mensuales y diarias, sino hasta las horarias, que tanto influyen en la cantidad de agua que pueda necesitarse; pues entendemos que al hacer una alimentación debe atenderse al máximo de gasto de agua, notablemente superior al gasto medio, como ya haremos observar más tarde; además las pérdidas de la canalización son inevitables, el agua es un elemento, y mucho mejor sometida á una presión constante de una ó más atmósferas, que pasa por las rendijas más imperceptibles á la vista, está ejerciendo de continuo acciones que una falta del material ó un mal ajuste de una unión son bastantes á que insensiblemente al principio, y luego con fuerza, se pierda buena cantidad de agua, agua

que ha costado conducir y que no tiene ya uso en los distintos servicios del abastecimiento.

### *e) Pérdidas.*

No hay distribución, por mucho esmero y cuidado que se haya llevado en su ejecución, en la que no se acusen pérdidas de agua debidas á la imperfección de los medios empleados en la canalización y á los aparatos de salida y llaves. Ya lo hemos dicho: las múltiples uniones de los conductos, las derivaciones, los ingertos son otros tantos medios que á la corta ó á la larga dejan paso al agua, como que no se conoce junta que pueda resistir indefinidamente á la acción del agua; los robinetes y demás aparatos de manejo continuo se desgastan con el uso y al cabo de algún tiempo dejan escapar hilos de agua, que si considerados aisladamente, tanto estos como las fugas por las juntas, no parecen tener importancia, la tienen, y muy grande, en el instante que se considera el gran número de puntos débiles, por llamarlos de alguna manera, por donde siempre el agua encuentra más expedito paso.

Las pérdidas de agua son, pues, un elemento de consumo; podrá reducirse en mucho empleando los tipos más perfectos, siendo el entretenimiento esmeradísimo, tanto en aparatos como en la canalización, pero jamás se podrá eliminar; con exquisito cuidado y una vigilancia constante podrá reducirse en una buena distribución la pérdida de agua al 10 ó 15 por 100, pero, «está generalmente admitido, según el profesor Nichols, por las personas encargadas de las distribuciones de agua, que las pérdidas pueden importar del 25 al 50 por 100 de la cantidad de agua gastada.»

### *f) Variaciones del consumo.*

Ya hemos indicado que las variaciones del consumo pueden influir mucho en la distribución de agua y es uno de los datos que deben tenerse á la vista, si se quiere, como es lo más natural, que la distribución responda á las exigencias del máximo de gasto, caso que ha de estudiarse sin precipitaciones; porque, repetimos, la alimentación debe cubrir todos los servicios aún en el caso más desfavorable, que será aquel en que se logre un gasto máximo, pues á mayor cantidad de agua corresponden mayores desembolsos para la ejecución de las obras, y el costo es el resultado más importante para la buena marcha del abastecimiento. Esto supuesto, las variaciones de consumo pueden ser mensuales, diarias y horarias, y habrá que tomar el máximo de

todas ellas si queremos que en ningún momento la alimentación sea deficiente y escasa.

*Variaciones mensuales.*—Es lógico, y está fuera de duda, que el consumo mensual es mucho mayor en la estación de verano que en ninguna otra, pero la relación del gasto máximo al medio no es tan considerable como á primera vista parece. Verstracte ha observado en Bruselas en 1884 que siendo el consumo medio diario de 25.000 metros cúbicos bajaba en los periodos húmedos y lluviosos hasta 20.000 y se elevaba en la época de los mayores calores hasta 33.000; es decir, que la relación del consumo máximo al consumo medio mensual viene á ser 1'32; menor, pues, el aumento que la tercera parte del consumo medio.

Igual resultado se ha deducido en el norte y centro de Francia, pues la relación del consumo mensual al consumo medio está representado por

0'7	0'7	0'8	0'9	1'1	1'25	1'30	1'30	1'25	1'15	0'85	0'7
en Enero,	Febrero,	Marzo,	Abril,	Mayo,	Junio,	Julio,	Agosto,	Septiembre,	Octubre,	Noviembre,	y Diciembre.

*Variaciones diarias.*—Son estas aun más insignificantes, y desde luego se comprende que el consumo en los domingos y días festivos baje bastante del consumo medio.

En las ciudades industriales el consumo del domingo es muy inferior al de los demás días de la semana, siendo en Bélgica y Holanda, y en la mayor parte de los países, el sábado el día de mayor consumo, por las limpiezas generales de la casa, que se extienden también á la de las alcantarillas.

En Zurich las observaciones han hecho deducir que las relaciones del consumo diario al medio son:

Lunes,	Martes,	Miércoles,	Jueves,	Viernes,	Sábado,	Domingo,
1'04	1'11	1'08	1'08	1'05	1'07	0'57

escala que no merece nuestra confianza, por no encontrarla en relación con las costumbres y la vida en la casa.

El Ingeniero H. Gill ha observado las variaciones del consumo diario de agua en Berlín de 1879 á 1892, tanto para la ciudad entera como para la zona superior, dotada de un servicio especial, y ha sacado en consecuencia, que los límites inferior y superior de la relación del consumo máximo diario al consumo medio son: 1'27 y 1'49 en la ciudad

entera y 1'21 y 1'66 en la zona superior, siendo el término medio de los trece años observados 1'37 y 1'43 respectivamente en la ciudad entera y en la zona superior.

Las observaciones hechas en el año de 1890 en 22 ciudades alemanas dán como resultado que esa relación tiene como límite inferior 1'24 (Minden), como límite superior 1'91 (Mannheim) y como medio de las 22 ciudades 1'49.

*Variaciones horarias.*—No son muy frecuentes las publicaciones de los registros de consumo de agua por horas; las observaciones tomadas en los depósitos se publican pocas veces y tenemos que contentarnos con datos aislados, de los cuales, sin embargo, se saca alguna enseñanza que constituye casi un sistema ó procedimiento, para el cálculo final que se necesita hacer para determinar la cifra de alimentación.

Las variaciones del consumo de agua durante el día son muy considerables. Desde luego se comprende que hay determinadas horas en que se preparan los alimentos del hombre, se saca agua para la limpieza de la casa, que tienen que dar un máximo de consumo; este es mucho menor en las grandes ciudades, y como es también lógico menor en las ciudades en que el agua se regula por contador que en las que se concede el líquido á caño libre. El consumo proporcional de noche es mucho más elevado en el invierno que en el verano.

Según las observaciones hechas en los depósitos de Châlons-sur-Marne el consumo horario medio siendo de 73 metros cúbicos, descendía á 21 hácia las 2 de la madrugada y se elevaba hasta 195 entre 9 y 10 de la mañana. Según Lindley el consumo máximo horario es igual á vez y media el consumo medio del estío, 1'54 del medio en las ciudades cuyo abastecimiento se regula por contadores y 1'9 en las ciudades en que el servicio se hace á caño libre.

El consumo horario durante un día de estío, Julio de 1876, se distribuía, según G. Dumont, por la Compañía de la Banlieue de Paris, y en Berlín el 13 de Agosto de 1892, según el Ingeniero Gill, de la manera que indica el cuadro siguiente, que hemos formado y en el cual hemos calculado las relaciones del consumo horario al horario medio.

Horas.	Consumo por 100		RELACIÓN del consumo horario al consumo horario medio.	
	Paris.	Berlin.	Paris.	Berlin.
	Media noche á 1.. . . .	3'43	1'698	0'82
1 á 2.. . . .	2'92	1'759	0'70	0'40
2 á 3.. . . .	2'92	1'558	0'70	0'39
3 á 4.. . . .	2'92	1'644	0'70	0'40
4 á 5.. . . .	2'92	1'733	0'70	0'41
5 á 6.. . . .	3'02	2'639	0'72	0'64
6 á 7.. . . .	3'12	4'022	0'74	1'00
7 á 8.. . . .	4'68	4'969	1'12	1'24
8 á 9.. . . .	5'72	5'992	1'34	1'42
9 á 10.. . . .	6'03	6'024	1'44	1'49
10 á 11.. . . .	5'51	5'958	1'32	1'48
11 á mediodía.. . . .	5'00	6'221	1'20	1'50
Mediodía á 1.. . . .	4'68	5'681	1'12	1'40
1 á 2.. . . .	4'37	5'663	1'04	1'40
2 á 3.. . . .	4'26	5'553	1'02	1'39
3 á 4.. . . .	4'16	5'760	1'00	1'41
4 á 5.. . . .	4'37	5'796	1'04	1'42
5 á 6.. . . .	4'58	5'598	1'10	1'39
6 á 7.. . . .	4'68	4'980	1'12	1'24
7 á 8.. . . .	4'79	4'610	1'14	1'15
8 á 9.. . . .	4'68	3'781	1'12	0'94
9 á 10.. . . .	4'16	3'437	1'00	0'80
10 á 11.. . . .	3'75	2'870	0'90	0'69
11 á media noche.. . . .	3'33	2'034	0'79	0,49
TOTALES. . . . .	100'00	100'000		

Vemos, pues, que en París el consumo horario tiene su máximo de 9 á 10 de la mañana para ir descendiendo hasta las 4 de la tarde, empieza á elevarse hasta las 8 de la tarde, y vuelve á descender hasta media noche, experimenta un pequeño aumento de media noche á 1, desciende y se estaciona hasta las 5 de la madrugada, desde cuyo momento vuelve á crecer hasta el máximo indicado. En Berlín se acusa mayor consumo de 11 al medio día y desciende hasta las 3 de la tarde, crece hasta las 5 y vuelve á disminuir hasta las 3 de la madrugada, sufriendo una pequeña oscilación de aumento de 1 á 2, y desde las 3 empieza á aumentar el consumo hasta la cifra máxima, no sin que experimente una oscilación de mayor gasto de 9 á 10 de la mañana.

Puede notarse en ambos casos que el consumo máximo, no es más que vez y media el medio; en París el máximo no es más que poco más que el doble del mínimo, mientras que en Berlín alcanza aquel casi cuatro veces al menor gasto horario.

Respecto de las variaciones podemos, pues, sentar, que el gasto

máximo mensual no excede en la tercera parte del gasto medio mensual, y que los consumos máximos diario y horario pueden fijarse en vez y media los medios correspondientes.

## II.

### Cálculo de alimentación ó cantidad de agua necesaria.

La importancia mayor ó menor que quiera darse á los detalles del consumo que acabamos de indicar, así como la preocupación del encargado de proyectar un abastecimiento de agua para una población, en la que pueden influir las variaciones en el consumo,—y tantas otras cosas que pueden pasar desapercibidas al calculador,—pueden fijar muy aproximadamente la cantidad de agua necesaria, para atender toda clase de servicios.

Es verdad que esas mismas apreciaciones harán que las cantidades supuestas para una buena alimentación sean muy distintas, pero para eso debe tenerse en cuenta otro principio, la prudencia, que limitará casi siempre entre cifras aceptables la dotación de agua, según las condiciones del pueblo á abastecer; influye también la importancia y desarrollo que se pretenda dar al consumo de agua, y, por último, hasta los pensamientos que se tengan en el porvenir, influirán en la cantidad que deba señalarse para la alimentación.

Un principio en que todos los autores están conformes es el de que el consumo regulado por habitante es mayor á medida que las poblaciones son también mayores. Así el ingeniero alemán Salzbach calcula una dotación diaria por persona de 50 á 100 litros para los pueblos menores de 5.000 habitantes, 120 para los mayores y de 150 á 200 para las ciudades importantes. Fanning pide para la alimentación de las ciudades de 10.000 habitantes de 140 á 200 litros por persona; para las de 20.000 de 170 á 230 litros; para las de 30.000, de 200 á 280; para las de 50.000, de 250 á 300, y para las de 75.000 y superiores de 260 á 400 litros. En Francia se admite como medida general de 200 á 250, pero ya Marsella y Carcassona pasan de esa cifra, se considera insuficiente para París, y Lyon solicita hasta 400 litros. En Inglaterra son más parcós en la alimentación de agua, verdad, que, como dice Huet, cuando el servicio público haya tomado en [Inglaterra] el desarrollo que tiene en las principales ciudades francesas, y en Francia las atenciones del servicio doméstico hayan llegado á ser lo que en Inglaterra y América, el consumo se elevará facilmente ya allí, ya aquí á 300 ó 400 litros por habitante.

En Alemania el consumo varía poco; Grahn halló que en 1875 la alimentación media de 80 de las principales ciudades de Alemania era de 179 litros. König y Poppe suponen una buena distribución pudiéndose contar de 150 á 170 litros; Bürkli pide de 135 á 270 litros.

Antes de dar por terminados estos datos referentes á aguas de poblaciones extranjeras, haremos observar que la alimentación por habitante y día oscila en Francia desde 110 (Troyes) á 450 litros (Marsella); en Inglaterra de 60 (Nornich) á 238 (Glasgow); en Alemania de 60 (Nuremberg) á 289 (Bonn); en los Estados Unidos de América de 114 (Fall-River) á 700 (Washington), y en otros países de Europa desde 70 (Stokolmo) á 1000 (Roma), ciudad esta última que se considera como la primera en alimentación de agua.

A pesar de haberlo solicitado no hemos podido reunir datos completos de la alimentación de todas las ciudades españolas; sin embargo, puede sacarse alguna enseñanza del cuadro que exponemos al final, y cuya observación nos mueve á fijar para Palencia una dotación regular, entre los límites máximos y mínimos de las ciudades suficientemente abastecidas de agua.

En España no es rara la doble canalización, una de agua potable y otra de clase inferior para todos los usos distintos del privado: así ocurre en Bilbao, Valladolid, Salamanca y Madrid, entre otras.

En vista, pues, de todos estos antecedentes, haciendo pesar la influencia de los diversos usos de agua, y las pérdidas debidas á la canalización; contando con las variaciones de consumo, que pueden influir tanto en la alimentación, como hemos observado; atendiendo á que la ciudad está dotada de agua entre los límites que indicamos en la introducción: 77'87 litros como máximo y 8'93 como mínimo, por día y habitante, debiendo señalar un término medio de 40 litros, y suponiendo, por último, que de la población actual solo 15 000 personas puedan utilizar los servicios de las aguas que se proyecta traer, y que la ciudad alcance en el porvenir una población de 25.000 habitantes, creemos que con un caudal de 40 litros por segundo, que hacen corresponder 230 litros por día y persona de las 15.000 y 138 de las 25.000 calculadas que puedan vivir en esta ciudad, esta quede perfectamente alimentada y pueda atender, hasta con relativa esplendidez, á los múltiples usos que una población bien organizada reclama.

Quizá parezca exagerada esa cifra, mucho más si la unimos los 40 litros que en tiempo normal dan los manantiales del Ayuntamiento; pero no conviene perder de vista que calculamos el gasto máximo, el consumo medio sería inferior y de bajar mucho el consumo del agua, se obtendría una economía nada despreciable por cierto en el entretenimiento de la

alimentación, sin embargo, de quedar siempre á cubierto de las contingencias del servicio. Es decir, que debemos lograr esa cantidad de agua en cualquier momento que la solicitemos, pero puede elevarse y usarse nada más aquella agua que necesitemos de ordinario; usaremos menor cantidad de agua, mas ninguna dificultad debe ofrecérsenos para llegar hasta los 40 litros por segundo, que únicamente conseguiríamos consumir cuando el desarrollo fuera tan grande que no solamente todos los servicios públicos estuvieran perfectamente montados, sinó la mayoría de las casas tuviera su instalación especial, lo que está muy lejos de suceder.

Aún parecería exagerada esa cifra viendo que la señalamos por apreciación prudencial; pero un sencillo cálculo, basado en lo dicho anteriormente, viene á dar el mismo resultado. Repetimos que lo que conviene calcular y determinar es el máximo consumo; pues bien, supongamos que conocemos el consumo diario medio en el año y que es igual á  $\frac{1}{30}$  parte del consumo mensual medio, es decir, que coinciden los consumos medio diario y la treinta ava parte del medio mensual, y que conocemos cualquiera de ellos, que llamaremos  $a$ . No hacemos caso de las variaciones del consumo horario durante el día, porque el depósito de donde parta el servicio puede almacenar cantidad de agua bastante al consumo de las 24 horas en todo tiempo. Esto indicado, hemos de recordar que el consumo máximo diario en la semana ó mes es una mitad mayor que el medio; luego será tanto como  $1.50 a$ , y en general, que el consumo máximo mensual es una tercera parte más que el medio mensual, aquí representado por  $30 a$ ; el máximo mensual será  $40 a$ ; ahora bien, el máximo de los máximos corresponderá al día de más consumo del mes de mayor gasto; por tanto, si  $40 a$  es el consumo máximo en un mes, el medio diario de ese mes será  $\frac{40}{30} a = 1.33a$  y el máximo de un día  $1.33a + 0.66a = 2a$ , es decir, que el máximo del consumo en un día es igual al doble del consumo medio diario.

Determinemos el consumo medio diario. No pecaremos de exagerados si suponemos para toda clase de servicios domésticos: lavado de la casa, fregadero, inodoros, limpieza personal, riego de jardines particulares, baños, etc., etc., un consumo de 45 litros por [persona y día, así como tampoco si señalamos 35 litros para los usos públicos: riego y limpieza de la calle y jardines públicos, Matadero, fuentes de recreo, limpieza de alcantarillas, lavaderos, etc., también creemos quedarnos cortos al fijar 25 litros para los usos industriales; suman, pues, 105 litros los que pueden consumirse diariamente por cada persona en toda clase de aprovechamientos de aguas en la ciudad. Vamos á suponer que las pérdidas debidas, á defectos de la canali-

zación y desperdicios de agua sean solamente del 10 por 100, lo que es muy poco, de la que se consume; sube entonces á 155'5 litros diarios por persona el consumo medio de agua; el máximo sería, por tanto, 231 litros, muy poco diferente de la dotación señalada más arriba, que hemos valuado en 230 litros para hacer el caudal por 1" de que debamos disponer de 40 litros.

En el supuesto de que la población llegara á alcanzar la cifra de 25.000 habitantes se tendría, según hemos indicado, un caudal disponible de 138 litros diarios por persona, que aumentado de los 24 que corresponderían entonces á cada individuo, de las actuales aguas potables de la ciudad, alcanzaba una cifra de 162 litros en 24 horas por cada persona, cantidad tampoco exagerada por defecto.

En resumen; ya se considere la población actual, ya la futura, creemos estar dentro de los límites que señala la prudencia al fijar el caudal de agua de que debemos disponer al 1" de tiempo; ni en el primer caso la dotación es abundantísima, puesto que hay otras mucho más superiores en las capitales de España, ni en el segundo es tampoco insuficiente, porque ciudades existen que aun con menos agua atienden todos sus servicios con alguna amplitud. En este término medio nos quedamos, y creemos que esa fijación está discutida en todos sus particulares.

### Estado del abastecimiento de agua de algunas ciudades españolas.

Poblaciones.	PROCEDENCIA DEL AGUA.	Procedimiento de obtención del agua.	Cantidad de agua dis- ponible al 1"	Número de habitan- tes que se sirven ó pueden servirse.	Cantidad disponi- ble de agua por persona y día.	Entidad que administra el abas- tecimiento.	Es sufici- ente ó insu- ficiente el abasteci- miento.	Observaciones...
			Litros.		Litros			
Albacete. . . . .	»	»	»	»	»	»	»	(1)
Alcalá de Guadaira (Sevilla)	Manantial.	Elevación.	10	8.000	100	Sociedad	Suficiente	»
Alcoy (Alicante). . . . .	Id.	Cañería.	42	33.373	107	Ayuntamiento	id.	(2)
Badajoz. . . . .	Río Gévora y Zapatón.	Canal derivado.	30	28.000	92	Sociedad anónima	id.	(3)
Bilbao. . . . .	Manantiales.	Acueducto.	33'5	66.000	43'85	Ayuntamiento	Insuficiente	}
	Río.	Máquinas elevadoras	200	66.000	261'81	id.	id.	
	Río.	Acueducto.	170	»	»	id.	Suficiente	
Zorroza. . . . .	Manantiales.	Id.	4'5	6.000	64'80	id.	id.	}
Cabra (Córdoba). . . . .	Manantial.	Cañería.	70	12.700	475	id.	id.	
Cáceres. . . . .	»	»	»	»	»	»	»	(6)
Cangas de Tineo (Oviedo). . . . .	»	»	»	»	»	»	»	(7)
Castellón de la Plana. . . . .	Rambla.	Canal.	171	27.000	547	Sociedad	Suficiente	(8)
Chantada (Lugo). . . . .	Manantiales.	Acueducto.	2'1	800	226	Ayuntamiento	id.	»
Estrada (La) (Pontevedra). . . . .	»	»	»	»	»	»	»	(9)
Ferrol (el) (Coruña). . . . .	»	»	»	»	»	»	»	(10)
Gijón (Oviedo). . . . .	Manantial de Llantones.	Canal.	24	40.000	51'8	Ayuntamiento	Suficiente	(11)
Guadalajara. . . . .	(Manantiales y corrientes subterráneas.)	Galerías subterrá.*	10	11.731	58'90	id.	Insuficiente	(12)

Poblaciones.	PROCEDENCIA DEL AGUA.	Procedimiento de obtención del agua.	Cantidad de agua disponible al 1. <sup>o</sup> — Litros.	Número de habitantes que se sirven ó pueden servirse.	Cantidad disponible de agua por persona y día. — Litros.	Entidad que administra el abastecimiento.	Es suficiente ó insuficiente el abastecimiento.	Observaciones.
Hellin (Albacete) . . . . .	Manantiales, fuente principal.	Acequia.	15	10.000	12	Ayuntamiento	Suficiente	(13)
	Tobarra.	Tubería.	1	9.000	9'6	Sociedad	id.	
Jeréz de la Frontera (Cádiz)	Manantial.	Acueducto.	105	40.000	225	Sociedad anónima	id.	(14)
León . . . . .	Manantiales.	Cañerías.	5	13.446	32	Ayuntamiento	Insuficiente	(15)
Llanes (Oviedo) . . . . .	Id.	Tuberías.	15	1.981	654	id.	Suficiente	»
Logroño . . . . .	Sub-álveas.	Galería de iluminación y tubería de presión	16	14.000	100	id.	Insuficiente	(16)
Loja (Granada) . . . . .	Manantial.	»	»	19.000	»	id.	id.	(17)
Manresa (Barcelona) . . . . .	Río Llobregat.	Canal derivado.	1.000	25.000	»	Junta de la acequia y Junta de aguas potables.	Suficiente	(18)
Mieres del Camino (Oviedo)	Pozos á 7 metros del río caudal.	Bombas movidas por turbinas	23	8.000	82'80	Ayuntamiento	Insuficiente	(19)
Orense . . . . .	Río Loña.	Canal derivado.	30	12.000	216	id.	Suficiente	(20)
Pamplona . . . . .	Manantial de Arleta.	Canal y acueducto.	70	28.000	200	Sociedad anónima	id.	(21)
Salamanca . . . . .	Manantial.	Canal.	0'80	24.000	2'88	Ayuntamiento	Insuficiente	(22)
	Río Tórmes.	Máquinas elevatorias á vapor	10	»	36	»	»	(23)
Salas (Oviedo) . . . . .	»	»	»	»	»	»	»	(23)
San Fernando (Cádiz) . . . . .	Manantiales de la Piedad en el Puerto de Santa María	Máquinas elevatorias	»	»	»	Sociedad de aguas potables de Cádiz.	Suficiente	(24)
San Sebastian . . . . .	Manantial.	Cañerías de barro, acueductos y tubos de hierro.	35	25.000	121	Ayuntamiento	Insuficiente en el verano	(25)
	Filtración de toneles.	»	»	»	»	»	»	
	Máquina elevatoria.	»	»	»	»	»	»	
Santander . . . . .	Manantiales.	Acueducto y tubería de hierro (sifones)	100	45.000	192	Sociedad anónima	Suficiente	(26)
Santiago (Coruña) . . . . .	Manantial.	Acueducto.	»	25.000	»	Ayuntamiento	Insuficiente	(27)
Segovia . . . . .	Arroyos de la Sierra.	Canal.	24	12.000	172'8	id.	Suficiente	(28)
Sevilla . . . . .	Manantiales.	Elevación.	160	130.000	106	Sociedad	id.	(29)
	Río.	Id.	100	»	»	»	»	
Tarrasa (Barcelona) . . . . .	Subterráneas.	Minas de absorción	48	16.000	259	id.	id.	(30)
Toledo . . . . .	Manantiales.	Tuberías.	0'25	21.500	2'4	Ayuntamiento	Insuficiente	(31)
	Río Tajo.	Máquinas elevatorias	18 l. en 11h.	»	34	»	»	(32)
Unión (la) (Murcia) . . . . .	»	»	»	»	»	»	»	(32)
Valencia . . . . .	Río Turia.	Canal derivado.	70'10	160.000	37'85	Propiedad de la ciudad; explotación, sociedad en arriendo.	Insuficiente	»
	Manantial de Argales.	»	10	»	»	»	»	
	Manantial de la Ría.	»	7	»	»	»	»	
Valladolid . . . . .	Manantiales de la Salud, Pradillo, Fuente del Sol, Verdugo, Teja y Morante	Acueducto.	8	67.544	31	Ayuntamiento	Suficiente	(33)
	Río Duero.	Canal derivado.	200	»	255	Empresa	id.	»
Villaviciosa (Oviedo) . . . . .	Manantiales.	»	15	2.000	633	»	»	»
Vitoria . . . . .	Id.	Cañería.	Invierno 60 Verano 30	22.000	235 118	Ayuntamiento	Sobra Suficiente	(34)
Zaragoza . . . . .	Canal imperial.	»	130	92.407	121'33	id.	id.	(35)

### NOTAS de la casilla de Observaciones.

(1) No poseemos datos del agua de que pueda servirse el vecindario, pues no hay servicio montado en regla; varias veces se ha anunciado la traida de aguas y no se ha conseguido.

(2) El caudal de las aguas del manantial dicho «Fuentes del Molinar» se eleva á la cantidad de 32.400,000 litros diarios, del cual hacen uso: seis novenas partes

los artefactos de la ciudad y su término municipal; dos novenas partes las utilizan los regantes, y la otra novena parte, ó sean 3.600,000 litros, para el abastecimiento de las fuentes. De estas existen sobre 40 públicas y 710 particulares con la dotación de 2000 litros diarios; el precio de una concesión de estas últimas es de 2000 pesetas. y por arriendo son: 2000 litros diarios, por un año, 150 pesetas. 1000 litros, 80 pesetas y 500 litros 50 pesetas.

(3) La dotación de 30 litros por 1" para el abastecimiento de la ciudad se toma de los 1250 que compone la de riegos. El agua se vende por contador á 0'50 peseta los 1000 litros.

(4) Los manantiales que dán 33'5 litros por 1" en estiage, en invierno dan 180 litros por 1", y las máquinas elevadoras pueden subir hasta 350 litros por 1"; los 170 litros obtenidos del río por acueducto son para alimentar los lavaderos públicos y verificar la limpieza de las alcantarillas en la parte baja de la villa. El agua se suministra por contador; se dá agua de río por caño libre para usos domésticos.

(5) Véndese el agua desde un centilitro, que vale 50 pesetas, en adelante; se afora á la entrada de los edificios y se distribuye á voluntad de cada vecino la cantidad que compra.

(6) Se surte de las fuentes públicas de las inmediaciones de la capital por medio de aspiradores movidos por caballería, tomándola por sí el vecindario sin costar nada. La capital no tiene en su casco fuentes. Hay sobrantes para el consumo, aún en los años más secos. Se ha creado una sociedad para conducir el agua á la ciudad.

(7) En esta villa se surten los vecinos de agua de pozos de su propiedad particular, de la del río y de alguna fuente antigua.

(8) De los datos que nos han sido suministrados no podemos deducir si se distraerá agua para otras atenciones que las de abastecimiento de la población, pues si el tipo de 547 litros diarios por persona parece exagerado, en cambio el de 25 que se señala en los datos adquiridos es muy pequeño é insuficiente, y en aquellos se hace constar que es suficiente.

(9) En esta población no existe distribución de aguas; las de que se dispone se recogen libremente per los vecinos en los manantiales.

(10) Se surte el vecindario de las fuentes públicas y pozos particulares.

(11) Se proyecta la construcción de un tercer depósito de 7500 metros cúbicos de capacidad. El agua para usos domésticos se vende á 0'40 pesetas metro cúbico y para usos industriales á 0'32

(12) El agua, que procede de cuatro viajes distintos, se ha vendido á perpetuidad el real fontanero en 2500 pesetas y á censo 100 pesetas anuales por real fontanero.

(13) El agua de la «Fuente principal» se conduce por tres acequias: dos de ellas destinadas únicamente al riego de los campos, la tercera alimenta una tubería, y se utiliza para beber y abrevar ganados dentro de la población; el sobrante de ella la utilizan los particulares en fuentes dentro de sus casas, cobrando el Ayuntamiento un arbitrio de 36 pesetas al año por cada 600 litros ó fracción de ellos al día. El agua de Tobarra es explotada por una sociedad que cobra 0'03 pta. por cántaro de 16 litros; se toma de los dos caños, de cuatro grifos cada uno, instalados para este servicio; solo funcionan cuando se vá á tomar agua, así se evitan pérdidas; se abren los caños á las siete de la mañana y se cierran al anochecer.

(14) La suscripción de agua para usos domésticos se hace por caño libre, para cuadras y cocheras por aforo, así como para fondas, cafés, colegios, cuarteles y establecimientos análogos; para jardines y usos industriales por contador.

(15) El Ayuntamiento tiene en trámite el expediente para dotar de mayor cantidad de agua á la ciudad.

(16) El agua se concede á caño libre en las casas particulares, pero no tienen que tener desagüe; los demás casos caja de aforo ó contador.

(17) No hemos podido adquirir más datos que de los dos manantiales denominados de la Iglesia Mayor y Pasadilla se abastece la población con insuficiencia; sin embargo de lo cual el Ayuntamiento vende por 150 pesetas concesiones á

particulares, que reciben el agua que la abundancia permita, sin tener que pagar más que una peseta mensual al fontanero.

(18) La Junta de aguas potables se compone de dos concejales, dos de la Junta directiva de la acequia y cuatro suscriptores de plumas. El agua se vende por plumas á razón de 1.000 pesetas una; si con los ingresos corrientes no hubiera bastante á sufragar los gastos anuales, puede exigirse á los plumistas nuevos, por año y cada pluma, 5 pesetas y á los antiguos 2,50 pesetas. Las aguas de la acequia, de la que se toman las necesarias al abastecimiento de la población, se destinan al riego; pertenece su propiedad á la ciudad y á los dueños de tierras que tienen derecho al riego dentro de su término municipal, en virtud de Real concesión del rey D. Pedro III de Aragón hecha en 23 de Agosto de 1339. Antes uno de sus ingresos era el treinteno ó una por treinta de las medidas de granos de espiga que produjera anualmente el regadio de la acequia. Es una fundación muy curiosa.

(19) En el trabajo diario solo se elevan 662.400 litros; se alimentan 10 fuentes públicas, un surtidor, 4 lavaderos y 8 bocas de riego, no existiendo servicio particular en las casas.

(20) El abono del agua para los servicios domésticos se regula por una tarifa subordinada al alquiler anual de las habitaciones; en las fondas, cafés, colegios y establecimientos análogos por plazas ó asientos.

(21) Para usos domésticos se concede el agua por caño libre, siguiendo la tarifa una escala basada en los alquileres de las habitaciones.

(22) Solo se concede agua por contador, de la del río, para usos domésticos á 0,50 pesetas metro cúbico.

(23) No se nos han facilitado datos concretos. El abastecimiento de aguas de la población se realiza gratuitamente por medio de fuentes públicas.

(24) No nos han remitido datos numéricos. El agua se suministra por contador á 0,90 pesetas metro cúbico.

(25) En la estación veraniega puede suponerse una población de 36.000 habitantes; la cantidad disponible de agua de 121 litros por habitante es en invierno. Se vende el agua por contador á 0,25 pesetas el metro cúbico. Se está haciendo una nueva conducción de aguas.

(26) La cantidad de agua de 100 litros al 1<sup>o</sup> es un mínimo; en época normal hay agua con exceso; en estiaje suficiente. El agua se vende por caño libre ó automático para usos domésticos; regulando la tarifa el alquiler de la habitación; en los demás casos por contador, con diferentes precios, según los usos y cantidad de agua gastada.

(27) No nos han podido ser facilitados afóros de los manantiales; no existe depósito de aguas, éstas se toman en las fuentes públicas.

(28) Los datos se refieren al estiaje, cuando más mermados vienen los arroyos. Se han construido dos grandes depósitos que reúnen 50.000 m<sup>3</sup> para surtir en tiempo de escasez. El agua se vende por cuartillo fontanero, equivalente á 10 m<sup>3</sup> en cada 24 horas, por el que se paga 28,13 pesetas, al año.

(29) El abastecimiento de aguas del río para riegos de calles y paseos. El abono para usos domésticos se gradúa por el alquiler de las habitaciones.

(30) El abastecimiento actual es para usos domésticos; para los industriales se está construyendo un pantano. El agua se distribuye por plumeros ó repartidores y por llaves de aforo. Cada pluma continúa equivale á 2.160 litros diarios.

(31) Se aprovecha algún otro manantial. Se ha anunciado concurso para conceder la construcción y explotación de un viaje de agua. El agua del río se concede para usos particulares.

(32) No hay manantiales; ni instalaciones de suministro de agua; se atiende al consumo por medio de pozos, de que están provistas las casas.

(33) Para usos domésticos se dá el agua por caño libre; solo admite abonos la empresa del canal del Duero; de las aguas de este es la usada en todos los servicios públicos é industriales.

(34) Se da el agua por contador ó llave de aforo.

(35) El agua para el abastecimiento de la ciudad se toma del Canal Imperial de Aragón, en Torrero, en cantidad de 130 litros por 1<sup>ca</sup>, pero puede aumentarse esta alimentación por el gran caudal que lleva el Canal referido. Se vende para colegios, cuarteles, etc., por convenios especiales; para fondas y posadas por cuartos ó plazas.

### III

## Cualidades de las aguas potables.

### a) Condiciones generales.

El agua, tal como se encuentra en la Naturaleza, ya provenga directamente del cielo, ya sea de río, ya de manantial, ya de pozo, etcétera, nunca es pura; no se compone solamente de un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno, sino que tiene en disolución una porción de sales y de gases, aparte las materias sólidas que lleva en suspensión, que recoge bien en su largo camino al atravesar las capas atmosféricas, en forma de lluvia; ora tomando de los terrenos por los que corre y se filtra, los principios solubles que los terrenos tienen, dando lugar á la formación de combinaciones químicas distintas, muy numerosas y algunas de ellas no bien determinadas.

Hasta hace no muchos años solo se consideraba en el agua, y los higienistas de entonces no se preocupaban de más, que de la riqueza mineralógica, es decir, de las determinaciones y cantidades de los diferentes cuerpos químicos que el agua podía contener; pero esto hoy resulta muy deficiente, y casi con más interés que el análisis químico, se estudia la presencia en el agua de esos organismos infinitamente pequeños llamados microbios, de los que, sean los *micrococcus*, las *bacterias* ó los *bacilos*, todos tenemos alguna idea más ó menos elemental. El ensayo hidrotimétrico de un agua dá una aproximación de su calidad como agua potable ó industrial, ya que tiene por objeto determinar la proporción de sales terrosas, especialmente sales calcáreas en disolución, que contenga el agua, y en muchos casos será bastante, suprimiendo por tanto, la necesidad del análisis químico, operación larga y delicada; pero el exámen bacteriológico es indispensable siempre; él determina la cantidad de bacterias y distingue las patógenas, ó especies nocivas, cuya ingerencia en el organismo puede ser de perjudicialísimos resultados.

El análisis químico, pues, con el complemento del examen bacteriológico dará á conocer perfectamente los elementos del agua; pero determinar, estimar y fijar exactamente las proporciones en que aquellos deban entrar para constituir un agua potable excelente, sería un problema difícilísimo, si no insoluble, y nada práctico; como que por casualidad se encontraría un agua que cumpliera matemáticamente esas condiciones fijas. Lo más que puede exigirse, cuando se trata de la busca de aguas potables, es que estas no tengan ó carezcan de ciertos principios que no sean convenientes, ya en uno ya en otro uso del agua; pero jamás se podrá exigir que el agua haya de tener tal proporción de un elemento determinado, porque no se encontraría nunca agua. No es por esto tan difícil la busca de agua potable, por lo que se refiere á sus cualidades. No es, por otra parte, el asunto tan delicado, de pretender hacerle práctico: una ciudad debe contentarse mejor con tener aguas que no sean perfectas, bajo el punto de vista de la potabilidad, que no tener aguas de ninguna clase; ahora bien, bajo el punto de vista higiénico y sanitario, el asunto merece más atención; á todo trance debe desecharse un agua más ó menos contaminada ó susceptible de estarlo por la influencia de ciertas circunstancias, pero un agua algo calcárea, por ejemplo, no debe ser rechazada, en general, por la salud pública, y muchos menos si hay grandes dificultades de obtener otra mejor, á pesar de los inconvenientes que puede tener en la cocción de las legumbres, en el lavado y en la alimentación de las calderas de vapor.

La busca del agua potable tiene que estar sujeta á las condiciones de localidad y á multitud de circunstancias, que tales y de tal importancia pudieran ser, de desear llevar la cosa á punta de lanza, como se suele decir, que hiciera imposible ó insoluble el problema del abastecimiento de una ciudad.

Indicadas estas ligerísimas observaciones, con mucha brevedad también hemos de definir el agua potable, que conviene á todos los usos domésticos, que es, límpida, agradable al gusto y fácil de digerir.

El agua no lleva solamente al organismo el principio acuoso, compuesto únicamente de oxígeno é hidrógeno, que es indispensable á las distintas reacciones químicas de los fenómenos de la nutrición, le lleva también otros principios muy necesarios, algunos gases y sales minerales en disolución, como el carbonato de cal, por ejemplo, tan necesario á la formación de la estructura ósea de los animales. El agua destilada, es decir, el agua desprovista de gases en disolución, es pesada de digerir y repugnante al beberla. Todos conocemos el hecho y, la recomendación de los higienistas, de airear el agua que se haya sometido á la ebullición

para purgarla de las bacterias, que puedan hacerla sospechosa, ó el procedimiento que se sigue en los barcos de agitar fuertemente por medio de ruedas de paletas el agua que por destilación se obtiene del mar. El agua potable debe contener, entonces, los dos componentes gaseosos principales del aire de la atmósfera, y aún es también conveniente que el agua contenga ácido carbónico que favorezca la digestión, pero no en proporción notable, en cuyo caso el agua no es agradable en el momento de ser bebida.

Ya hemos indicado en otro capítulo los inconvenientes que lleva un agua cruda ó dura, es decir, excesivamente cargada de sales calcáreas en disolución; para la economía doméstica no puede haber aguas peores que estas, porque no lavan bien, según ya hemos dicho, y ya es conocida de todos su influencia en la digestión, además de ser poco agradable al gusto. Belgrand no admite para las aguas potables un grado hidrotimétrico superior á 20; pero este límite frecuentemente es superado por la mayor parte de las aguas de los abastecimientos de las poblaciones.

Las sales alcalinas, cloruros y nitratos no tienen importancia en el agua potable cuando entran en despreciables proporciones, no así cuando la proporción es notable, lo que conduce á dar al agua un sabor desagradable. Cuando los cloruros entran en la proporción de 1 por 100, producen una especie de quemazón en el paladar, el agua no calma la sed, ocasiona un efecto parecido á cuando se bebe agua de mar; las sales de magnesia tienen un sabor metálico nada agradable; los nitratos alcalinos producen efectos análogos, y son perjudiciales, desde luego, á la salud, cuando á la vez las aguas llevan amoniaco albuminoideo, procedente de la descomposición de la materia orgánica; un agua que contenga sulfuros, nítritos, ó amoniaco en proporción superior á un miligramo por litro, ó más de 0'2 mg. de amoniaco albuminoideo puede conceptuarse como perjudicial, porque siempre, ó casi siempre, procederán esas fuertes proporciones, de deyecciones animales ó materia orgánica descompuesta, medios eminentemente favorables al cultivo de los microbios, además que ya esos productos son dañosos por sí mismos.

No importa tampoco que el agua contenga materia orgánica en prudente proporción; sería raro encontrar un agua desprovista de microorganismos; en pequeña cantidad estos no pueden alterar las buenas cualidades del agua potable, pero si su cantidad es algo notable el agua debe ser rechazada, ó por lo menos conceptuársela como sospechosa; pues, indudablemente, de ordinario la gran riqueza de bacterias procede de putrefacciones animales ó vegetales, abundantes y siempre nocivas al organismo. El agua muy cargada de materia orgánica tiene un sabor repugnante, desprende un olor nauseabundo; los sulfatos son transfor-

mados en sulfuros, detalles que se observan en las aguas estancadas y sometidas á una temperatura suave, en las que las vegetaciones se desarrollan de una manera notable.

Aparte la composición del agua, es decir, separando á un lado las proporciones de los productos químicos y micro-organismos que toda agua puede contener, la potable debe reunir otras dos cualidades, muy apreciadas, por cierto: la limpidez y la temperatura. El agua turbia siempre nos inspira repugnancia, además que las materias que lleva en suspensión, si son inertes muchas veces, otras pueden ser y son, en efecto, nocivas. La limpidez no es, sin embargo, un signo de pureza; en Palencia mismo tenemos el ejemplo: las aguas de los pozos son límpidas y no pueden ser más execrables bajo el punto de vista de la potabilidad.

La temperatura de un agua ejerce también influencia en la digestión; el agua caliente, á un grado superior á la temperatura de la sangre, ejerce como vomitivo, efecto logrado aún con el agua tibia, es decir, á la de una temperatura poco superior á la de nuestro cuerpo. El agua debe de ser fresca, pero esta frescura es muy relativa: en un país cálido un agua puede parecer fresca, y con la misma temperatura el agua puede ser caliente en climas de otras latitudes más elevadas. El agua fría, cuya temperatura se aproxime á cero, es agradable y produce una sensación grata al beberla, pero hace las digestiones difíciles, si no da lugar á mayores trastornos en nuestra economía. Se recomienda que el agua tenga una temperatura media de 6 á 14 grados, pero, repetimos, este detalle puede variar mucho, conforme los climas y las circunstancias locales.

Para terminar, Belgrand resume las cualidades del agua potable propias para un abastecimiento de población, en las observaciones siguientes:

El servicio de una población debe estar dispuesto de manera que los habitantes consuman el agua tal como la den las fuentes públicas.

El agua de todo abastecimiento debe ser potable, sin ninguna preparación previa, es decir, fresca, límpida, sin olor ni sabor, ni mezclas repugnantes, eu una palabra, agradable al beberla. Es preciso que el agua sea propia para todos los usos domésticos, y debe cocer bien las legumbres y disolver el jabón; no debe formar depósitos calcáreos en las tuberías, ni desarrollar tubérculos ferruginosos.

El agua puede ser considerada como salobre cuando las poblaciones que han hecho uso de ellas después de largo tiempo, son sanas, vigorosas y sin enfermedades especiales.

El agua es límpida cuando deja ver perfectamente los objetos á profundidades de 3 á 4 metros.

Resumiendo las observaciones indicadas y las reglas admitidas frecuentemente por la Junta consultiva de Higiene de Francia, se establece el cuadro que damos á continuación, expresando los límites entre los cuales deben estar comprendidos los principales elementos de un agua, bien entendido que sus indicaciones no pueden tener valor absoluto; pues es evidente que bajo el mismo grado hidrotimétrico, por ejemplo, siempre serán preferibles las aguas carbonatadas á las sulfatadas, debiendo considerarse siempre los distintos elementos relacionados con las circunstancias todas que pueden influir en la composición del agua, ó en su alteración ó contaminación.

INDICACIÓN DE LOS ELEMENTOS	AGUA PURA	AGUA POTABLE	AGUA SOSPECHOSA	AGUA MALA
Grado hidrotimétrico total. . . . .	3° á 15°	15 á 30	+de 30°	+de 100°
id. id. después de la ebullición.	2° á 5°	5 á 12	12 á 18	+de 20
Cloro, por litro. . . . .	—de 15 mg.	—de 40 mg.	50 á 100 mg.	+de 100 mg.
Acido sulfúrico, por litro. . . . .	2 á 5	5 á 30	+de 30	+de 50
Materia orgánica (en oxígeno) por litro. . . . .	—de 1 mg.	—de 2 mg.	3 á 4	+de 4 mg.
Productos volátiles al rojo. . . . .	—de 15	—de 40	40 á 70	+de 70
Número de bacterias por cm. cub. . . . .	—de 1.000	1.000 á 5.000	+de 10.000	+de 100.000

### b) *Análisis de algunas aguas de Palencia.*

Tanto nos hemos preocupado de las condiciones que pudieran reunir las aguas de esta ciudad, las que usamos de los manantiales del páramo de Autilla del Pino y las que podíamos aprovechar en el proyectado abastecimiento de la población, que no dudamos un instante proponer al Ayuntamiento la realización de algunos análisis completos de aguas, ya por saber con detalle lo que son las aguas que en la actualidad bebemos, y por tanto si convenia seguir aumentando la zona de explotación, ya por averiguar cual seria el punto más favorable para la toma de aguas en las proximidades de la ciudad.

Dos clases de aguas se han analizado: las procedentes del páramo referido y las del rio Carrión, tomándolas de este en cuatro puntos distintos correspondientes á los cuatro vasos más próximos á la ciudad.

De los resultados que á continuación se exponen se deducen algunas

consecuencias muy interesantes. Las aguas del páramo de Autilla pueden calificarse de aguas potables medianas y las del río de aguas regulares; llevan, por tanto, estas algunas ventajas en su favor; ya podíamos suponerlo conocidas la estructura y naturaleza del páramo de Autilla; el grado hidrotimétrico de las aguas de este es muy elevado, la fuerte proporción de sales cálcicas y magnésicas, carbonato y sulfato, las perjudican notablemente; pero, en cambio, la cantidad de amoniaco las hacen recomendables, recomendación aún más importante en la pequeña cantidad de materia orgánica, causa sin duda, del pequeño desarrollo de aquel elemento.

No debe, pues, desecharse el agua que consumimos; lleva una garantía de bondad el limitado número de sus bacterias; pero tampoco debe seguirse el sistema de explotar el páramo con nuevos alumbramientos; ya daremos otra clase de razones más tarde. Debemos también conceptuar como muy beneficiosos los gastos hechos en las galerías y depósitos en la actualidad en servicio; no deja de oírse en la ciudad que esos gastos han sido infructuosos y de ningún resultado positivo; los que tal han dicho no se han detenido á examinar despacio la cuestión; han achacado hasta á faltas de la administración municipal, lo que no ha sido más que resultado de una pertinaz sequía de tres años; los que tal pensaron habrán vuelto de su error al considerar la escasez de aguas, en estos últimos años, en climas mucho más húmedos que el nuestro, que peca de excesivamente seco. Las actuales aguas de Palencia, á pesar de su alta graduación hidrotimétrica, deben ser consumidas en la bebida: el mejor filtro, la mejor epuración, es disponer de agua que no pueda ser medio á propósito para la propagación de una epidemia, que no sea fácilmente contaminada, y estas cualidades reúne el agua de nuestras fuentes.

Si observamos los análisis de las cuatro muestras de agua del río que se tomaron: frente á la ciudad, sobre la presa del Buen Consejo, entre San Román y Pajares, y sobre el puente de Don Guarín, notaremos que su orden de bondad no vá indicado correlativamente con la dirección de aguas arriba, como parecía lógico, y choca, á primera vista, que las aguas de San Román á Pajares acusen mayor número de bacterias que las de la presa del Buen Consejo, que se encuentra aguas abajo; pero los fundamentos de este hecho son muy sencillos: aquel vaso está influido por dos núcleos de población, asentados sobre sus aguas en una distancia muy corta; el reposo de las aguas en ese vaso es muy continuado: materia orgánica ha de haber, quietud existe también, en largos períodos: nada más á propósito, entonces, que el desarrollo de la

putrefacción de la materia orgánica, ya animal, ya vegetal, que lleva consigo el de las bacterias.

El agua del río es buena, la cantidad de micro-organismos que contiene no es notable, y más pequeña hacia el puente de Don Guarín. En ninguna muestra se han encontrado microbios patógenos, eso que el agua destinada al análisis micrográfico se tomó en la época de los calores, cuando la corriente del río casi se anula. Este agua puede ser un complemento valiosísimo al abastecimiento de la ciudad, por lo que se refiere, en este momento, á la higiene y salubridad de la población.

Los resultados de los indicados análisis, trabajo delicado y escrupuloso, que lleva la garantía de la firma del peritísimo Director del Laboratorio químico municipal de Valladolid, Dr. Don Eugenio Muñoz Ramos, les trascribimos á continuación, sin añadir por nuestra parte observación alguna, como no sea la satisfacción de ver en un trabajo nuestro la colaboración científica de nuestro paisano y amigo Sr. Muñoz Ramos, verdadera autoridad en las cuestiones higiénicas.

## LABORATORIO QUÍMICO MUNICIPAL DE VALLADOLID

**Análisis químico y micrográfico de cinco muestras de agua procedentes de la ciudad de Palencia, remitidas por don Juan Agapito y Revilla, Arquitecto Municipal de dicha capital.**

### AGUA NÚM. 1.

*Procedente de los manantiales del Valle de las Monjas y Bodega de Ramirez, (tomada en las fuentes de la ciudad.)*

CARACTERES.—Transparente, incolora, inodora y de sabor ligeramente soso.

REACCIÓN.—Neutra.

ANÁLISIS CUALITATIVO.—Sus principales componentes son los que se expresan á continuación:

Carbonato cálcico.. . . .	poca cantidad.
id. magnésico.. . . .	id. id.
id. ferroso.. . . .	pequeñísima cantidad.
Sulfato cálcico.. . . .	gran exceso.
id. sódico.. . . .	bastante cantidad.
id. magnésico. . . . .	gran exceso.

Cloruro sódico.. . . .	gran exceso.
id. cálcico. . . . .	bastante cantidad.
id. magnésico. . . . .	id. id.
Silicato sódico.. . . .	poca cantidad.
Nitratos. . . . .	mucho cantidad.
Nitritos. . . . .	bastante cantidad.
Sales amónicas . . . . .	indicios.
Materia orgánica.. . . .	pequeña cantidad.

#### DETERMINACIONES CUANTITATIVAS.

Grado hidrotimétrico total 32° . . . . .	
Resíduo seco á + 180° . . . . .	398'00
Cloro. . . . .	14'90
Acido sulfúrico (SO <sub>3</sub> ). . . . .	79'80
Cal (C <sub>a</sub> O). . . . .	118'20
Magnesia (M <sub>g</sub> O). . . . .	44'40
Amoníaco.. . . . .	indicios
Acido nítrico (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ). . . . .	0'90
Acido nitroso (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ). . . . .	0'008
Materia orgánica (líquido ácido). . . . .	0'60
id. id. (líquido alcalino). . . . .	0'60
Oxígeno disuelto.. . . . .	6'40

Miligramos por litro de agua.

## AGUA NÚM. 2.

*Procedente del río Carrión, tomada en la ciudad de Palencia entre los desagües de las alcantarillas de las calles del Marqués de Albaída y de Perezucos.*

**CARACTERES.**—Algo opalina, incolora, inodora y de sabor agradable. Después de 24 horas de reposo se vuelve transparente, abandonando un ligero sedimento grisáceo constituido por arcilla muy dividida, sílice y algunos granos de caliza.

**REACCIÓN.**—Neutra.

**ANÁLISIS CUALITATIVO.**—Sus principales componentes son los que se expresan á continuación:

Carbonato cálcico.. . . .	pequeña cantidad.
id. magnésico. . . . .	id. id.
id. ferroso. . . . .	pequeñísima id.
Sulfato cálcico. . . . .	pequeñísima id.
id. sódico.. . . .	pequeña id.
id. magnésico. . . . .	id. id.
Cloruro sódico. . . . .	id. id.
id. cálcico. . . . .	id. id.
id. magnésico. . . . .	id. id.

Silicato sódico . . . . .	pequeña cantidad.
Nitratos . . . . .	indicios.
Nitritos . . . . .	mucha cantidad.
Sales amónicas . . . . .	pequeña cantidad.
Materia orgánica . . . . .	bastante cantidad.

## DETERMINACIONES CUANTITATIVAS.

Grado hidrotimétrico total . . . . .	12	} Miligramos por litro de agua.
Resíduo seco á + 180° . . . . .	166'00	
Cloro . . . . .	4'90	
Acido sulfúrico (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	17'80	
Cal (C <sub>a</sub> O) . . . . .	64'00	
Magnesia (M <sub>g</sub> O) . . . . .	8'10	
Amoniaco . . . . .	0'0012	
Acido nítrico (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	indicios	
Acido nitroso (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	0'01	
Materia orgánica (líquido ácido) . . . . .	1'40	
id. id. (líquido alcalino) . . . . .	1'40	
Oxígeno disuelto . . . . .	5'50	

## AGUA NÚM. 3.

*Procedente del río Carrión, tomada en la Carcabilla.*

CARACTERES.—Iguales á los de la muestra núm. 2.

ANÁLISIS CUALITATIVO.—Resultado igual al de la muestra anterior.

## ANÁLISIS CUANTITATIVA.

Grado hidrotimétrico total . . . . .	12	} Miligramos por litro de agua.
Resíduo seco á + 180° . . . . .	172'00	
Cloro . . . . .	4'90	
Acido sulfúrico (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	17'90	
Cal (C <sub>a</sub> O) . . . . .	65'20	
Magnesia (M <sub>g</sub> O) . . . . .	8'30	
Amoniaco . . . . .	0'0010	
Acido nítrico (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	indicios	
Acido nitroso (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	0'01	
Materia orgánica (líquido ácido) . . . . .	1'45	
id. id. (líquido alcalino) . . . . .	1'45	
Oxígeno disuelto . . . . .	5'32	

## AGUA NÚM. 4.

*Del río Carrión, tomada aguas arriba de la presa de San Román*

CARACTERES.—Iguales á los de la muestra anterior.

ANÁLISIS CUALITATIVO.—Resultado igual al de la muestra anterior.  
DETERMINACIONES CUANTITATIVAS.

Grado hidrotimétrico total. . . . .	12	} Miligramos por litro de agua.
Resíduo seco á + 180° . . . . .	178'00	
Cloro. . . . .	4'85	
Acido sulfúrico ( SO <sub>3</sub> ). . . . .	18'10	
Cal (C <sub>a</sub> O). . . . .	66'00	
Magnesia (M <sub>g</sub> O). . . . .	8'20	
Amoniaco. . . . .	0'002	
Acido nítrico ( N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ). . . . .	indicios	
Acido nitroso ( N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ). . . . .	0'01	
Materia orgánica (líquido alcalino). . . . .	1'50	
id. id. (líquido ácido). . . . .	1'50	
Oxígeno disuelto. . . . .	4'96	

### AGUA NÚM. 5.

*Del río Carrión, tomada aguas arriba del puente de Don Guarín.*

CARACTERES.—Iguales á los de la muestra anterior.

ANÁLISIS CUALITATIVO.—Resultado igual al de la muestra anterior.  
DETERMINACIONES CUANTITATIVAS.

Grado hidrotimétrico total. . . . .	12	} Miligramos por litro de agua.
Resíduo seco á + 180° . . . . .	162'00	
Cloro. . . . .	4'80	
Acido sulfúrico ( SO <sub>3</sub> ). . . . .	17'60	
Cal (C <sub>a</sub> O). . . . .	63'90	
Magnesia (M <sub>g</sub> O). . . . .	8'00	
Amoniaco. . . . .	0'003	
Acido nítrico ( N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ). . . . .	indicios	
Acido nitroso ( N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ). . . . .	0'09	
Materia orgánica (líquido ácido). . . . .	1'30	
id. id. (líquido alcalino). . . . .	1'30	
Oxígeno disuelto. . . . .	5'70	

## Resumen del análisis químico.

	Miligramos por litro de agua.				
	N.º 1.	N.º 2.	N.º 3.	N.º 4.	N.º 5.
Grado hidrotimétrico total. . . . .	32	12	12	12	12
Residuo seco á + 180º . . . . .	398'00	166'00	172'00	178'00	162'00
Cloro. . . . .	14'90	4'90	4'90	4'85	4'80
Acido sulfúrico (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	79'80	17'80	17'90	18'10	17'60
Cal (C <sub>a</sub> O) , . . . . .	118'20	64'00	65'20	66'00	63'90
Magnesia (M <sub>g</sub> O) . . . . .	44'40	8'10	8'30	8'20	8'00
Amoniaco. . . . .	indicios.	0'0012	0'001	0'002	0'003
Acido nítrico (N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	0'90	indicios.	indicios.	indicios.	indicios.
Acido nitroso (N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	0'008	0'010	0'010	0'010	0'090
Materia orgánica (líquido ácido) . . . . .	0'60	1'40	1'45	1'50	1'30
Id. id. ( id. alcalino). . . . .	0'60	1'40	1'45	1'50	1'30
Oxígeno disuelto. . . . .	0'40	5'50	5'32	4'96	5'70

## Análisis microscópico.

Para el reconocimiento microscópico de los sedimentos hemos trabajado con los residuos que quedaron en los filtros por donde pasó toda la cantidad de agua que de cada una de las muestras se nos ha remitido para el análisis químico.

Para el análisis bacteriológico se ha hecho una recolección especial del agua en frascos de 100 centímetros cúbicos de capacidad previamente esterilizados á + 200.º, llenándolos con las debidas precauciones y procediendo inmediatamente á las operaciones necesarias para la numeración de bacterias evitando, en lo posible, las causas de error.

Los resultados se expresan á continuación:

## Agua núm. 1

Cuerpos inorgánicos en suspensión..	}	Sílice (muy poca cantidad)
		Alguna partícula de caliza.
Cuerpos organizados. . . . .	}	Restos vegetales (poca cantidad)
		Protococcus viridis.]
Flora. . . . .	}	Algas verdes. . . . .
		Scenedesmus acutus.
		Spyrogiras.
	}	Zignemas.
		Diatomeas.
		Bacterias por cent.º cúb.º 230.

### Agua núm. 2

Cuerpos inorgánicos en suspensión.	}	Arcilla (bastante cantidad)	
		Sílice ( id. id. )	
		Algunas partículas de caliza.	
Cuerpos organizados.	}	Restos vegetales diversos.	
		Detritus vegeto-animal.	
Fauna.		Daphnia pulex.	
	}	Scenedesmus acutus.	
		id. obtusus.	
		id. quadricauda.	
Flora.		Algas verdes.	Protococcus viridis.
			Cosmarium.
		Spyrogiras.	
		Cladophora sp.*	
	}	Diatoma.	
		Navicula.	
		Bacterias por cent.º cúb.º 1.840.	

### Agua núm. 3

Cuerpos inorgánicos en suspensión.	Igual á la muestra anterior.		
Cuerpos organizados.	id.	id.	id.
Fauna.	id.	id.	id.
Flora.	}	Algas verdes.	id. id. id.
		Diatomeas.	id. id. id.
		Bacterias por cent.º cúb.º 1.661.	

### Agua núm. 4

Cuerpos inorgánicos en suspensión.	Igual á la muestra anterior.		
Cuerpos organizados.	id.	id.	id.
Fauna.	id.	id.	id.
Flora.	}	Algas verdes.	id. id. id.
		Diatomeas.	id. id. id.
		Bacterias por cent.º cúb.º 1.724.	

### Agua núm. 5

Cuerpos inorgánicos en suspensión.	Igual á la muestra anterior.		
Cuerpos organizados.	id.	id.	id.
Fauna.	id.	id.	id.
Flora.	}	Algas verdes.	id. id. id.
		Diatomeas.	id. id. id.
		Bacterias por cent.º cúb.º 1.222.	

Se han utilizado también los métodos especiales que se recomiendan en la actualidad para la investigación de bacterias patógenas, habiéndose obtenido resultado negativo en las cinco muestras de agua.

De los anteriores datos resulta que:

1.º Si bien las cantidades de amoniaco y materia orgánica que contiene el agua número 1 son pequenísimas y el número de bacterias no es muy elevado, por la cantidad excesiva de sales cálcicas y magnésicas principalmente bajo la forma de sulfatos, así como la de nitratos y nitritos, debe ser calificada de *agua potable de mediana calidad*.

2.º Que el agua del río Carrión por la moderada proporción de sales, así como de materia orgánica que contiene puede calificarse de *agua potable de regular calidad*, siempre que no sea alterada la inocuidad que presenta actualmente ó aumente mucho el número de las bacterias que viven en su seno, por efecto de una contaminación á que están expuestas constantemente las aguas de los rios por circunstancias diversas.

Valladolid 8 de Agosto de 1899.—*El Director del Laboratorio*, DR. EUGENIO MUÑOZ RAMOS.

## CAPÍTULO II.

---

### *Breve examen de los procedimientos que pudieran adoptarse en el abastecimiento de aguas de Palencia.*

---

#### I.

#### Soluciones que no resuelven el problema práctico.

---



RESUMIENDO las observaciones que hemos hecho en el capítulo preliminar, se deduce que los puntos donde pueden adquirirse grandes masas de agua para el servicio de abastecimiento de Palencia son muy limitados, y pueden referirse unicamente á los manantiales del Páramo de Autilla y monte de la ciudad, y al río Carrión.

No nos hemos fijado en las fuentes de la Salud ni en el arroyo de Villalobón, por razones que ya hemos dejado expuestas; el arroyo de Villalobón se seca por completo en el estiaje y los aforos en época normal no darían mayor cantidad, y es fácil que mucho menos, en determinados casos, que la que necesitaríamos para atender los servicios todos del abastecimiento; además la dureza ó crudeza de sus aguas es tan conocida, su alta graduación hidrotimétrica es tan notable, que hasta la industria rechazaría su uso, y no serían nada económicas en jabón. A nadie se le podría ocurrir en serio aprovechar estas aguas para abastecer á la ciudad.

Las aguas de las fuentes de la Salud, á pesar de tener una graduación hidrotimétrica parecida á la de las aguas del Páramo de Autilla, tienen gran cantidad de materia orgánica, no dan además el caudal preciso á la dotación que hemos fijado en nuestro proyecto, y como las de Villalobón, llevarían el inconveniente de no facilitar

sitio oportuno para el emplazamiento del depósito, que habría de ser aéreo, y, por tanto, caro y de muy reducida capacidad; insuficiente para asegurar en ciertos periodos la regularización del servicio.

La dotación de los manantiales que pudieran encontrarse en la ladera del monte de Villalobón y páramo de Magaz, llevarían los mismos inconvenientes que, más tarde, veremos, al considerar las aguas del páramo de Autilla y monte viejo de la ciudad.

Otro punto ó solución puede ofrecerse á nuestra consideración: el Canal de Castilla. El inconveniente que pudiera ofrecer su limitada altura con relación á la ciudad, aunque se considerase agua arriba del salto de Viñalta, puede tener una solución, hasta cierto punto sencilla, elevando el agua, con la misma fuerza del salto, á los cerros de la orilla de la derecha, para desde allí ser conducida á la ciudad; pero tampoco es solución que puede satisfacer, á seguir, como es lógico, el mismo régimen que tiene establecido la empresa concesionaria del Canal. La concesión de los 40 litros de agua al 1" tomada del Canal era una desmembración de los derechos de la empresa; pero vamos á suponer que la concesión favorable á nuestro proyecto fuera, sencilla ó difícil de lograr, pero realizable al fin, lo que sería muy dudoso; no tendría, entonces más remedio la concesión de extraer los 40 litros al 1" para la ciudad, que amoldarse a todas las exigencias y estar supeditada á la concesión principal, que constituye los fines propios del canal; y nos sucedería, por lo tanto, que en el verano, época en que se siente con más rigor la falta de agua, no solo no se tendría agua para el motor, lo que pudiera sustituirse con el vapor, aún con gran economía, sino que no había agua ni para ser elevada; pues conocida es la necesidad de tener que cortar las aguas todos los años para proceder á la limpieza del cáuce, precisamente en el estiaje, cuando la escasez de agua puede ser más perjudicial. Teóricamente puede resolverse este problema acudiendo á los grandes depósitos que almacenan agua para dos ó tres meses: suponiendo que de los 40 litros al 1" solamente fueran consumidos 20 litros y que esta cantidad se utilizara nada más en la población, que esta no aumentara nunca, y no tuviéramos que mirar al porvenir, y que durase sesenta días el periodo que el canal no tuviese agua bastante para ser elevada inmediatamente á nuestros fines, resultaría que necesitábamos un depósito capaz de 103.680 metros cúbicos; volúmen para el que además de ser difícil encontrar buen emplazamiento, demanda una serie de gastos, tanto en la construcción del depósito, como en su conservación, que Palencia no podría soportar.

Demos por sentado que todo eso fuera realizable; aun vendrían

dificultades de gran peso originadas en el desarrollo de la gran cantidad de materia orgánica que arrastran las aguas del canal; sin poder ser renovadas las aguas en período tan largo, sin estar alimentado volúmen de tanta consideración por ninguna parte, y siendo casi insensible el descenso de la lámina superior de agua en el depósito, por el consumo diario de la población, no hay que dudar que sobrarían medios y facilidades para ayudar la fermentación de la materia orgánica; la circulación continua, el no estancamiento, es el único sistema que admite la ciencia para evitar el rápido desarrollo de las infinitas bacterias que pululan en toda clase de aguas ¿qué resultado práctico obtendríamos con la gran masa de aguas del Canal excesivamente cargadas de materias orgánicas? Su composición, es verdad, es parecida ó análoga á las de las aguas del Carrión, como que gran cantidad de las que discurren por este río entran en Calahorra á reforzar el caudal del Canal; pero la diferencia en la naturaleza de los cáuces de uno y otro hace que, en la parte mojada de este, se desarrolle variedad de vegetaciones que hace sus aguas más ricas en especies algológicas y bacterianas.

Bajo todos estos supuestos rechazamos, desde luego, todas estas soluciones que pudieran tener algunos defensores en la ciudad y no tenemos más remedio que acudir y examinar las que nos presentan los llamados manantiales del páramo de Autilla y la corriente natural de aguas que pasa tan próxima á la ciudad que lame casi sus casas, el río Carrión.

## II.

### Las aguas del Páramo de Autilla y Monte de la Ciudad

Las utilizadas hoy en la población proceden, como hemos dicho, del Páramo de Autilla, y por lo mismo que se explota una muy limitada extensión de terreno conviene estudiar, aunque sea muy ligeramente, lo susceptible de aumento que puede ser el abastecimiento con el sistema de las galerías subterráneas que recojen el agua filtrada en el terreno procedente de las lluvias.

El Páramo de Autilla y el Monte de Palencia constituyen una llanura de más de 1200 hectáreas de extensión, en la parte aprovechable á nuestros fines, de terreno fácilmente permeable formado por arcilla arenosa y compacta, bancos sueltos de caliza, margas y sulfatos de cal. La existencia y la abundancia relativa de las aguas subterráneas dependen únicamente de la constitución y naturaleza de la superficie que recibe el agua del cielo.

En la profundidad que pudiera explotarse con alguna ventaja en los puntos referidos puede considerarse el terreno como perfectamente permeable. Verdad que los terrenos propiamente impermeables no existen de manera absoluta, pues las rocas, aun las de apariencia más compacta, absorben una gran cantidad de agua, propiedad perfectamente conocida por el *agua de cantera* en las piedras de construcción, agua que no pierden en algunos meses. Desde la creta blanca que contiene hasta un 20 por 100 de su peso de agua, hasta el cuarzo blanco en filón, cuya relación baja á 0'08, todas las rocas pueden contener notables y diferentes cantidades de agua; pero la permeabilidad á que nos referimos es la de los terrenos que absorben todo el agua de lluvia, sin dar lugar, como los terrenos llamados impermeables, á los múltiples arroyos en los que se acumulan rápidamente las aguas meteóricas.

Un terreno como el del Páramo de Autilla, absorbe todas las aguas pluviales que recibe; su inclinación tampoco es grande, antes al contrario forma navazos ú hondonadas á distancias bastante grandes del perímetro, que hace no se escurra cantidad de consideración, á no ser en los fuertes chubascos del verano; el suelo, por otra parte, experimenta en el Páramo los distintos efectos de las labores de la tierra, y en el monte los de la vegetación, que conspiran á que el agua quede detenida casi en su totalidad, y únicamente escape por la evaporación.

Puesto que el agua no tiene salida superficial penetra en el suelo hasta llegar á las capas impermeables por donde se extiende con ligera ó acentuada inclinación hacia los valles; el agua de lluvia es, pues, absorbida en buena proporción y se acumula en el subsuelo formando una lámina de nivel variable, que se eleva ó desciende según las estaciones lluviosas ó secas.

Si esa lámina de agua puede romperse con perforaciones que la den un nivel inferior y un espacio más libre, alejando ó eliminando los rozamientos del agua al atravesar las distintas capas de terreno, es lógico pensar que en esas perforaciones se acumulará el agua más facilmente, y preparando estas convenientemente pueden conducir el agua, reunida en volúmenes mayores ó menores, al exterior. Ese precisamente es el que constituye la base de nuestro abastecimiento actual, perfectamente lógico, sumamente racional, pero irrealizable muchas veces por lo costoso de las obras.

Esa lámina de agua, ó mejor el volúmen de aguas acumuladas en el subsuelo ¿qué valor puede adquirir explotando en regla el páramo y monte referidos? Dicho volúmen es función del agua llovida y de la que

se evapora, es la diferencia entre el agua caída del cielo y la que vuelve á la atmósfera por la evaporación.

Palencia, como es sabido, es muy seco: en los seis años cuyas observaciones meteorológicas hemos anotado en el capítulo preliminar se ha acusado un máximo, en la altura de agua caída durante todo un año, de 289 milímetros y un mínimo de 156'6 mm.; el promedio de la altura de agua caída ha sido de 0'238 metros en los seis años, cantidad muy pequeña que demuestra la condición de sequedad de la comarca. El agua que, por término medio, pudiera caer durante un año en las 1.200 hectáreas á que se podría extender la explotación, sería

$$12.000.000 \times 0'238 = 2.856.000 \text{ metros cúbicos.}$$

Veámos el agua que puede filtrarse. La evaporación media diaria en los seis años observados es de 5'08 milímetros, evidentemente algo inferior á la verdadera, pues que las medias anuales anotadas en las memorias del Instituto de 2.<sup>a</sup> enseñanza, correspondientes á los años de 1889 á 1891 son bastante inferiores á las tomadas en la estación Enológica, diferencias que procederán de los modelos de los evaporímetros; pero aún suponiendo que la anotada fuese cierta resultaría que la evaporación de un año estaría representada por

$$365 \times 0'00508 = 1'854 \text{ metros}$$

altura superior á la del agua caída, como es lógico.

Pero esta es la evaporación en la superficie de las aguas y á nosotros nos interesa más la evaporación en la superficie del suelo, en la que tanto influye la violencia de los vientos, su grado de humedad y el estado del tiempo, así como la naturaleza del suelo y su capacidad para absorber el agua.

Según los estudios practicados en Inglaterra por Charnock, Dalton y Dickenson, con cantidades de agua caída mucho mayores que en Palencia, 629, 852 y 665 mm. y una evaporación de la tierra de 503, 638 y 381 mm. la relación por 100 del agua filtrada á la caída en las lluvias era de 20, 25 y 44. En el departamento de Seine-et-Marne en Francia se han hecho experiencias á este objeto y con una cantidad de lluvia de 518 mm., superior también á la de Palencia, una evaporación anual en la superficie de las aguas de 1'30 á 1'50 metros, inferior á la de Palencia, y una evaporación de la tierra de 453 mm., la filtración no equivalía más que al 12'50 por 100 del agua caída.

No puede ponerse en la misma relación Palencia supuesto que su clima es más seco que los de Inglaterra y Francia, pero así y todo adoptemos un término medio, el 15 por 100, para filtración absoluta, aún superior al del departamento citado de Francia, y suponiendo que se explotasen esas 1.200 hectáreas y que las construcciones subterrá-

neas fueran tan completas que no dejaran distraer una gota de agua en otros caminos, solo se obtendría al cabo del año, como término medio, una cantidad de

$$2858,000 \times 0'15 = 428,000 \text{ metros cúbicos}$$

de la que corresponderían al día, también por término medio,

$$\frac{428.000}{365} = 1.173,7 \text{ metros cúbicos.}$$

y al 1"  $\frac{1.173 \cdot 700}{86.400} = 13'58 \text{ litros}$

dotación muy inferior á la que hemos calculado para un abastecimiento completo.

Bastaba, pues, este dato para rechazar de plano la explotación de las aguas subterráneas del Páramo de Autilla y Monte de Palencia; pero aun queda otro inconveniente de mucha importancia: el costo exageradísimo de las obras necesarias á la explotación ó alumbramiento. En el abastecimiento actual tenemos dos galerías subterráneas de medio kilómetro de longitud próximamente, que han costado, en números redondos 100.000 pesetas; con ellas no puede obtenerse un aforo medio de 3 litros por 1"; como no puede obtenerse más de tres litros en los demás manantiales actuales, nos quedaban 7'50 litros al 1" que habría que buscar con nuevas galerías; y aplicando la proporción anterior hacia falta construir galerías en 2'5 kilómetros de longitud, que habían de costar 50.000 duros, para llegar á la dotación escasa para las épocas normales de 13'58 litros. Suponemos en todos los casos aforos medios, y precios medios, así y todo no puede satisfacer esta solución: si para 13'58 litros al 1" las obras de alumbramiento costaban 50.000 duros, aparte los 20.000 empleados ya en las galerías actuales y lo que hayan podido costar los mantiales de Ramírez, Colmenar de la Yedra, Pié de Gallo, y demás detalles de las conducciones hasta los depósitos ¿á cuánto ascendería el logro de los 40 litros al 1" que hacen falta para dotar con relativa esplendidez todos los servicios de la ciudad? Aunque se elevara al 30 por 100 la relación supuesta más arriba entre el agua llovida y la filtración no había manera práctica de resolver el problema.

De intento no tocamos la parte más desfavorable del proyecto de aprovechar las aguas del Páramo en años de gran sequía. Los gastos serían perfectamente inútiles.

## III

## Aguas del río Carrión

Eliminando, como vamos haciendo, soluciones nada ventajosas á nuestros fines, no nos queda ya más que el río Carrión como punto de donde podamos distraer aguas para el abastecimiento de Palencia.

Dos soluciones pueden adoptarse en este caso: ó derivando aguas del Carrión en punto conveniente para que lleguen á Palencia con la carga debida y conduciendo aquellas por su propio peso, por corriente *ad hoc*, ó elevándola por medio de motores, tomándola en sitio más próximo á la ciudad. Veámoslas separadamante.

a) *Derivación.*

Es el sistema más conocido, el más [beneficioso, en términos generales, y el que más adeptos cuenta por su economía y su régimen constante; verdad que hecha la conducción no exige más gastos que los de conservación y entretenimiento; no hay que emplear fuerza exterior ninguna; pero desgraciadamente este ventajósimo procedimiento no puede aplicarse siempre con iguales resultados económicos, pues el derivar aguas en sitios muy lejanos de los puntos de consumo demanda una serie de gastos en la construcción que, á veces, excede á todo otro procedimiento, si no tan sencillo, de un interés de amortización más reducido, al menos.

En Palencia, es muy vulgar la especie de que no hay otro punto mejor para tomar aguas del río Carrión, y conducirla á la ciudad, que la presa para la toma de aguas del Canal de Castilla en el sitio denominado Calahorra, por encima de Rivas. El entendido farmacéutico de esta ciudad, D. Natalio de Fuentes, presentó, ya hace bastante tiempo, á la Corporación municipal, una memoria en que defendía la ventaja de derivar aguas, en caudal importante, del punto referido para su aprovechamiento en Palencia; no conocemos tal trabajo, que mereció, sin duda, la estimación de los palentinos, por cuanto es corriente la idea que en él se patrocinaba. A nosotros también nos era simpático el criterio de derivar aguas y de no acudir á otro procedimiento, mientras aquel pudiera mostrar alguna probabilidad de éxito, y nos hemos preocupado de asunto tan capital antes de decidarnos á emprender los trabajos; pero hemos adquirido el convenci-

miento de que aun esta solución que parecía tan franca y tan ventajosa tampoco puede realizarse de pretender, como es lógico, tener el agua en las habitaciones de las casas. Ya que se haga un abastecimiento importante, no deben hacerse las cosas á medias. Veamos, pues, algunos datos que demuestran la imposibilidad de esta solución.

No se han hecho nivelaciones directas entre Palencia y la presa para la toma de aguas del Canal de Castilla en el Carrión; pero calculamos la diferencia de nivel entre esos puntos de la manera siguiente:

Según nivelaciones directas practicadas por el Ayudante de Obras públicas D. Antonio Manterola, la cresta de la presa de la fábrica de «La Florida» en Husillos está 5'68 metros más alta nada más que la acera de la casa número 1 de la calle Mayor Principal; este punto sobre la altura normal del agua en Puentecillas tiene una ordenada de 9 metros proximamente; de la presa de Husillos á Puentecillas recorre el río una longitud de 10'984 kilómetros y tiene los saltos de las presas de las fábricas de Once paradas (1'75), de San Román (1'79), de Pajáres (1'55) y de la Florida (1'70 aproximado) caminando aguas arriba de Puentecillas; luego queda una altura de

$$(9+5'68)-(1'75+1'79+1'55+1'70)=7'89 \text{ metros}$$

que se pierde en la pendiente del río en los 10'984 kilómetros; suponiendo que la pendiente sea sensiblemente constante, corresponde al kilómetro una pendiente de 0'71 ms. algo más inferior que la que ordinariamente se señala en las corrientes naturales de agua. Supongamos, sin embargo, que la pendiente del vaso comprendido entre la presa del Canal y la de Husillos sea de 1 por 1000, con lo que se ganaria en altura; como la distancia entre estas dos últimas presas es de 16'063 kilómetros y el salto de la presa del Canal es de 3'38, la altura de esta presa, tomada aguas arriba, sobre la plazuela de León, estaria representada por

$$16'063+3'38+5'68=25'123 \text{ metros.}$$

Es claro que la toma de aguas para el abastecimiento no habria de hacerse sino á un punto de altura más bajo que la cresta de la presa referida, supongamos que fuera de 1 metro, y supongamos también que se pudiera dar á la conducción un trazado lo más corto posible, que se aproximaria á la línea recta que una la presa del Canal y Palencia; de ninguna manera habia de tener menos de 18 kms.; sigamos con la hipótesis de que á la acequia que se abriera, ó á la tubería que se colocara para conducir las aguas, pudiera dársela una pendiente de 1 por 1.000; tendriamos el agua en Palencia á una altura, sobre la plazuela de León, de

$$25'123-(1+18)=6'123 \text{ metros}$$

de la que deduciendo la profundidad del agua en el depósito, y sin contar las pérdidas de carga debidas á los rozamientos del agua en las paredes de las tuberías de distribución, por pequeñas que unas y otras fueran, resultaría que el agua llegaba á las casas sin carga, no solamente para hacerla subir á los pisos, sino para no poder asegurar su salida de una manera constante en las plantas bajas.

Aun suponiendo que el problema técnico pudiera resolverse con ventajas, queda como inconveniente el económico, aquí de muchísima importancia. Dada la pequeña cantidad de agua que habría que conducir, 40 litros por 1", de ninguna manera convenia la conducción por acequia abierta; no solo la evaporación, ni la absorción del agua por las tierras de la acequia, causas que harían tomár más agua que los 40 litros, tampoco el peligro de que violentamente se distrageran aguas para otros usos distintos de los que perseguimos, sinó los temores de que las aguas fueran alteradas en sus cualidades físicas, químicas y orgánicas, harían que la conducción fuera cubierta, mucho más cuando ese agua habría de beberse impunemente para la salud en la mayor parte del año. Suponiendo, pues, que se adquiriera una tubería económica no habría de costar, en todo su recorrido, menos de 540.000 pesetas, pues con la carga de 1 por 1.000 haría falta una tubería de 0,36 metros de diámetro que dá un gasto de 42 litros por 1" (algo más, 2 litros, del necesario, por la pérdida de agua en los enchufes, cantidad muy pequeña en tan larga distancia) y una velocidad media de 0,408 metros por 1" (menor que la que se aconseja en conducciones de este género.)

No es exagerado el precio de 30 pesetas por metro lineal de tubería incluyendo en ese precio la apertura de zanjas, adquisición y colocación de tubería, obras de fábrica, expropiaciones y demás necesarias. Costaría, pues, la conducción

$$18.000 \times 30 = 540.000 \text{ pesetas}$$

á las que hay que aumentar el capital que representan las 1.460 pesetas anuales para pago de dos guardas (2 pesetas diarias cada uno) que vigilasen constantemente conducción tan extensa; capitalizando al 5 por 100 esta cantidad anual, sin contar las reparaciones de tuberías, que no serían insignificantes, el total que demanda la conducción se eleva á 569.200 pesetas, como capital necesario para la toma de agua y conducción á los depósitos.

A esa cifra, muy elevada, teniendo en cuenta que corresponde solamente á los gastos de toma de agua, no se llega con el procedimiento que proponemos, y que más tarde detallaremos, aunque sea el que parezca el menos racional y el menos lógico.

La derivación no es conveniente, ni tomando las aguas en la presa

del Canal de Castilla; á medida que fuéramos buscando aguas en puntos más altos el problema se complicaría más. Aunque sea con sentimiento por las ventajas que lleva, en general, el sistema de derivación no podemos menos de rechazarle; ni técnica, ni económicamente puede aplicarse en Palencia, como dejamos demostrado.

### *b) Elevación.*

Examinados los distintos procedimientos que pudieran adoptarse, que técnicamente podrían resolver el problema con más ó menos sencillez, ninguno de los anteriores es llevadero á la práctica, unos por lo costosísimo que resultaría el desarrollo completo de las obras, otros por no poder conseguir el caudal de agua que necesitamos para el abastecimiento, otros porque no llegaría el agua á la ciudad con la carga debida á un buen funcionamiento; no nos queda más que la elevación por medio de motores, procedimiento que es mirado con recelo por muchos, y que, sin embargo, aquí es el único que puede adoptarse con ventajas, y que lleva no pequeña economía aún sobre la derivación, que es el considerado como el más económico.

El gasto de entretenimiento anual, el precio del combustible, si ha de emplearse el vapor, asusta generalmente, á los que no tienen en cuenta, que, en cambio, el costo de instalación es mucho más inferior en la elevación que en la derivación, dando cifras menores todos los gastos del entretenimiento de la elevación, que el interés que representa el capital empleado en la derivación. Nada más sencillo demostrarlo en nuestro caso.

Según acabamos de ver, para tener agua sin presión utilizable en Palencia, costaría una derivación hecha sobre la presa del Canal de Castilla 569,200 pesetas, lo que demandaría un interés anual al 5 por 100 de 28.460 pesetas.

Al tener que hacer la elevación, la toma se haría en punto alto del río, no solamente para ganar altura, sino también para tener aguas mejores; supongamos que se hiciese en el puente de Don Guarín; como es corriente dar al agua una altura sobre la población de unos 30 metros, para asegurar una carga utilizable y provechosa en todos los puntos de la red de tuberías, y teniendo en cuenta además que se instalasen depósitos para regular el servicio, en cuyos puntos se pierden 4 metros de altura por la profundidad del agua en los mismos, la pérdida de carga debida á los rozamientos del agua en la tubería de alimentación, la toma con relación al nivel del agua en el río y la distancia media

de 2'6 km. de la toma á los depósitos, habría que elevar el agua á una altura virtual de 50 metros.

Es natural que al emplear motores de vapor su funcionamiento no fuera constante; supongamos que durase 12 horas al día; como en ese tiempo habría que elevar el agua correspondiente á la dotación diaria, las máquinas serían capaces de elevar 80 litros al 1" á los 50 metros de altura, fuerza representada por 4.000 kilográmetros ó 53 1/3 caballos de vapor. Contando con un rendimiento en las máquinas del 80 por 100, que se excede hoy con las bombas de acción directa, se necesitarían 66 2/3 caballos de vapor, ó en números redondos, 70 caballos, para estar á cubierto de cualquier contingencia.

Una bomba doble, de acción directa, de triple expansión y con condensador y generador, más el edificio necesario para su emplazamiento, carboneras y demás accesorios y la tubería de conducción del agua á los depósitos costarían 173.725' 20 pesetas, como se obtiene en el presupuesto del proyecto, uniendo los presupuestos parciales de la toma de aguas, casa de máquinas y tubería de impulsión.

Costaría, pues, la instalación de todos los accesorios de la elevación 173.725' 20 pesetas.

Veamos los gastos anuales de entretenimiento.

Unos aparatos elevadores como los que hemos indicado, puede calcularse en analogía con otras instalaciones, que no consumirían más de 1'5 kilogramos de combustible por caballo y hora; supongamos, sin embargo, que esa cifra se elevara á 1'7; al día se consumirían

$$70 \times 12 \times 1'7 = 1.448 \text{ kilogramos de carbón,}$$

que á 30 pesetas la tonelada, por la distancia á que hay que conducirlo desde la Estación representan 43'44 pesetas los gastos de combustible por día de trabajo.

No creemos ser exagerados por defecto si suponemos que al año se trabajasen 250 días; pues la dotación de 40 litros al 1" se ha calculado para el máximo de consumo al día, y manteniendo siempre el mismo régimen constante en las épocas normales, el gasto de agua en la ciudad sería muchísimo menor, lo que daría reservas en los depósitos y, por tanto, menos trabajo al motor.

El gasto de combustible anual será  $250 \times 43'44$ . . . . . 10.860 pesetas.

Jornal del maquinista-fogonero  $365 \times 5$ . . . . . 1.825 "

Grasas, estopas y reparaciones.. . . . , . . . . . 1.365 "

Total pesetas de gastos anuales de las máquinas. . . 14.050 "

que capitalizadas al 5 por 100 y agregando á la cifra las 173.725'20 pesetas que representan los gastos de instalación, suman 454.725'20 pesetas (114.478'80 menos que en la derivación), que exigen un interés

anual de 22.736'26 pesetas (5.723'74 pesetas menos que en la derivación); cantidades que dan margen á la adquisición de máquinas de relevo, sin que ni aún en este caso lleguen capital é intereses á los de la derivación.

Es por tanto, favorable á nuestro propósito la elevación; es la elevación la única solución ventajosa que podemos aceptar; en los cálculos que hemos hecho partimos de gastos algo exagerados para la elevación, y así y todo resulta ser el procedimiento más económico, á pesar de la mayor cantidad que representa el entretenimiento anual de las máquinas. Aunque estos gastos anuales fueran representados por mayor cifra que la que corresponde al interés que se deduce del capital empleado en la derivación, no siendo cosa muy exagerada la diferencia, aún llevaría ventajas la elevación, aparte de que es el único sistema que puede dar carga suficiente; lo cierto es que sería muy difícil buscar capital de importancia que habría que emplear forzosamente en la derivación, mientras que en la elevación pueden obtenerse economías nada despreciables dirigiendo la explotación con espíritu y criterio prácticos. La derivación se consume ó no se consume agua cuesta lo mismo al cabo del año; los gastos de elevación dependerán del consumo, pero nunca excederán de lo que queda indicado, por ser el peor caso en el que nos hemos puesto.

Adoptamos, pues, la elevación, tal como la exponemos aquí, verificada á favor de los motores de vapor; las razones y motivos de esta elección, así como el plan general que adoptamos, son expuestos á continuación.

#### IV

### Procedimiento elegido y partes de que consta

No tenemos más remedio que acudir á la elevación para tener asegurado el abastecimiento de aguas de la ciudad, idea tampoco nada nueva, pues que ya en 1876 el Arquitecto D. Cándido Germán, presentó un ante-proyecto para elevar 25 litros al 1", tomando el agua sobre la llamada Pesquera del Buen Consejo; pero la toma la proyectamos nosotros aguas arriba del puente de Don Guarín, más lejos de la ciudad y en punto más alto, con lo que conseguimos varias ventajas: al tener las aguas más separadas de la ciudad y exentas de la influencia de las huertas, serán también más puras y la cantidad de materia orgánica que contengan más reducida; y al ser el punto

más alto, la potencia del motor será más pequeña, con lo que no se consigue poco.

Por los datos que poseemos, y que hemos expresado ya, se comprueba lo que ya era de suponer: que las aguas van ganando en condiciones de potabilidad á medida que se toman aguas arriba de la ciudad. No hacemos más hincapié en este detalle, pero no conviene perder de vista que las aguas que necesitamos para el abastecimiento de la población deben ser todo lo mejor que sea posible; no basta con que el destino principal de estas aguas sea servir los usos domésticos, limpieza, etc., riegos y usos industriales, no basta con que contemos con agua para la bebida, sin inconveniente alguno para la salud; como varias veces hemos indicado, su uso estaría limitado nada más que en épocas de epidemia, en las cuales no debe utilizarse el agua de río sin guardar las precauciones que la higiene aconseja.

En el sitio que indicamos nunca falta agua para el abastecimiento de la ciudad. No es extraño oír que el río en épocas de sequía no tiene agua para nada y no es prudente exagerar las cosas. Según los aforos del Carrión publicados por la Comisión central hidrológica, y los que nos han remitido del archivo de la suprimida División hidrológica de Valladolid, tomados 523 metros aguas arriba del puente de Don Guarín, el gasto mínimo observado ha sido de 328 litros; aun pareciéndonos muy alta esa cifra podemos aceptar la indicada en el capítulo preliminar, de 200 litros al 1", que en las épocas más calamitosas, el pasado verano de 1898, pudiera descender á lo sumo á 150 litros al segundo, según nos ha expresado el Ingeniero Sr. Rivera, en quien podemos conceptuar una opinión autorizadísima sobre la materia, no solo por su profesión, sino por la intervención directa que tiene en la fábrica de Pajares, en la que tiempo ha tenido de hacer repetidas observaciones. Es más, aún en este año pasado de terrible y pertinaz sequía, el agua ha corrido constantemente en el vaso ó tramo de Pajares á Husillos, así que dejaba de influir el remanso que ocasionaba la presa de la primera de estas fábricas, según indicaciones que nos han hecho gentes muy conocedoras y que frecuentemente han visto el río Carrión en diferentes puntos de ese tramo. No hay, pues, que abrigar temor alguno de que puedan faltar en ningún momento los 40 litros que al 1" habrá que aprovechar; el punto de toma, en el sitio que dejamos indicado, queda dentro del remanso de la presa de Pajares, ni aún momentáneamente puede faltar agua, en tan pequeña cantidad, comparada con la que puede discurrir por el río, ni siquiera en esta época que corresponde á la toma del agua del Canal de Castilla después de su limpieza estival á fines de Agosto y principios de Septiembre. El tramo entre las

dos presas citadas es de 7767 kilómetros, distancia de alguna importancia que puede asegurar en todo tiempo el agua que necesitamos.

Por otra parte, muy poco puede influir la toma de agua en la depreciación de la fuerza de los saltos de aguas abajo; la cantidad de 40 litros al 1" es tan pequeña, que en épocas normales pasa con exceso por encima de la presa y no aprovecha, por tanto, al motor; en las épocas de sequía, y considerando las presas más próximas, no equivaldría el distraer esos 40 litros ni á un caballo de vapor en el Salto de San Román, que es el mayor, fuerza que en una fábrica se pierde por el descuido más insignificante. Abrigamos la creencia de que no habría reclamación de ningún género por la pérdida de fuerza que representa ese caudal.

Proyectamos elevar el agua por máquina de vapor de acción directa, y es fácil que en esta solución se vea un inconveniente grave, suponiendo que sería más económico aprovechar el salto de Pajares, por ejemplo, para mover las bombas. Este criterio no excluiría de ninguna manera el tener que instalar máquina de vapor para poder estar á cubierto de las faltas de agua para el motor hidráulico: la instalación del motor hidráulico podría hacerse de dos maneras, ó arrendando el salto y la fábrica, ó expropiándole; para un abastecimiento como el que pensamos no es admisible el arriendo, y la expropiación, además de llevar aparejada la de la fábrica, por lo menos la del edificio, que para nada serviría á nuestro objeto, habría de hacerse, como es corriente en la expropiación de los saltos, bajo la base de dar una fuerza equivalente á la media del salto; es decir, que habría que dar el valor de una máquina de vapor de la potencia del salto, más el capital necesario á sostener los gastos de entretenimiento, y por otra parte habría que adquirir otra máquina de vapor para sustituir al motor hidráulico en las épocas en que no pudiera funcionar. El problema resuelto de esta manera, no puede satisfacer bajo el punto de vista económico: el motor de vapor habría de ser adquirido de todos modos, su funcionamiento más ó menos extenso durante el año consumiría combustible, la economía de combustible en la época que no se utilizara el vapor ¿serviría para poder satisfacer y compensar el interés anual del capital que representa la adquisición del salto y fábrica? De ningún modo; se llevaría en perjuicio, por lo menos, el valor material del edificio con sus accesorios, pues, repetimos, no habría mas remedio que justipreciar el valor del salto sirviendo de base una fuerza equivalente, tratándose de expropiación forzosa por causa de utilidad pública, como aquí tenía que suceder.

Hecha la toma de agua en el punto elegido es conducida por la

tubería de impulsión á los depósitos. La necesidad de estos es evidente; su objeto principal es regular el consumo; el agua tiene que ser elevada con un trabajo más ó menos uniforme, pero con diferencias apenas sensibles en su régimen, que puede suponerse constante é igual durante las doce horas de trabajo diario; el consumo se verifica de una manera irregular, existiendo grandes diferencias, como ya hemos observado, en el consumo horario. Más detenidamente veremos la necesidad del depósito en el capítulo especial dedicado á describir sus detalles.

No creemos que haga falta demostrar la ventaja de los depósitos abiertos en el terreno sobre los aéreos, bajo el punto de vista de la economía; háganse los depósitos de palastro, ó sidero-cemento, material relativamente ligero, supuesto que ha de estar bastante elevado sobre el terreno, es lo cierto que no pueden contener grandes volúmenes; no solo porque habría que aumentar considerablemente todos los elementos resistentes ó influidos por fuerzas exteriores, sino por lo exageradísimo de su costo, conveniente nada más en depósitos de capacidad muy reducida, aquí inaceptables, pues por las razones que en otro capítulo expondremos, los depósitos deben poder contener el agua necesaria á tres días de consumo máximo, y éste se elevará por día á 3.456 metros cúbicos.

Entre los distintos sistemas que pudieran adoptarse, preferimos el de depósitos practicados en el terreno, sin cubierta protectora. Como se ve á primera vista, el depósito abierto en el terreno es sumamente económico; los muros de contención están formados por el mismo terreno, en masas considerables, que no es posible pueda romper la presión del agua contenida en el vaciado; pero convendrá, sin embargo, tanto para no perder agua, que al fin cuesta elevar, como para evitar que las filtraciones continuas reblandezcan las capas de terreno próximas á las aguas depositadas y que aterramientos no ensucien el líquido que á la ciudad se quiere conducir, que sean revestidas la solera y las paredes de los depósitos con materiales que impidan las fugas de agua, ó filtraciones, en lo que relativamente puede conseguirse con los materiales más impermeables de que se puede hacer uso más corriente.

Los depósitos les supondremos sin cubrir y sin filtros y aparatos especiales para la completa depuración de las aguas. La circunstancia de que las aguas que necesitamos no llevan la exigencia de que reúnan en grado supremo todas las condiciones imaginables de bondad y potabilidad, sino que partimos del principio ó base de que las aguas puedan beberse sin contratiempo alguno para la salud y que principalmente

su uso está destinado á los servicios públicos y limpiezas de todo género, reservando exclusivamente para la bebida las aguas que Palencia posee procedentes del Páramo de Autilla, hace que no exageremos las precauciones en los depósitos, ni propongamos filtros ni aparatos epuradores para hacer las aguas inmejorables, aun para la bebida. Pero conviene á nuestro objeto advertir que no están desechados por nadie los depósitos descubiertos, siempre que reúnan condiciones especiales que no den lugar á vegetaciones en su fondo y paredes y no puedan contaminarse sus aguas por causas exteriores; tampoco puede abrigarse el temor de que las aguas experimenten rápidamente los efectos de los cambios bruscos de temperatura del ambiente. El agua, como es sabido, es un cuerpo mal conductor del calor, se calentarán las capas inmediatas á la superficie, pero dando á los depósitos una profundidad regular las capas bajas, las más próximas á las bocas que alimentan las tuberías que conducen el agua á la población, se mantienen en una temperatura algo constante. Se ha hecho repetidas veces la observación de que el agua de los depósitos descubiertos tomada á una profundidad regular de 2 metros, por término medio, por bajo de la superficie, experimentaba más difícilmente los efectos de las temperaturas extremas, que las mismas aguas contenidas en las tuberías de distribución de la población, sobre todo si eran de fundición. Además, la luz, y sobre todo la luz solar combinada con la aireación, es un agente potente de epuración, oxida las materias orgánicas; los líquidos cargados de gérmenes, expuestos á la luz solar, se esterilizan bastante bien y por la influencia del sol quedan destruídos los microbios patógenos más perjudiciales; la luz solar es *bactericida* y esta propiedad tan beneficiosa es debida á los rayos violados del espectro solar. El efecto de la purificación se hace notar hasta algunos metros de la superficie de las aguas; pero no conviene perder de vista que esos efectos serian perfectamente contrarios en depósitos descuidados de todo punto, con aguas estancadas ó en reposo durante bastante tiempo, donde la vegetación y las descomposiciones animales y vegetales serían activadas por el calor solar.

Un depósito de no exageradas dimensiones, con aguas renovadas á menudo, y que dificulte, por lo menos, ya que no imposibilite en absoluto, la vegetación, es más que suficiente al objeto del abastecimiento de Palencia, tal como nosotros creemos que debe ser. La aplicación de los grandes filtros para tratar aguas en volumen de importancia, y las epuraciones por los distintos métodos empleados y conocidos en la actualidad, resultan siempre muy caras y, lo que es peor, algunas veces de efecto dudoso. Un depósito filtro mal entretenido y descuidado en

su funcionamiento, es peor aun, porque acumula materias que se desean eliminar, que los depósitos ordinarios en los que su construcción y gastos de conservación quedan reducidos á un mínimo. No trataremos, pues, de analizar los diferentes procedimientos llevados á la práctica tanto para la filtración como para la epuración. En el informe de M. Martín sobre el concurso abierto en Paris en 1894 para la epuración y esterilización de las aguas de rio, se decía «que es imposible obtener, por ningún filtro, grande ó pequeño, y de una manera permanente, un agua comparable á la de manantial, convenientemente buscada, bien captada y suficientemente protegida. La verdadera epuración del agua consiste en el aprovisionamiento de agua de manantial.»

Nosotros no excluimos el uso del filtro, y recomendaremos para determinadas épocas el filtro doméstico, de poco coste y sencillo manejo; pero hay que limpiar y desinfectar con frecuencia y cuidadosamente la porcelana, sobre que se funda el sistema de casi todos los filtros domésticos,—que ha dado resultados excelentes en muchísimas pruebas,—sino se quiere que sea el filtro altamente perjudicial. Preferimos el filtro en la casa al filtro y la epuración en la alimentación de la ciudad; tras de no haber inconveniente en la mayor parte del tiempo en usar tal como la conduce el rio el agua elevada, ocurre también que muchas aguas que se consumen en muy variados servicios no necesitan de epuración alguna, que demanda siempre grandísimos gastos en una explotación regular.

Por último, para estar á cubierto de las pérdidas de carga desarrolladas en las tuberías de distribución en la ciudad, y partiendo de la base de que el agua pueda elevarse hasta la altura de los últimos pisos de las casas, debemos contar con una carga real de 30 metros en los depósitos sobre las primeras casas de la ciudad, la plazuela de León. De 30 á 40 metros suele ser la altura media del agua en los depósitos sobre las poblaciones, nosotros nos quedamos en la primera cifra no solo por las dificultades del emplazamiento de los depósitos á gran altura, sino porque puede economizarse carga teniendo cierta amplitud al señalar los diámetros de las tuberías; pues si los gastos, los volúmenes de agua en la unidad de tiempo que pasan por ciertas secciones, varían como la raíz cuadrada de la carga, varían en cambio como la potencia  $\frac{5}{2}$  de los diámetros.

Dadas, en consecuencia, las condiciones que acabamos de exponer no hay otro punto para emplazar el depósito que las laderas del cerro del Cristo del Otero; tiene cuenta, como es lógico, que la tubería de impulsión, la que conduce el agua de los aparatos elevadores al depósito, sea lo más corta posible, tanto por la economía, como por evitar pér-

didias de carga, lo que se traduce también en menor potencia del motor; pero también debe seguir la línea más corta posible la tubería que conduce el agua de los depósitos á la ciudad, por las mismas razones que se supeditan á la economía. No hay sitio más á propósito que el señalado para la colocación de los depósitos; nosotros no hemos dudado un instante en situarle; no le separa del punto de toma una distancia exagerada, y está también próximo á la ciudad. El *desideratum* sería poder emplazar el depósito en un punto de la línea recta que une la toma de agua y la ciudad; pero el relieve del terreno no lo consiente. No es poco favorable la solución adoptada.

Del depósito á la ciudad se conduce el agua sin tener que buscar para el asiento de la tubería más condiciones especiales que rehusar todo trazado que dé puntos de inflexión con la tangente por encima, en los cuales se acumula el aire; y esa tubería, una vez en la plazuela de León empieza á bifurcarse y subdividirse hasta llevar el agua á la mayor parte de las calles de la población.

El plan, pues, que adoptamos consiste, en resumen, en elevar el agua del río Carrión, tomándola poco más arriba del puente de Don Guarín, sirviéndonos de bombas movidas por vapor; el agua es conducida por una tubería de impulsión á los depósitos situados en las laderas del cerro del Otero, y desde ese punto vuelve á ser conducida por otra tubería hasta la ciudad, donde se reparte por medio de tuberías [más reducidas, hasta llegar á los puntos más apartados de la población. Son tres las partes principales del problema: toma de agua y tubería de impulsión, (alimentación); depósitos, (punto regulador) y conducción á la ciudad, y red de distribución, (consumo.) El conjunto del problema está indicado en la hoja número 5 de los planos; esas tres partes principales son estudiadas por separado en los capítulos siguientes.

## CAPÍTULO III.

---

### *Toma de agua y tubería de impulsión.*

---

#### I.

#### Detalles de la toma de aguas y aparatos elevadores.

---

Indicadas ya en el capítulo anterior las observaciones oportunas sobre el proyecto presente, y hecha la descripción general de las obras y detalles que comprende el desarrollo de las mismas, hemos de ser muy parcos en la descripción de los elementos ú obras especiales, remitiéndonos siempre á los planos en los cuales creemos haber detallado suficientemente todas las obras; sin embargo, algo diremos para ilustrar la descripción gráfica de aquéllos.

Como punto más asequible para el aprovisionamiento de combustible para los motores, y por la bondad del agua, así como también por ofrecérsenos una regular profundidad en la lámina de agua del Carrión, disponemos el punto de toma á 120 metros más arriba del puente de Don Guarín, sitio en que se emplazan los aparatos elevadores y del que parte la tubería que conduce el agua á los depósitos. Entre los aparatos elevadores y el rio disponemos una atarjea ó acueducto para retirar algo de la orilla del rio la casa de máquinas y no quede incomunicada en las avenidas. Dicha atarjea lleva en su origen un pozo de entrada del agua y en el extremo otro pozo de absorción, donde toman el agua los tubos de aspiración de las bombas.

Desde el origen del primer pozo hasta el centro del pozo de absorción hay una distancia de 40 metros, suficiente para poder colocar la casa de máquinas fuera de la altura de las aguas en las avenidas ó riadas; el primer pozo está abierto en su cara lateral al rio y de la opuesta arranca la atarjea desarrollándose horizontalmente hasta el pozo de absorción. Uno y otro pozo tienen sus soleras 30 centímetros más bajas que la de la atarjea, llevando el primero reja en

la cara superior y tres armaduras con alambrado galvanizado, una de malla gruesa para oponerse á la entrada en la atarjea de hojas y restos de algún volumen, y las otras dos de malla más fina, para apurar en lo posible esa introducción de cuerpos extraños en el pozo de absorción, á fin de que las bombas cojan aguas algo limpias que no intercepten el cierre de las válvulas. La atarjea se dispone de modo que la tapa quede á la altura del nivel de las aguas bajas en el estiaje, es decir, á una ordenada de 746'45 metros sobre el nivel del mar.

La disposición general, dimensiones y relación de estas obras, así como el detalle de los pozos y atarjea, pueden verse con toda claridad en los planos, hoja número 6.

Empleamos para su construcción el hormigón hidráulico en soleras, el sillarejo asentado con mortero de cemento en paredes y la losa para tapas, á más de las armaduras de hierro con alambrado galvanizado, que ya hemos dicho, y el hierro en chapas reforzadas con hierros de escuadra para tapa del pozo de absorción, elemento que también pudiera ser sustituido por losas. De todas maneras es conveniente que el pozo de absorción sea fácilmente visitable, no tan solo para limpiar el fango ó materias extrañas que se depositen en el fondo, sino también para revisar las juntas de los tubos de aspiración; pues sabido es el menor rendimiento que dá una bomba á medida que el tubo de aspiración permite mayor cantidad de entrada de aire. Esta ha sido también una razón por la que no proponemos tendido de tubería desde las máquinas al río, y sí la interposición entre unas y otro de la citada atarjea: el tubo de aspiración debe estar siempre cuidadosamente vigilado, debe ofrecer la garantía de que sus juntas están perfectamente ajustadas, y enterrado y expuesto á los movimientos que puede ocasionar el paso de carros no puede dar esa garantía, además que cuanto mayor es el recorrido de tubo de aspiración los rozamientos son mayores y siempre hay una pequeña pérdida de trabajo, mejor dicho, siempre existe algo de trabajo consumido en vencer esos rozamientos del agua en los tubos.

Muy poco hemos de decir respecto de los motores y bombas, por haber hecho en el capítulo II un cálculo aproximado de la potencia de los motores. Conforme con nuestro criterio de trabajar en la mitad de tiempo nada más, es decir, durante 12 horas diarias, y queriendo elevar el máximo volumen de agua necesario para el abastecimiento, los 40 litros al 1" se convierten, en aquel trabajo restringido, en 80 litros al 1"; bien es de suponer que trabajando á este régimen no serían necesarias las 12 horas diarias, pero debemos colocarnos siempre en el caso más desfavorable. La altura á que hay que elevar el agua es:

Ordenada del punto de desagüe en los depósitos.. . . .	785'12	metros.
Id. del nivel de bajas aguas. . . . .	746'45	»
	<hr/>	
Altura de elevación. . . . .	38'67	»

que aún podemos aumentar en 50 centímetros, pues posteriormente á los datos tomados hemos observado un día (el 29 de Septiembre último) un nivel un poco inferior al apuntado; sea esa altura de 39'17 metros; Teniendo en cuenta la pérdida de altura debida al rozamiento del agua en la tubería de impulsión, así como las mismas pérdidas ocasionadas por el paso del agua por llaves y codillos, podemos fijar en 50 metros la altura virtual de elevación, como habíamos supuesto en el referido capítulo II. Un punto nos hace falta justificar: la ordenada del punto de desagüe de la tubería de impulsión. Hemos de situar los depósitos á 30 metros, en su fondo, sobre las primeras casas de la población, la plazuela de León, y es claro que aquella tubería debe desaguar en el punto más alto de los depósitos; esto supuesto:

Ordenada de la plazuela de León. . . . .	751'22
Altura representativa del nivel de agua en los depósitos sobre la indicada plazuela. . . . .	30 „
Profundidad de los depósitos ó diferencia de altura entre el de- sagüe de la tubería de impulsión y origen de la de servicio. . . . .	4 „
	<hr/>
TOTAL. . . . .	785'22

que es aproximada á la ordenada que hemos establecido más arriba.

Aceptando, pues, estos datos, así como las hipótesis de rendimiento del motor, tenemos bastante, como ya indicamos, con una caldera de vapor de fuerza de 70 caballos efectivos.

No hacemos estudio especial de los generadores de vapor ni de las bombas, porque llegado el caso de la adquisición de este material, lo más acertado será sacar á concurso el suministro de caldera, bomba y detalles de tuberías hasta empalmar con la tubería de impulsión, razón por la que tampoco calculamos sección y altura de la chimenea; pero para poder añadir la correspondiente cifra al presupuesto general, proponemos la adquisición de una caldera multitubular tipo Cornisk ó Babcock, ó sistema análogo, y una bomba de acción directa de doble efecto, de triple expansión y condensación, tipo de las fabricadas por la conocida y acreditada casa «Compañía de bombas Worthington», dedicada exclusivamente á la construcción de estos aparatos elevadores.

La bomba de acción directa tiene la ventaja de que toda la presión del vapor la aprovechan los émbolos del cuerpo de bomba sin interposición de transmisión de movimiento alguno, por lo que no hay pérdidas, ó son muy insignificantes, en la transmisión de la fuerza que recibe la bomba; al ser de triple expansión se aprovecha hasta el

máximo la fuerza expansiva del vapor, pues después de haber trabajado el vapor en dos cilindros de alta presión, pasa á accionar sobre otros dos, de media presión, á la vez que el vapor que directamente viene de la caldera entra en los primeros cilindros, pasando aún después á los cilindros de baja presión, sumándose, por consecuencia, los efectos que simultaneamente se ejercen sobre los tres pares de cilindros, que se transmiten íntegros, aparte rozamientos y resistencias pasivas de la máquina, á los vástagos de los émbolos de los dos cuerpos de bomba. De los cilindros de baja presión pasa el vapor á un condensador de superficie colocado á la salida del agua de la bomba, impulsada ya, lo que simplifica también el sistema, pues no es necesaria alimentación especial de agua para el condensador; la misma que asciende por la tubería de impulsión pasa antes por el condensador, economizando no pequeño trabajo mecánico; del condensador vuelve ya el agua caliente á la caldera, como en todas las demás máquinas con condensación.

Excusado nos parece indicar que una bomba de tal importancia debe llevar todos los detalles precisos al buen funcionamiento: los tubos de aspiración deberán tener válvulas de retención, para que siempre esté *cebada* la bomba, habrán de llevar colador ó cebolla antes de entrar el agua en los cuerpos de bomba, siendo muy conveniente que se coloquen en donde sea fácil su visita y limpieza; antes de entrar el agua en la tubería de impulsión pasará por una llave de retención también, para que el agua no pese ó ejerza acción alguna mecánica sobre los émbolos de la bomba, durante las horas de descanso, así como llevará la tubería un depósito de aire que haga oficio de volante, y llave de descarga para vaciar el contenido de dicha tubería en casos de reparaciones ó necesidades que pudieran ocurrir, descarga que debe verificarse en el pozo de absorción con el fin de obtener alguna economía en las obras de desagüe.

Nosotros, á pesar de poseer datos muy curiosos y detallados de estas bombas, que nos ha facilitado á gran escala, la casa constructora, dejamos nada más que indicado este particular; llegado el caso, repetimos, debe formularse un pliego especial de condiciones, y consultar los resultados de abastecimientos análogos. En el presupuesto no incluimos más que un juego de caldera y bomba, con el que bastará al principio; pero debe pensarse también instalar otro doble juego, para estar á cubierto de los efectos de cualquiera avería en calderas ó bombas, y disponer la instalación de manera que cada caldera actúe indistintamente en cada bomba. Esta manera prudente de ejecutar llevará algún mayor gasto ó costo en la instalación de aparatos elevadores; pero además de asegurar el servicio en cualquier

momento, los gastos de entretenimiento serían los mismos y no llevarían aumento alguno á los de entretenimiento anual de los motores.

Creemos que baste lo apuntado para tener idea clara de la importancia de los aparatos elevadores, así como de su funcionamiento y mecanismo general.

## II.

### Casa de máquinas.

Es esta un accesorio de gran interés en la toma de aguas. No basta tener aparatos elevadores, es preciso que estén resguardados de las inclemencias atmosféricas y que tengan constantemente á su lado una vigilancia continua y una guarda permanente. Es necesario, pues, un edificio tanto para emplazar esas calderas y bombas, como para situar ciertas dependencias indispensables á una pequeña industria, como la de elevar aguas. Se ha de gastar combustible en regular cantidad y el lugar en el que se colocan las bombas está algo distante de la ciudad, por lo cual se hacía necesario habilitar alguna construcción para carbonera, y otra para habitación del encargado de poner en marcha los motores y vigilar su funcionamiento.

Por este motivo hemos proyectado una regular y amplia casa de máquinas, cuyos detalles todos pueden observarse en la hoja 7.<sup>a</sup> de los planos, ya que hemos dibujado la planta, las fachadas principal, posterior y lateral, y las secciones longitud y transversal.

La disposición general de este edificio es muy sencilla: consta de un patio de entrada, cerrado en la fachada principal que dá frente á la carretera de Tinamayor, con enverjado sobre zócalo de sillarejo y puerta de madera; sirve de fondo de ese regular patio el pabellón de máquinas, y está cerrado á izquierda y derecha por otros dos pabellones más bajos que aquel, destinados uno á carbonera y almacén, con comunicación con el pabellón de máquinas, y el otro á habitación del maquinista y una pequeña oficina para llevar los registros de combustible consumido en el trabajo diario, oficina también en comunicación directa con la sala de máquinas.

Delante de esta última pieza y dirigiéndose hácia el centro del patio se emplaza la chimenea de fábrica de ladrillo, característica de toda industria en la que el vapor es la base.

La sala de máquinas es un rectángulo de 15 metros de longitud por 7 de fondo, medido interiormente, con amplias puertas y ventanas

semicirculares, que darán una gran luz al interior; puede cerrarse ó separarse con un tabique el departamento de calderas, é incomunicarle de donde estén las bombas, y hasta tapiarse las ventanas próximas á aquellas para no perder temperatura. Estos son detalles insignificantes y de poco costo, que pueden disponerse al hacer la instalación de los aparatos elevadores y generadores de vapor.

El pabellón de la izquierda, de 12'60 por 7'20 metros de luces, está dividido por un tabicón de asta de ladrillo en dos compartimientos iguales, que sirven de carbonera y almacén, como hemos dicho, y tienen puertas independientes al patio. El otro pabellón, de iguales dimensiones que el anterior, está dividido por una traviesa y tabiques sencillos de ladrillo, en las habitaciones convenientes para el maquinista, á las que preceden un portal, con puerta al patio, y la referida oficina, desarrollándose aquellas á un lado y otro de un pasillo que sigue dirección paralela al eje del pabellón; las habitaciones son: una cocina, una sala-comedor y cuatro cuartos, además de un retrete. Este último detalle, de la colocación de retrete en una habitación situada en campo abierto parece una anomalía; pero es lo cierto que generalmente se hace costumbre de arrojar las materias sucias en determinados sitios, y nunca muy distantes del lugar que se habita, y sería de malísimo efecto la vista de un estercolero al lado de una tubería que conduce aguas para una ciudad. Disponemos, por tanto, retrete y un pozo negro perfectamente revestido interiormente, para que no haya filtraciones en el terreno, y bien ventilado.

La construcción de este edificio la proyectamos en relación con los materiales de que puede disponerse en la localidad; es un principio de buena construcción y economía que se adopten los materiales que da el suelo, mientras sus condiciones sean aceptables, ya por lo que se refiere á la solidez y resistencia, ya también por lo que afectar pueda al aspecto. Bajo este concepto adoptamos la mampostería para cimientos, que será hidráulica en la profundidad correspondiente en que más influye el agua subterránea, terminando el relleno de las zanjas de fundación con mampostería ejecutada con mortero común. Los zócalos se proponen de sillarejo reforzados en todas las aristas y tranqueros con sillares de piedra de Fuentes de Valdepero ó Monzón, piedra que si no reúne todas las condiciones apetecibles de bondad y aspecto, puede, al menos, dar resultado empleada con la sobriedad que se emplea en el edificio de máquinas, además de ser el material más frecuentemente usado en Palencia.

Todos los muros de carga, ya sean paredes exteriores ó interiores les proponemos de fábrica de ladrillo ordinario; este es el material

que más abunda en la construcción del edificio de máquinas, y seguros estamos de que es insustituible procediendo de las tejas de la localidad, en las cuales se ha dado un gran impulso á la fabricación de productos de barro cocido destinados á la construcción.

Las armaduras de tejado son sencillas; hemos adoptado este tipo porque al repartir el peso uniformemente hacen también que no sean exagerados los espesores de muros, ya que su línea es de bastante consideración; la variedad elegida entre las armaduras sencillas ó simples es la llamada á par é hilera, constituida en sus pares é hilera ó cumbre por tablones de pino rojo del Norte; el atirantado se consigue por medio de barras de hierro forjado, en los pabellones de máquinas, carbonera y almacén, pues al no llevar cielo-rasos nada encontramos que sea más económico que esos hierros redondos que pueden templarse con tuercas que apoyan en los estribos; en el pabellón de la habitación del maquinista y oficina el atirantado es también de tablón, para poder sostener los cielos rasos. La cubierta de tejado queda propuesta de teja de la llamada plana del tipo de Borgoña, colocada sobre listones clavados en la tablazón de la armadura; claro que podría haberse suprimido la tablazón en el momento que se colocan las tejas sobre listones, que podían ir clavados directamente en los pares, pero no conviene perder de vista que el clima de Palencia es exagerado y que la tabla aísla algo, no haciendo tan sensible al interior los efectos de la temperatura del exterior. En los demás materiales y detalles de construcción nos hemos sujetado á las prácticas corrientes seguidas en la ciudad.

Un edificio de este destino, emplazado en campo abierto, lo menos que debe tener es decoración, y, en efecto, hemos procurado eliminar todo carácter artístico, eligiendo detalles sencillísimos de composición y forma unicamente en las guarniciones de los huecos, que conceptuamos necesarias siempre, para separar de los huecos las aguas que resbalan por los paramentos durante las lluvias, y en las cornisas, cuyo objeto es separar también de los paramentos de fachadas las aguas que recogen los faldones de las cubiertas.

No expresamos más sobre la construcción, decoración y detalles del edificio de máquinas, porque en la referida hoja de los planos queda determinado en todas sus partes este particular proyecto, así como también en los estados de mediciones del capítulo I del documento número 4 del proyecto, del presupuesto.

## III.

Tubería de impulsión

Pasando por alto la casa de máquinas y volviendo al punto de desagüe de las bombas, al punto de impulsión, arranca de este la tubería que eleva el agua á los depósitos. Baste saber ahora que estos se sitúan en las laderas del cerro del Cristo del Otero, entre el Humilladero y la carretera de Santander, como se ha dicho ya.

Para el trazado en planta de dicha tubería de impulsión habíamos de tener en cuenta, como es natural, la menor distancia, y así es, en efecto, como hemos desarrollado su trazado, partiendo desde la casa de máquinas con una gran alineación, que se quiebra en otras cuatro en las aproximaciones de los depósitos, debido á regulares desmontes verificados allí para la extracción de arena. En el replanteo de la obra, podrían sustituirse estas cuatro alineaciones por una sola, terraplenando convenientemente esos vaciados con los productos sobrantes del desmonte de los depósitos, así sería algo menor la pérdida de carga en dicha tubería.

No nos importaba tanto el trazado en alzado de esta tubería, pero al mismo objeto de no perder carga, lo que equivale en este caso á aumento de la fuerza del motor, hemos hecho que las pendientes no tengan grandes diferencias, y para evitar grandes desmontes en la zanja donde ha de ir enterrada nos ceñimos al relieve del terreno, no resultando, sin embargo, numerosas las pendientes.

Esta tubería no atraviesa más puntos principales, que la vía del ferrocarril de Santander y los caminos viejo de Husillos y de la Miranda; en los tres casos la cota es suficiente para no abrigar temor alguno respecto de los efectos de las trepidaciones debidas al paso de los trenes y de los carruajes.

El trazado de la tubería puede verse en la hoja 5.<sup>a</sup> de los planos y en la 8.<sup>a</sup> donde se dibujan los perfiles longitudinal y transversales.

La tubería es de fundición, de la llamada de enchufe y cordón, de 40 cms. de diámetro interior como máximo, pues este detalle está en relación con la potencia de los motores. El procedimiento de cálculo para determinar el diámetro se verá más adelante, en el cálculo de la red de distribución de tuberías de la ciudad.


**Tubería de impulsión**
  
*Estado de alineaciones*

Número de orden.	ALINEACIONES RECTAS		
	RUMBOS		LONGITUD
	Grados centesimales.	Minutos.	— Metros.
1	143	88	2.421'57
2	91	95	27'20
3	129	90	20 »
4	156	80	22'50
5	95	25	69
			2.560'27

*Estado de rasantes*

Número de orden.	LONGITUD — Metros.	PENDIENTES	
		Subiendo	Bajando
1	141'60	0'0255	"
2	1.356'08	0'00471	"
3	550'06	0'01192	"
4	250'73	0'0472	"
5	123'10	0'0343	"
6	138'70	0'02285	"
	2.560'27		



## CAPÍTULO IV.

---

### *Depósitos y tubería de conducción á la ciudad.*

#### I.

#### Capacidad del depósito y división

---

Ya hemos indicado en el capítulo II que una de las tres partes principales que abarca el problema de la distribución de aguas en la ciudad es el depósito.

El abastecimiento de aguas de todo centro de población se hace siempre de una manera regular, bien sea uniforme y continuamente, como cuando la conducción es por derivación, ya trabajando al día con los aparatos elevadores cierto número de horas durante las cuales la aportación de agua es constante, es decir, que se conduce ó se eleva el mismo número de litros en la unidad de tiempo; por el contrario, el consumo de agua en la población es completamente irregular durante las diversas horas del día, y si en algunas el agua consumida representa una pequeña parte del volúmen conducido ó elevado, en otras el gasto es inmenso y no daría lo suficiente al consumo el agua de que se dispusiera si directamente pasara á las tuberías de distribución. Ya se han visto en el primer capítulo las variaciones del consumo horario durante el día; el agua necesaria á los usos domésticos se emplea generalmente en ciertas horas del día, y en las restantes es muy insignificante el gasto, si es que no se anula algunas veces; hay servicios que reclaman el uso del agua en determinadas horas, y entonces de una manera verdaderamente espléndida, como el matadero, los riegos de jardines, la limpieza de las calles, el arrastre y la licuación de las nieves, la extinción de los incendios, etc. Si la red de distribución de agua en la población recibiese directamente el agua conducida, en algunos momentos no tendría agua que dar, en la proporción conveniente, á esos distintos destinos, mientras que en otros la misma cantidad de agua conducida

sobraría y habría que darla salida á un desagüe donde no pudiera aprovechar á la ciudad.

La interposición del depósito entre la conducción y la distribución tiende á remediar ese inconveniente; constituye el regulador, el volante de la distribución; acumula, almacena la diferencia de agua entre la aportada y la consumida, cuando esta es menor que aquella, y va soltando esa diferencia cuando el consumo se eleva sobre el caudal llegado en el mismo tiempo.

Pero tienen otra ventaja los depósitos: las obras de conducción de agua, por muy esmerada que se haya llevado su construcción, están expuestas á variadas averías, que pueden, en momentos dados, suspender el servicio de alimentación, ya se haga por derivación, ya por elevación; en el momento que se ofrece una reparación de alguna importancia en la conducción, el surtido de la ciudad quedaría suspendido, si no había depósito, y el inconveniente entonces no tenía remedio; aún más, las aguas de río arrastran grandes cantidades de tierras y arenas, sobre todo en las épocas de lluvias, durante las cuales es preciso, aunque el agua no se dedicara de manera absoluta á la bebida, que experimente algún reposo para que se verifique una decantación que vuelva al agua una transparencia y diafanidad, siquiera más agradables, ya que para algunos usos lo sea de necesidad imprescindible.

Vemos, pues, la necesidad del depósito; hagamos algunas indicaciones sobre la capacidad que debe tener.

Sin contar los acumuladores y depósitos de aire comprimido, usados casi siempre de una manera deficiente, por la dificultad de regular la presión en todos los momentos en que el gasto de agua es muy variable, y que su objeto es el de sustituir la carga verdadera que dá la altura del depósito sobre la población por una fuerza equivalente; considerando sólo los depósitos desde los cuales el agua por su propio peso, es distribuida en la ciudad, hay que hacer notar la gran variedad en la capacidad que se les ha señalado, si bien sirve de tipo ó módulo el consumo diario.

Ya hemos indicado que el depósito debe atender con regularidad las variaciones del consumo horario; pero como hay siempre un periodo de más ó menos horas durante el día en el que el agua aportada es gastada en el mismo instante, y otro en que aún supera el consumo á la alimentación del depósito, la capacidad de este siempre será menor que el consumo diario, deduciéndose según observaciones practicadas por Marchal, en las aguas de Châlons-sur-Marne, que para una alimentación constante y regular bastaría una capacidad equiva-

lente al  $\frac{1}{6}$  del consumo diario para el depósito, bastando, por tanto, con una capacidad igual al  $\frac{1}{4}$  ó al  $\frac{1}{3}$  para una alimentación de 12 ó 10 horas.

Claro que ha de ser la capacidad, consecuencia ó función de otras varias circunstancias: si se hace el depósito aéreo importará muchísimo llegar al mínimo de capacidad dentro del consumo máximo, por lo cara que resulta la construcción; pero si se hace á cielo abierto y se emplea un revestimiento económico, no importará entonces dar á los depósitos volúmenes de gran cubo para poder estar á cubierto de averías graves en la conducción ó para decantar las aguas. En Alemania la relación entre el consumo diario y la capacidad, está expresada por el 14 por 010 del consumo en Colonia; en Strasburgo, por 17 por 010; en Leipzig, por 23; Altona, 33; Danzig, 38; Kœnisberg, 42; Dresde, 74; Wiesbaden, 144'6 por 010, casi vez y media el consumo diario, y en Postdam, 225 por 010, dos veces y cuarto el consumo diario. En Francia es raro que los depósitos no tengan por lo menos una capacidad igual al consumo diario, siendo muchas veces superior; en nuestro país es muy frecuente encontrar depósitos que sin estar alimentados pueden dar agua á la población para ocho, diez y aún más días. No conviene tampoco dar dimensiones exageradas á los depósitos, no solo por el gran coste y desembolso que demandan y por ser más cara la conservación, sino porque grandes masas de agua en relativa quietud ó reposo no ganan nada, y pueden hacerse á veces muy nocivas, ó perder en parte algunas de las buenas condiciones que las podían recomendar.

Nosotros partimos en nuestro proyecto de la base que aunque las aguas elevadas sean destinadas en general á otros usos distintos de la bebida, deben estar cuidadas y ser todo lo limpidas que sea posible, ya que en circunstancias normales, que son las más, pueden beberse sin peligro alguno para la salud de los vecinos, y es más, tenemos la creencia que pocos tendrán recelos y miedo en su continuo uso. Por lo tanto, la capacidad de los depósitos la suponemos triple del consumo máximo diario: una tercera parte estará en reposo para sufrir una decantación regular, otra tercera parte ya decantada servirá á la ciudad, y la otra servirá para recibir el trabajo de los aparatos elevadores. Esta manera de proceder exige una división especial de los depósitos: estos realmente serán tres, de la misma capacidad, equivalente en cada uno al consumo máximo diario; así se establece una incomunicación perfecta entre el agua que se eleva, la que sirve la distribución de la ciudad y la que experimenta una decantación provechosa antes de alimentar la red de tuberías, y pueden alternar los tres depósitos por terceros días en el mismo servicio, estableciendo una rotación regular

y continua, cuyo mecanismo y cuyas atenciones y cuidados se reducen á muy poco trabajo, y este practicado de una manera sencilla.

Claro es que en épocas normales el consumo medio diario quedará muy por bajo del que gastaría los 3.456 metros cúbicos de agua que corresponden á las 24 horas con la dotación de 40 litros al 1", pero hemos indicado varias veces que en el abastecimiento hemos de calcular siempre los gastos máximos; de donde sin gran esfuerzo puede deducirse y tener la seguridad de que llenos los tres depósitos habian de servir para más días que los tres indicados; como que excederian de siete, sin recibir alimentación alguna de las bombas.

Es verdad que por este motivo podía hacerse alguna observación á nuestro proyecto en la parte concerniente á la adquisición del agua; si los motores no han de trabajar de una manera continua su fuerza repartida en un trabajo diario, regular y constante, bajaría bastante, y entonces podría aplicarse á la elevación la fuerza hidráulica de algún salto próximo, el de Pajares, por ejemplo. Pero el proyecto está pensado para cubrir todas las necesidades de la población; si luego no hay necesidades, si no hay instalaciones particulares, ó el consumo de agua se hace con miseria, sobra todo; tenemos la idea fija en el porvenir, ninguna población se ha quejado por facilidades y abundancia de medios de vida; pensando siempre en lo más y ejecutando con el mismo criterio, los gastos, al principio de la explotación, son crecidos, el rendimiento del capital empleado es pequeño, pero ¿cuánto y muchísimo más caro no resultaría adoptar una solución que, desde luego se suponía deficiente en el porvenir, para más tarde hacerla cambiar por completo?

Creemos, pues, que bastarán estas razones para comprender la importancia de los depósitos de agua, y que quedan expuestos con claridad los motivos que nos conducen á dividir el depósito general en tres iguales de una capacidad aproximada á la suficiente á contener el volúmen total diario sobre que basamos el abastecimiento. Al principio de montar el servicio de aguas, cuando el gasto ó el consumo es pequeño, cuando aún la población no se ha acostumbrado á los beneficios del agua, verdad es que con solamente dos depósitos se pueden atender con exceso las atenciones todas de la ciudad en sus diferentes usos; se harán al principio dos depósitos, y aún podrá llevarse la explotación con un solo depósito, pero el plan queda indicado para el porvenir; no podrá decirse luego que no se pensó en el mañana y que solamente se ha dado una solución para satisfacer las necesidades del momento, defecto del que adolecen muchos servicios públicos en España y cuyo ejemplo palpable le vemos en

Palencia. Indicadas estas breves consideraciones, no en defensa de nuestro proyecto, sinó cumpliendo una de las bases aprobadas por el Ayuntamiento para que sirvieran de guía y criterio fijos en la redacción de estos estudios, pasemos á exponer cómo situamos los depósitos y hagamos una descripción sucinta de las obras necesarias.

## II.

### Descripción y detalles de los depósitos

Ya indicamos la razón de situar los depósitos en la falda del cerro llamado del Cristo del Otero y que debían tener una altura de 30 metros sobre el suelo de la plazuela de León; esa altura, como es natural, la suponemos medida hasta el principio ú origen de la tubería que arranca de los depósitos para llevar el agua á Palencia.

En ningún punto de dicho cerro se encuentra superficie á propósito para emplazar los depósitos mejor que en la zona comprendida á la derecha del Humilladero, dando casi frente á la carretera de Santander: esta solución tiene también la ventaja de que pronto se encuentra un desagüe necesario para las descargas de los depósitos ó para recoger el agua sobrante que escurra por los aliviaderos de superficie, imprescindibles para que no se desborden las aguas ó no se eleven sobre la superficie hasta la cual deban contenerse.

El primer punto que se ofrece para determinar las dimensiones de cada depósito es la altura de agua en el mismo. Es cierto que á medida que la altura ó profundidad de agua es menor los gastos de construcción son menores también, pues siendo relativamente pequeña la superficie lateral mojada los revestimientos son menos costosos; sin embargo, una profundidad exageradamente pequeña conduce á una superficie muy grande del depósito, y entonces el agua puede sufrir más prontamente la temperatura del ambiente; por el contrario, una gran profundidad ocasiona diferencias muy notables en la carga, al oscilar la superficie del agua entre dos puntos de nivel muy separados, además que los revestimientos y las paredes de contención se hacen más resistentes y costosos.

Conviene, en consecuencia, una profundidad de agua de 3 á 4 metros, para que no pueda calentarse ó enfriarse demasiado en las estaciones extremas. Señalamos, pues, la de 4 metros.

Con este dato, y dando á las paredes interiores una inclinación de

45°, el depósito tendrá 30 metros de línea en el fondo por 38 en la línea superior, siendo 20 y 28 metros respectivamente los anchos en el fondo y en la altura máxima del agua, fijando estas dimensiones desde la capa ó plano aprovechable al servicio; el fondo se deja con las inclinaciones oportunas, de 2 por 100 en la línea de mínima pendiente, para que recogiendo las aguas más sucias por la decantación, puedan ser expulsadas fácilmente; esas inclinaciones del fondo quedan por bajo del tubo que conduce el agua á la ciudad; así el volumen útil y aprovechable para almacenar agua es de 3 413'328 metros cúbicos, aproximado al resultante de los 40 litros al 1". Los depósitos llevarán un revestido de hormigón hidráulico de 25 cms. de espesor, guarnecido de un enlucido de mortero de cemento de 3 centímetros de grueso.

La posición de los tres depósitos y sus detalles pueden verse en las hojas de los planos números 9 y 10. En aquella se indica también el tendido de las diferentes tuberías que sirven para la alimentación de los depósitos tomadas de la de elevación, la de servicio que va á la ciudad y la de descarga, que tiene por objeto desaguar los depósitos ó hacerlos comunicar hasta que en dos de ellos, ó en los tres, tome el agua la misma altura, maniobrando las diferentes llaves de compuerta en la casa de llaves, donde pueden hacerse todas las combinaciones oportunas con rapidez y facilidad; los aliviaderos de superficie comunican entre sí por medio de alcantarillas que van á desaguar en el tubo libre de descarga, ó desagüe, cuya dirección también se indica en la misma hoja hasta llegar al arroyo arriba indicado.

Una obra de este género, tanto por su vigilancia continua, como por las necesidades del servicio reclama la permanencia constante de un guarda, para el que se dispone una habitación ó casa, desde la que fácilmente pueda atender el cuidado que se le encomiende. También se indica su disposición en el plano referido, y con más detalle en la hoja número 11 de los planos.

### III.

#### Casa de llaves

Muy brevemente hemos de describirla. La citada hoja número 11 contiene la planta natural de la casa, la de cimientos y parte subterránea de la cámara de llaves, las fachadas principal y lateral, y las secciones

longitudinal y transversal, cogiendo la cámara de llaves, como punto más importante de este edificio.

Consta de un solo pabellón de 7'80 ms. de línea por 14 de fondo, dividido en dos regulares dependencias destinadas una, que es la situada en el fondo, á cámara de llaves, y la otra, la parte anterior, á habitación del guarda y á una oficina en donde puede llevarse el diario ó registro de las alturas de agua en los depósitos, y donde puede constituirse el centro de comunicación entre la ciudad, los depósitos y la casa de máquinas, por medio de los avisadores y teléfonos, que ya se ha indicado, deben existir en toda instalación de este género. La habitación particular del guarda se compone de una cocina, una salita-comedor y tres cuartos.

La construcción y los materiales que habrán de emplearse serán análogos á los indicados en la casa de máquinas; solo habrá la diferencia de la cámara de llaves, en la que el suelo de la planta natural se construirá con viguetas de hierro de doble T de 18 cms. de altura forjando los entrevigados con bovedilla de doble tabicado de ladrillo. Sobre este suelo se sujetarán los soportes para el movimiento de las llaves, y llevará aquel una trampa que cierre la bajada del sótano de las llaves. La disposición que en estas dependencias llevan las llaves, así como las tuberías especiales de alimentación, de conducción á la ciudad y de comunicación entre los depósitos, quedan suficientemente indicadas en los planos referidos, relevándonos de descripciones minuciosas que confundirían.

#### IV

### Tubería de servicio ó de conducción á la ciudad

Es esta la tubería que conduce el agua de los depósitos á la ciudad. El cálculo del diámetro, así como el agua que debe conducir al 1" de tiempo, se expresarán en el capítulo siguiente. Vamos á indicar nada más su trazado.

Partiendo, pues, esta tubería de los depósitos la damos un trazado en planta y alzado sujetándola al relieve del terreno, y evitando siempre puntos altos de inflexión, por lo que cruzando la carretera de Santander se dirige en una dirección paralela á su eje, atravesando tierras de labor, hasta encontrar el camino viejo de Villalobón, siguiendo la calleja que dejan las agrupaciones de construcciones existentes en el

encuentro del ferrocarril con dicha carretera; atraviesa la tubería aquél y ésta, y por el paseo inmediato al cuartel de Alfonso XII llega al límite, donde empiezan las tuberías de distribución en la ciudad, en la plazuela de León. Los puntos principales que atraviesa son la carretera de Santander, algo más allá de la tejera del Sr. Germán, las vías de la estación y otra vez la carretera indicada en la prolongación del paseo inmediato al cuartel. Dicho se está que la profundidad á que van los tubos es la necesaria para que ni aquellas obras, ni la tubería puedan quedar desamparadas por regular capa de tierras. Nos hemos separado en este trazado de la carretera, no solamente por cuestiones de economía, sino también por dejar esta vía libre de obstrucciones ó dificultades en el tránsito, ya durante el periodo de ejecución de las obras, ya por las reparaciones á que puedan dar lugar averías imprevistas en la tubería.

Con los estados de alineaciones y rasantes de esta tubería terminamos el capítulo. En la hoja número 5 de los planos se encuentra el trazado en planta; la hoja número 12 contiene los perfiles longitudinal y transversales de esta tubería.

## TUBERÍA DE SERVICIO A LA CIUDAD

### *Estado de alineaciones*

Número de orden.	ALINEACIONES RECTAS		
	RUMBOS		LONGITUD
	Grados centesimales.	Minutos.	Metros.
1	198	23	464'43
2	226	70	306'25
3	256	30	256'20
4	260	85	296'40
5	268	35	164'70
6	268	40	139'60
7	227	20	26'55
			1.654'13

## Estado de rasantes

Número de orden.	LONGITUD — Metros.	PENDIENTES	
		Subiendo	Bajando
1	173'93	"	0'07546
2	261'30	"	0'01928
3	135'70	"	0'04053
4	350'20	"	0'01570
5	733 »	"	0'002728
	1.654'13		



# CAPÍTULO V.

## *Distribución general del agua en la ciudad.*

---

### I

#### Red de tuberías



LA distribución de tuberías en la superficie de la ciudad no deja de presentar dificultades importantes, nacidas unas del trazado en planta de las calles y del relieve de las mismas otras.

Según principios muy recomendados en la práctica deben evitarse en las tuberías, cuanto sea posible, las pendientes de signo contrario; y los ramales que arranquen de las tuberías maestras deben cubrir el servicio en una superficie ó zona que limiten las bisectrices de los ángulos que formen los ramales con la tubería principal. Dejando á un lado la influencia de las pendientes sobre las presiones interiores de las tuberías, es innegable la que se ejerce sobre el gasto de la conducción por el aire que encierran las tuberías: después de algún tiempo de uso, toda tubería que ofrezca en su perfil longitudinal algunos puntos de inflexión, retiene en los puntos altos regulares masas de aire que disminuyen el gasto de agua y, á veces, impiden toda circulación en los puntos bajos; de aquí que Belidor, en su «Arquitectura hidráulica» y muchísimos otros autores, recomienden la colocación de ventosas ó robinetes en los puntos altos de las tuberías, tanto para impedir la rotura de los tubos, haciendo evacuar el aire que se opone al movimiento del agua, como para conseguir un gasto máximo, lo que no podría tener lugar mientras el aire quedase en la tubería. Los efectos de la presencia del aire en las tuberías, y las causas de contener aire las conducciones no les hemos de analizar

aquí, basta apuntar el hecho y, por tanto, aunque se coloquen ventosas en los puntos altos, llevar el trazado de la red de tuberías de manera á tener el menor número posible de esos puntos, que pueden considerarse siempre como de cuidado. La línea de carga deberá caer siempre por encima del perfil de la tubería, así la presión interior será superior á la presión atmosférica.

La colocación general de las tuberías en alzado, aparte este detalle de los puntos altos, como es natural, ha de amoldarse al relieve del terreno; y la hacemos, por tanto, disponiendo las tuberías de manera que queden á una profundidad de 0'75 á 1'50 metros, cota suficiente ya para que el agua conducida no experimente los efectos de los cambios exagerados de temperatura del exterior, y las zanjas resulten económicas, además de facilitar la vigilancia y atender mejor á la conservación, por acusarse las filtraciones más pronto que cuando la profundidad es grande. Por otro lado, la red de alcantarillas no puede profundizarse mucho, por encontrarse enseguida la capa subterránea de agua, y es lógico que la alcantarilla esté por bajo de la tubería de aguas buenas, no sólo por evitar infiltraciones de las aguas de las alcantarillas en las tuberías de abastecimiento, lo que sería fácil contando con la garantía de una conducción ejecutada con esmero, sino para quedar favorecidos los desagües y que el agua escapada de las tuberías, en averías ó reparaciones, pueda tener salida fácil, cosa no tan sencilla disponiendo alcantarillas y tuberías de aguas en el mismo nivel ó estas en planos inferiores á los de aquellas.

Otro principio que han recomendado se tenga presente en toda red de distribución es el apuntado ya relativo á que la superficie que sirva cada ramal quede limitada por las bisectrices indicadas. No hacía falta indicarlo: de este modo se reparte el agua con más uniformidad, y considerada la tubería maestra en conjunto, podría mirarse como una conducción con servicios de ruta, trayecto ó recorrido, uniforme. A esto no es posible llegar siempre: unas veces por lo intrincado del trazado de la planta de la ciudad, con vueltas y revueltas de mil formas, manzanas de casas muy desiguales en superficie y forma, otras porque de seguir ese criterio al pié de la letra nos encontraríamos con que se multiplicaban los puntos altos, y la red tenía más puntos débiles ó de cuidado, que precisamente tratamos de evitar. Lo mejor será seguir un término medio, que la prudencia limitará, no importando que algunos ramales sirvan grandes extensiones de terreno, y otros zonas muy reducidas, si al fin se consigue un régimen uniforme y las tuberías se calculan siempre con algún exceso.

Dada la forma y manera de ser de nuestra ciudad no cabe otro

sistema de red de distribución de tuberías, que la conducción principal ó maestra de la que parten á un lado y á otro los ramales que subdividiéndose llevan el agua á todos los rincones de la población. No es ese el sistema que á nosotros nos satisface más; hubiéramos preferido la *conducción principal de distribución cerrada*, pues que por ella el agua tiene siempre movimiento, sea en una dirección sea en otra, y el servicio está asegurado constantemente aún en los casos de reparaciones de importancia, á excepción del trozo en que se verifique la reparación; los extremos de este vienen á ser, en ese caso, los de una conducción maestra, pero en una ciudad como Palencia, que se desarrolla en un sentido, que su calle Mayor principal constituye la vía de más movimiento é importancia, la más poblada, en suma, dicha solución no es aceptable; aún sacrificaríamos algo la economía y propondríamos el sistema de distribución cerrada si el trazado de las calles de la ciudad le consintieran algo, pero por más ensayos y tanteos que hemos hecho no hemos dado con una solución favorable, y el costo de la tubería en distribución cerrada, pues que había de servir para conducir el agua en sus dos direcciones y la sección, por tanto, grande, era muy excesivo, además de necesitar llaves de grandes dimensiones para aislar los tramos ó trozos entre cada dos ramales.

Fundados en estas razones no tenemos más remedio que proyectar la red según una línea general, la tubería maestra, de la que parten los distintos ramales dividiéndose y subdividiéndose hasta anular los gastos.

Esto supuesto, la tubería maestra sigue toda la calle Mayor principal, teniendo su origen en la Puerta de Monzón y el extremo en el paseo de la carretera de circunvalación, en las afueras del Arco del Mercado, hasta salvar los grupos de casas del barrio de dichas afueras. Esta tubería maestra la subdividimos en trozos, comprendiendo cada uno la longitud libre entre cada dos ramales más inmediatos, ya que, en general, tendrán distinta sección transversal los tubos, y numeramos aquellos á partir desde el origen. Véase la hoja número 13 de los planos, que es la planta general de la red de distribución, en la que dicha tubería está señalada con la letra T, y las hojas números 14 y 22 que corresponden al perfil longitudinal y perfiles trasversales.

Los ramales que parten á izquierda y derecha de la tubería maestra les llamamos principales, designándoles con las letras mayúsculas del alfabeto, á partir desde el origen de aquella tubería. Los tramos de estos ramales principales ván designados con la letra indicatriz del ramal general y los números que señalan el orden de dichos tramos, siempre partiendo del origen; así el ramal principal que vá por la calle

de la Vireina se marca con las cifras A 1 desde su origen hasta el primer ramal secundario que toma agua del mismo, ó sea hasta la calle del Arco, A 2 el tramo comprendido entre el final de esta calle y la de Manflorido, A 3 entre Manflorido y Hospicio, etc. Los ramales secundarios que reciben agua de los ramales principales les designamos con la letra mayúscula, que indica el principal, seguida de otra minúscula que tiene con relación á dicho ramal principal la misma significación que la letra mayúscula del principal respecto de la tubería maestra; así A a significa el ramal secundario más próximo al origen del ramal principal A, primero de la tubería maestra. Si los ramales secundarios tienen más de un tramo á las dos letras se agrega el número que le fije el orden dentro del ramal secundario.

Los ramales principales son 16: el A que sigue la dirección de las calles de la Vireina, Arco, calle y plazuela de Santa Marina, calle Mayor Antigua y bajada de Puente de Puentecillas; ramales secundarios de este detalle de la red son: el A a, que sirve la calle de Ramirez, el A b, plazuela de Carmelitas y calle del Emperador; el A c, calle de Manflorido; A d, calle del Hospicio; A e 1, plazuela de San Pablo, A e 2, A e 3 y A e 4 que corresponden á las calles de los Pastores y Monjas; A f, Mayor antigua desde la plazuela de Santa Marina hasta la calle de las Monjas, y A g, plazuela del Hospital. (Hoja 13 del plano general y 15 y 22 que son los perfiles.)

El B, sirve la calle del Cubo. (Hojas números 13, 16 y 22.)

El C, la de Pedro Espina, plazuela del mismo nombre y calle del Muro. (Hojas números 13, 16 y 22.)

El D, Soldados y Muro. (Hojas números 13, 16 y 22.)

El E, Carnicerías, Cuervo, Ochavo, plaza de San Antolín, Arbol del Paraíso, hasta el Santo San Pedro, y Mayor antigua, hasta plazuela del Puente; con los ramales secundarios: E a, Zapata; E b, Barrionuevo y Pedro Romero, E c, Gil de Fuentes, y E d, Mayor antigua desde bajada de Puente de Puentecillas al Santo San Pedro. (Hojas números 13, 17 y 23.)

El F, San Juan y avenida de Casado del Alisal, con un ramal secundario, F a, á la calle del Muro. (Hojas números 13, 18 y 23.)

El G, lleva la dirección de la calle de San Francisco. (Hojas números 13, 18 y 23.)

El H, sirve la Boca-plaza y Plaza Mayor por el frente de la casa-ayuntamiento y costado derecho, con un ramal H a para el lado izquierdo de la plaza y calle del Consistorio. (Hojas 13, 18 y 23.)

El ramal principal I tiene como eje las calles de la Cestilla, plazuela de la Compañía, calle de la Escuela y portillo de Doña María; los ramales secundarios son el I a, calles de Gil de Fuentes y San Marcos, con

otro ramal á la calle de Arbol del Paraíso; el I b, que corresponde á las calles de Zurradores, Doctrinos, plazuela de San Miguel (lado de la entrada más usual del templo del mismo nombre) y Mayor antigua hasta la calle del Marqués de Albaida y Trompadero; I c, Parra y plazuela de los Doctrinos; I d, Mayor antigua desde la calle de la Escuela á San Miguel. (Hojas 13, 19 y 23.)

El ramal principal J corre por las calles de Don Sancho, Burgos y ronda de San Lázaro, con los ramales secundarios siguientes: J a Tarasca; J b Herreros y Mazorqueros, con otros ramales á las calles Empedrada y San Juan de Dios, con derivaciones para las calles de Valverde y plazuela de Paredes; J c Berruguete; J d Cura y Barrantes; J e Estrada. (Hojas 13, 20 y 24.)

El K, sirve á la calle Nueva. (Hojas 13, 21 y 24.)

El L, calle del Marqués de Albaida. (Hojas 13, 21 y 24.)

El M, Panaderas y Mancornador. (Hojas 13, 21 y 24.)

El N, San Bernardo. (Hojas números 13, 21 y 24.)

El O, Perezucos, desde la calle Mayor principal á la bajada de la Orilla del Río, y Mayor Antigua, hasta la calle del Marqués de Albaida. (Hojas 13, 21 y 24.)

El P, Perezucos, parte derecha, y Corredera, con el ramal secundario Pa para las calles de la Plata y de Rizarzuela. (Hojas 13, 21 y 24.)

Con esta distribución se extienden las tuberías por toda la ciudad, puede llegar el agua á todas partes; verdad que la red se divide y se subdivide bastante, pero hay que tener presente que en este estudio debemos proponer la extensión del servicio aun á los puntos más retirados y menos importantes; al ejecutarse ó realizarse el proyecto se limitarían los ramales secundarios; pero justo es que abarque este trabajo todos los detalles de la red y se proyecte la mayor extensión del abastecimiento; en la práctica se suprimirán los ramales que no sean tan necesarios, dada la pequeña densidad de la población en algunos puntos.

En la hoja citada varias veces, número 13 de los planos, puede verse con todo detalle el trazado de la red de distribución, y en las hojas números 14 al 21 los perfiles longitudinales en toda su extensión, indicándose en la planta la situación de las llaves, en buen número de ramales, para incomunicar las tuberías ó interrumpir el servicio en cualquier momento que una avería grave ú otro accidente análogo lo demande; en los puntos altos que corresponden á los extremos de ramales, así como en los de inflexión, bastará la colocación de una boca de riego para expulsar el aire que pudiera acumularse en tales sitios; sin embargo, el uso demostraría la necesidad de las ventosas

si no se extendieran las bocas de riego. No se indica en los puntos bajos las llaves de descarga para desaguar las tuberías con facilidad en los casos que conviniera; al tender las tuberías se verá el mejor sitio para colocarlas.

No detallamos más la distribución general de tuberías, pues creemos que suficientemente queda indicada en las hojas referidas del segundo documento.

## II.

### Bases para el cálculo de las tuberías.—Cantidades de agua á conducir por calles y ramales, .

Una de las cosas más impertinentes y de mayores cuidados en una red de tuberías es el cálculo de las secciones. Tiene este por fin señalar los diámetros necesarios á las tuberías para que atendidas las circunstancias de carga, pueda conseguirse el gasto máximo que se pretenda, sin que por eso se den exageradas dimensiones á los tubos, lo que conduciría á un gran costo perfectamente inútil.

Delineada la distribución de tuberías en planta y perfiles, la marcha que hemos de seguir para el cálculo de la red, determinando previamente los gastos de cada tramo de ramal, no es, sin embargo, la que se señala en muchos tratados de hidráulica, solución que se hace determinada añadiendo la condición de costo mínimo; seguiremos el procedimiento más práctico de empezar los cálculos por el punto de origen de la red suponiendo una carga en dicho punto suficiente á elevar el agua á las habitaciones de los pisos más altos; en el extremo se subdividirá el gasto en los de los varios ramales que concurran en un punto, y atendiendo á que en los orígenes de los ramales se tendrá la misma carga, se calculan los tramos inferiores aisladamente subdividiendo los gastos según los de los tramos que partan de un extremo; siguiendo así en todos los tramos aguas abajo, y cuidando siempre que la carga tenga, por lo menos, la altura prefijada; si no fuera así habría que volver otra vez, aumentando los diámetros, á repetir los cálculos con objeto de que las pérdidas de carga fueran menores.

Para hacer más sencillos los cálculos no tendremos en cuenta las pérdidas de carga debidas á los cambios de sección, á las bifurcaciones, á los codos, á las llaves; no tendremos en consideración más que la pérdida de carga debida á los rozamientos; pero para estar

á cubierto de aquellas otras pérdidas de carga supondremos aumentada teóricamente la longitud de las tuberías, y aún los diámetros que resulten sufrirán otro definitivo aumento prudencial, tanto por esas circunstancias, como para prever los efectos de las incrustaciones que algunas veces se forman en el interior de los tubos, que además de reducir su sección tienden á hacer mayor el rozamiento. No perderemos de vista en estos cálculos la pequeña influencia que la carga ejerce sobre el gasto de una tubería, pues este varía como la raíz cuadrada de la carga, y la grande, que experimenta el gasto por el diámetro, pues crece como la potencia  $\frac{5}{2}$  del diámetro; circunstancias son estas muy favorables, pues mientras se aumenta algo el diámetro, lo que lleva poco coste, por que el precio de las tuberías es sensiblemente proporcional al radio, se economiza carga, que suele ser casi siempre el punto más delicado de las distribuciones.

La velocidad del agua en las tuberías no deja de influir en su conservación: las grandes velocidades engendran una gran fuerza viva, dando lugar á choques violentos y á golpes de ariete que ocasionan averías de importancia, aumentándose los peligros en los codos donde la fuerza centrífuga desarrollada tiende á deformar la conducción y producir grandes fugas de agua, á poco que abran las juntas de los tubos. Convendrá, pues, calcular los tubos de modo que la velocidad media en servicio ordinario oscile alrededor de 1 metro por 1".

Estas son condiciones técnicas generales que pueden convenir en todos los casos. Véamos ahora las prácticas y propias para nuestro proyecto, ó las bases del cálculo de tuberías.

Contamos, según ya hemos indicado antes, con una carga de 30 metros sobre la puerta de Monzón; y nos falta determinar el gasto por tramos.

Respecto del primer particular poco hemos de añadir: las casas más altas de Palencia tienen cuatro alturas, incluyendo la planta baja, y no nos quedamos cortos al fijar en 15 metros la altura útil, á que podrá elevarse el agua en las casas, contando sobre el suelo de la calle, pero como las instalaciones particulares consumen mucha carga, por lo reducidos que son los diámetros, lo que aumenta considerablemente los rozamientos, supondremos una carga necesaria para elevar el agua á 20 metros sobre las calles principales y á 15 en las restantes, como mínimo, alturas teóricas solo aprovechables para los cálculos.

La distribución de gastos por tramos de tubería la hacemos sobre la base de la población actual de 15.000 habitantes y á razón de 230 litros diarios por persona. Pero aquí se ocurre una cuestión que no

deja de influir mucho en los diámetros de los tubos: una dotación de agua ¿cómo puede repartirse en las 24 horas? Desde luego el consumo no se hace con uniformidad, y bueno es tener en cuenta, como ya indicamos en el capítulo I, que el consumo horario máximo no excede en una mitad al consumo horario medio. Al determinar la cantidad de agua necesaria para el abastecimiento, se dedujo que los 230 litros diarios por persona correspondían al máximo de los máximos del consumo diario; luego aplicando los resultados de las observaciones que anotamos en el referido capítulo, las tuberías deberán poder conducir  $\frac{230}{24} \times (1+0.50) = 14.385$  litros por hora para cada habitante, ó sea 0.003993 litros por 1", que elevaremos á 0.005 litros para estar más á cubierto de los gastos mayores, y mirando también al porvenir; pues aún en el caso de que la ciudad aumentara considerablemente de población, las tuberías podrían servirla perfectamente: lo único que habría que variar sería la dotación, reforzando oportunamente la alimentación de los depósitos.

Suponiendo, pues, un gasto de 5 milésimas de litro por habitante al 1" hemos calculado por calles y tramos de ramales el gasto consumido en cada trayecto ó tramo, el gasto en el extremo y en el origen, sumando los que concurren en cada punto para ir agregándoles á los de aguas arriba. Así, con todo detalle se expresa en el estado siguiente, en el que aparece invertido el orden de los tramos para que con facilidad pueda seguirse la marcha del trabajo; conviene advertir que en los tramos que sirven á edificios de gran número de habitantes se baja á 0.003 litros el gasto por persona y 1", pues que en las grandes aglomeraciones de personas el consumo baja bastante del tipo ordinario. Se hacen las oportunas indicaciones siempre que deja de aplicarse el tipo deducido de 0.005 litros por persona al 1".

## Estado de gastos de agua en los ramales ó tramos de tuberías.

Ramales.....	CALLE DE LOS RAMALES	CALLES servidas sin ramal y gastos de los ramales en el origen.	N.º de habitantes en el trayecto..	GASTOS DEL RAMAL: L. al l"			Observaciones.
				en el extremo.	en el trayecto.	en el origen.	
T 11	Extramuros del Mercado.	Carcel nueva.	372	0'360	1'860	2'220	El gasto del extremo se destina á la cárcel, 120 h á 0'003 l.
P a	Plata (del núm. 5 á Corredera, y del 2 al 16, 71 habitantes) y Rizarzueta (347)	Corral de Matorras (20 hab.)	438	»	2'190	2'190	
P 2	Corredera (del 21 al final, 215)	Corral del Candil (5) y afueras (84)	304	»	1'520	1'520	
P 1	Perezucos (del 1 al 3, 40) y Corredera (del 1 al 19, 85)	Corral de Ros (22)	147	3'710	0'735	4'445	
O	Perezucos (del 4 al 6, 46) y Mayor antigua (de Marqués de Albaida á final: del 127 al final, 154 y del 162 al 180, 99)	P 2 1'520 P a 2'190 } 3'710 l. Corrales de Pinta (42) y Barrio Medina (16)	357	»	1'785	1'785	No se incluye toda la acera de los pares de Mayor antigua por desaparecer por la carretera.
T 10	Mayor principal (de San Bernardo á Arco de Mercado: del 175 al final, 254; y del 206 al final, 212)	Nieto (5) T 11 2'220 O 1'785 P 1 4'445 }	471	8'450	2'355	10'805	
N	San Bernardo.	»	70	»	0'350	0'350	
M	Panaderas (182) y Mancornador (181)	Corrales de Calvo (37) y de San Jacinto (20)	420	»	2'100	2'100	
T 9	Mayor principal (de Marqués de Albaida á San Bernardo: del 135 al 173, 195; y del 180 al 204, 120)	T 10 10'805 M 2'100 N 0'350 }	315	13'255	1'575	14'830	
L	Marqués de Albaida.	»	175	»	0'875	0'875	
T 8	Mayor pral. (de Nueva á Marqués de Albaida: del 125 al 133, 60; y del 162 al 178, 84)	T 9 14'830 L 0'875 }	144	15'705	0'720	16'425	
K	Nueva (21)	Corral de la Cerera (24)	45	»	0'225	0'225	
T 7	Mayor pral. (de Cuatro cantones á Nueva: del 87 al 123, 106; y del 112 al 160, 168)	T 8 16'425 K 0'225 }	274	16'650	1'370	18'020	
J 5	Ronda de S. Lázaro (de Estrada al Salón: del 34 al final)	»	31	»	0'155	0'155	
J e	Estrada (426)	Corrales del Moral (74) y del Lunar (15)	515	»	2'575	2'575	
J 4	Burgos (de Cura al final: del 21 al final, 29) y Ronda de San Lázaro (hasta Estrada: hasta el 32, 108)	Corral de Cuatro-manos (8) J 5 0'155 J e 2'575 }	145	2'730	0'735	3'455	
J d	Cura (41) y Barrantes (73)	San Antón (32)	146	»	0'730	0'730	
J 3	Burgos (de Berruguete á Cura: del 9 al 19, 29; y del 2 al 10, 23)	J 4 3'455 J d 0'730 }	52	4'185	0'260	4'445	
J c	Berruguete (50)	Mercado, Beneficencia provincial, Plaza de Toros y Estación eológica (384)	434	»	2'170	2'170	Por el Mercado se deja á los demás edificios públicos la dotación de 0'006 litros.
J 2	Burgos (de Herreros á Berruguete: del 1 al 7)	J 3 4'445 J c 2'170 }	40	6'615	0'200	6'815	
J b7	Plaz.ª de Paredes (94) y Plata (del 1 al 3, 8)	»	102	»	0'510	0'510	

Ramales.....	CALLE DE LOS RAMALES	CALLES servidas sin ramal y gastos de los ramales en el origen.	N.º de habitantes en el trayecto..	GASTOS DEL RAMAL: L. al l"			Observaciones.
				en el extremo.	en el trayecto.	en el origen.	
J b3	Mazorqueros (de plazuela de Paredes á final: del 23 al 35, 18; y del 24 al final, 35)	Bondad (94)	147	»	0'735	0'735	
J b2	Mazorqueros (de Empedrada á plazuela de Paredes: del 1 al 21, 95; y del 2 al 22, 59)	Corrales de las Monjas (37) y Salpiedra (30) J b3 0'735 } J b7 0'510 } 1'245	221	1'245	1'105	2'350	
J b6	Valverde.	»	45	»	0'225	0'225	
J b5	Empedrada (de Valverde á final: del 15 al 23, 33; y del 20 al 46, 48) y San Juan de Dios (204)	Corral de las Malvas (65)	350	»	1'750	1'750	
J b4	Empedrada (de Herreros á Valverde: del 1 al 13, 27; y del 2 al 18, 141)	J b5 1'750 } J b6 0'225 } 1'975	168	1'975	0'840	2'815	
J b1	Herreros.	J b4 2'815 } J b2 2'350 } 5'165	221	5'165	1'105	6'270	
J a	Tarasca.	»	20	»	0'100	0'100	
J 1	Don Sancho.	J 2 6'815 } J a 0'100 } 13'185 J b1 6'270 }	135	13'185	0'675	13'860	
I d	Mayor antigua (de Escuela á S. Miguel: del 79 al 101, 78; y del 122 al 140, 35)	»	113	»	0'565	0'565	
I 4	Escuela (de Parra á Mayor antigua: del 19 al 21)	I d 0'565 l. Portillo de D.ª Maria (70) Orilla del Río (de Puente á Marqués de Albaida, 113) 183 hab. 0'915 l. Corral 1.º (39) y 2.º de S. Miguel (23) y plaz.ª de S. Miguel (91)	6	1'480	0'030	1'510	
I c	Parra (173)	»	326	»	1'630	1'630	
I 3	Escuela (hasta Parra: del 1 al 17)	I 4 1'510 } I c 1'630 } 3'140	71	3'140	0'355	3'495	Sin Seminario.
I b3	Trompadero.	»	150	»	0'750	0'750	
I b2	Plaz.ª de S. Miguel (39) y Mayor antig.ª (de S. Miguel á Marqués de Albaida: del 103 al 135 125; y del 142 al 160, 64)	»	228	»	1'140	1'140	
I b1	Zurradores (223) corral de Zurradores (21) y Doctrinos.	I b2 1'140 } I b3 0'750 } 1'890	244	1'890	1'220	3'110	
I 2	Plazuela de la Compañía.	I 3 3'495 } I b1 3'110 } 6'605	8	6'605	0'040	6'645	
I a2	S. Márcos (de Cordón á Puente del 3 al 17, 35; y del 12 al final, 28) y plazuela del Cordón (15)	Plaz.ª del Puente (68) Mayor antigua de S. Marcos á Escuela: del 69 al 77, 8; y del 112 al 120, 36; Orilla del Río (de Puente á Baños, 39) 151 hab.	428	0'755	1'440	2'195	Se incluye el Seminario con 350 habitantes á 0'003 litros.
I a3	Arbol del Paraiso.	»	140	»	0'700	0'700	
I a1	Gil de Fuentes (del 2 al 6, 19) y S. Márcos hasta Cordón (40)	I a2 2'195 } I a3 0'700 } 2'895	59	2'895	0'295	3'190	

Ramales.....	CALLE DE LOS RAMALES	CALLES servidas sin ramal y gastos de los ramales en el origen.	N.º de habitantes en el trayecto..	GASTOS DEL RAMAL: L. al 1"			Observaciones.
				en el extremo.	en el trayecto.	en el origen.	
I 1	Cestilla.	I 2 6'645 I a 1 3'190 } 9'835	158	9'835	0'790	10'625	
T 6	Mayor pral. (de Boca-plaza á Cuatro cantones: del 63 al 85 87; y del 94 al 110, 116)	T 7 18'020 I 1 10'625 } 42'505 J 1 13'860	203	42'505	1'015	43'520	
H a	Plaza Mayor (del 1 al 9, 88)	Consistorio (37)	125	,	0'625	0'625	
H 2	Idem (del 10 al final, 171)	Entrada de Oficinas (57)	228	,	1'140	1'140	
H 1	Boca-Plaza.	H 2 1'140 H a 0'625 } 1'765	34	1'765	0'170	1'935	
T 5	Mayor pral. (de S. Francisco á Boca-plaza: del 37 al 61, 19; y del 62 al 92, 173)	Corral de Castaño (3) T 6 43'520 H 1 1'935 } 45'455	195	45'455	0'975	46'430	
G	San Francisco.	"	67	,	0'335	0'335	
T 4	Mayor pral. (de S. Juan á San Francisco: del 33 al 35, 44; y del 42 al 60, 104)	T 5 46'430 G 0'335 } 46'765	148	46'765	0'740	47'505	
F 2	Avenida de Casado del Alisal (169)	Muelle y carretera Castrojeriz (34)	203	,	2'515	2'515	Luz eléctrica 1'5 litros al 1"
F a	Muro (de S. Juan á S. Fran- cisco: del 8 al 14)	"	56	,	0'280	0'280	
F 1	San Juan.	F 2 2'515 F a 0'280 } 2'795	326	2'795	1'630	4'425	
E 4	Mayor antigua (de Santo San Pedro á pla.ª del Puente: del 57 al 67, 63; y del 88 al 110, 114)	"	177	,	0'885	0'885	
E d	Mayor antigua (de Santo San Pedro á Puente: del 53 al 55, 10; y del 64 al 84, 115)	Calleja de Valdesería	125	,	0'625	0'625	
E 3	Ochavo (38) plaz.ª de S. Anto- lín (164) y Arbol del Paraiso (hasta Santo San Pedro)	E 4 0'885 E d 0'625 } 2'280 Valdesería, Gatos y Orilla del Rº (154 h., 0'770 l.)	202	2'280	1'010	3'290	
E c	Gil de Fuentes (del 1 al final y del 8 al final, 139)	Corral de Gil de Fuentes (35)	174	,	0'870	0'870	
E 2	Cuervo.	E 3 3'290 E c 0'870 } 4'160	70	4'160	0'350	4'510	
E b	Barrionuevo (198)	Pedro Romero (28)	226	,	1'130	1'130	
E a	Zapata.	"	166	,	0'830	0'830	
E 1	Carnicerías.	E 2 4'510 E a 0'830 } 6'470 E b 1'130	161	6'470	0'805	7'275	
T 3	Mayor principal (de Soldados á S. Juan: del 19 al 31, 75; y del 28 al 40, 83)	T 4 47'505 E 1 7'275 } 59'205 F 1 4'425	158	59'205	0'790	59'995	
D	Soldados (367) y Muro (del 5 al 7, 23)	Corrales 1.º (15) y 2.º (4) de los Soldados.	409	,	2'045	2'045	

Ramales.....	CALLE DE LOS RAMALES	CALLESSERVIDAS sin ramal y gastos de los ramales en el origen.	N.º de habitantes en el trayecto..	GASTOS DEL RAMAL: L. al 1"			Observaciones.
				en el extremo.	en el trayecto.	en el origen.	
T 2	Mayor pral. (de Pedro Espina á Soldados: del 11 al 17, 41; y del 8 al 26, 132)	T 3 59'995 } D 2'045 } 62'040	173	62'040	0'865	62'905	
C	Calle (117) y plaz.ª de Pedro Espina (63) y Muro (del 1 al 4, 17)	Corrales de los Sábados (34) y de los Viernes (14)	245	"	1'125	1'125	
T 1	Mayor pral. (hasta Pedro Espina: del 1 al 9, 28; y del 2 al 6, 8)	Plazuela de León (16)	52	64'030	0'260	64'290	
B	Cubo.	T 2 62'905 } C 1'126 } 64'030	311	"	1'075	1'075	
A 7	Mayor antigua (de plaz.ª del Hospital á bajada á Puente-cillas: del 46 al 62, 58) y bajada de Puente-cillas (14)	Noviciado del Asilo (120 h. 0'360)	72	0'360	0'360	0'720	Cuartel de Alfonso XII: 250 habtes. á 0'003 litros.
A g	Plazuela del Hospital.	"	118	"	0'590	0'590	
A 6	Mayor antigua (de plaz.ª de Santa Marina á plaz.ª del Hospital: del 25 al 41, 81; y del 24 al 44, 96)	A 7 0'720 } A g 0'590 } 1'310	177	1'310	0'885	2'195	
A f	Mayor antigua (de plaz.ª de Santa Marina á Monjas: del 13 al 23, 35; y del 8 al 22, 47)	"	82	"	0'410	0'410	
A 5	Calle (47) y plaz.ª de Santa Marina (84)	Calle del Cuartel (22)	153	2'605	1'515	4'120	Se agrega por el cuartel de San Fernando: 250 habitantes á 0'003 litros.
A e 4	Monjas (104)	A 6 2'195 } A f 0'410 } 2'605	104	0'580	0'520	1'100	
A e 3	Pastores (de Monjas á final: del 1 al 37, 111; y del 10 al 50, 139)	Mayor antigua (hasta Monjas: del 1 al 11, 41; y del 2 al 6, 75) 116 h.	250	"	1'250	1'250	
A e 2	Pastores (de plaz.ª de S. Pablo á Monjas: del 2 al 8)	"	21	2'350	0'105	2'455	
A e 1	Plazuela de San Pablo.	A e 31'250 } A e 4 1'100 } 2'350	272	0'207	1'360	1'567	
A 4	Arco (de Hospicio á Santa Marina: del 15 al 19)	Carcel (69 h. á 0'003)	30	8'142	0'150	8'292	
A d	Hospicio.	A 5 4'120 } A e 1 1'567 } 8'142 A e 2 2'455 }	141	"	0'705	0'705	
A 3	Arco (de Hospicio á Manflorido: del 9 al 13, 39; y del 4 al 8, 39)	Frente del Cuartel.	78	8'997	0'390	9'387	
A c	Manflorido.	A 4 8'292 } A d 0'705 } 8'997	83	"	0'415	0'415	
A 2	Arco (hasta Manflorido del 1 al 7)	"	16	9'802	0'080	9'882	
A b	Plazuela de Carmelitas (30) y Emperador (72)	A 3 9'387 } A c 0'415 } 9'802	102	0'450	0'510	0'960	
A a	Ramírez.	Hospital (150 h á 0'003)	66	"	0'330	0'330	
A 1	Vireina (174)	"	217	11'172	1'085	11'257	
T o	Tubería de servicio (de los depósitos á la población hasta la plaz.ª de León.	Niños de Coro (24) y corral de Sobremonte (19)	"	76'622	"	76'622	
		A 2 9'882 } A a 0'330 } 11'172 A b 0'960 }					
		T 1 64'290 } A 1 11'257 } 76'622 B 1'075 }					

## III.

Cálculo de las secciones y estado definitivo  
de tuberías.

---

Según acabamos de ver en el cuadro anterior tenemos que tratar tres clases de tuberías: unas, cuyo gasto en el extremo es el mismo que en el origen, estas son las menos; otras que son casi todas las que corresponde á los tramos extremos, que gastan el agua en el trayecto, es decir, que van dejando agua á lo largo de su recorrido para llegar al extremo con un gasto nulo; y otras, que son las que constituyen la mayoría, que consumen agua durante el trayecto ó recorrido de la tubería y tienen gasto en el extremo, que es el que alimenta otros ramales de aguas abajo.

Las tuberías que corresponden al primer grupo son las mas fáciles de calcular; son el caso de la conducción más sencilla: gasto en el extremo y diámetro constante.

Entre las variadas fórmulas que conocemos, la de Prony, la de Barré de Saint-Venant, la monomía de Dupuit, la de Darcy, la de Lévy para los tubos en servicio, la de Weisbach, aplicable á los tubos nuevos y lisos, la de Flamant, para tubos de largo tiempo en servicio, la de Kutter y Ganguillet, elegimos y aplicaremos la de Darcy, por ser la que, comparada con las demás, para el mismo diámetro, el mismo gasto y la misma velocidad exige mayor carga, y por tanto con los mismos datos de carga y gasto deduce diámetros mayores que ninguna otra. Por tanto, haremos uso de la conocida fórmula

$$r j = b_1 u^2 \quad [1]$$

y como el gasto es el producto de la sección por la velocidad media, tendremos la segunda ecuación

$$\mu r^2 u = Q \quad [2]$$

para resolver los problemas, entendiendo que representamos por

- $r$  el radio de la tubería expresado en metros,
- $j$  la carga por metro de recorrido, también en metros,
- $u$  la velocidad media, en metros,
- $Q$  el gasto, expresado en metros cúbicos y
- $b_1$  el coeficiente de resistencia ó rozamiento de los tubos, que varía para cada radio ó diámetro del tubo, y que ya es frecuente

hacerle doble para los tubos viejos ó en servicio en algún tiempo, que el correspondiente á los tubos nuevos y lisos.

Nosotros aplicaremos también el coeficiente  $b_1$  doble que el que dá la tabla de Darcy para cada radio, pues entendemos que toda tubería, al cabo de algún tiempo, ofrecerá en su interior asperezas á que dán lugar los depósitos formados en las paredes de los tubos.

Como en cada caso conocemos la carga, pues hemos supuesto que ha de ser la necesaria para que el agua se eleve sobre el suelo de la calle de 15 á 20 ms. según los casos, y el gasto, eliminando entre las ecuaciones [1] y [2] la velocidad  $u$ , se halla despejando  $r$

$$r^5 = \frac{b_1 Q^2}{\mu^2 j} \quad [3]$$

ecuación de quinto grado en  $r$ , que se resolvería con facilidad, por medio de los logaritmos, si se conociera  $b_1$ . Este coeficiente depende de  $r$ , es decir, tiene un valor particular para cada valor del rádio, y tendremos que operar por tanteos dando un valor á  $b_1$  y deducir el de  $r$ ; comprobando en la tabla de coeficientes de Darcy el correspondiente á este valor de  $r$ , veremos si se aproxima bastante al supuesto de  $b_1$ , si aún no fuera la aproximación grande se aplica este hallado para  $r$  que dará una aproximación mayor del rádio.

Este caso es el más sencillo de resolver, y no indicamos más detalles sobre el cálculo, que además de ser muy conocidos, huelgan aquí.

Hemos dicho que se tenían que calcular también tuberías que consumían ó gastaban en todo el recorrido, trayecto ó ruta el gasto en el origen y al llegar al extremo el gasto se había anulado; esto en la práctica realmente no existe, pues siempre se termina la tubería de modo que dé gasto en el extremo, por pequeño que sea; pero eso no importa para el cálculo.

La manera como se va gastando agua á medida que se aproxima al extremo una sección cualquiera que se considere, es dificilísima de explicar, y en ningún caso tiene expresión algebraica posible; pues á partir del origen el agua absorbida en el trayecto se reparte irregularmente y sin regla fija, ya en gastos, ya en distancias á partir del origen ó extremo; pero para hacer los cálculos con alguna base, ó aproximación, se supone que este servicio en el trayecto es uniforme, es decir, que en cada metro de recorrido queda absorbido el mismo volumen de agua. En rigor, podría considerarse una tubería como la de referencia, lo mismo que una tubería maestra que en puntos determinados de su longitud alimenta los ramales principales de distribución, aquí las acometidas de las instalaciones particulares; pero esto

es sumamente engorroso y pesado, además de no ser nada práctico. Lo corriente, como decimos, es calcular la tubería como una conducción simple con servicio de ruta uniforme, y aun se agrega el particular de que el diámetro sea constante, pues las reducciones de diámetro en las tuberías se dejan para las bifurcaciones ó para tramos de mucha longitud, que se dividen en otros dos ó tres de distintos diámetros, por las vulgares reducciones llamadas tubos cónicos.

Esto supuesto; si llamamos  $q$  el volumen constante de agua consumido en la unidad de longitud  $l$ , y  $Q$  es el gasto total en el origen, será  $Q=q.l$  ó  $q=\frac{Q}{l}$ ; y á medida que consideremos secciones que vayan separándose del origen, el gasto  $q.l$  y la velocidad irán disminuyendo hasta anularse al llegar al extremo. En general, siendo  $s$  una longitud cualquiera contada á partir del extremo de la tubería, que puede variar, por tanto desde  $0$  á  $l$ , el gasto en la sección á la distancia  $s$  del extremo, será  $q.s$ , y variará de  $0$  á  $q.l$ .

La fórmula general del movimiento variado en los tubos es

$$dy = \frac{u du}{g} + \frac{b_1 u^2}{r} ds$$

siendo  $y$  la carga, el primer término del segundo miembro la altura debida á la velocidad en el origen de la conducción, que por ser muy pequeña con relación á las pérdidas de carga debidas á los rozamientos, expresadas por el segundo término, se desprecia en los cálculos, con lo que se simplifican bastante; la velocidad  $u$  en una sección cualquiera á la distancia  $s$  del origen es  $\frac{q s}{\mu r^2}$ , luego

$$dy = \frac{b_1 q^2}{\mu^2 r^5} s^2 ds$$

que integrado entre los límites  $0$  y  $l$

$$y = \frac{b_1 q^2}{\mu^2 r^5} \int_0^l s^2 ds$$

dá el valor de la carga total que, haciendo abstracción del signo, es

$$y = \frac{b_1 q^2}{\mu^2 r^5} \cdot \frac{l^3}{3} \text{ y como } q = \frac{Q}{l}$$

$$y = \frac{b_1 Q^2}{\mu^2 r^5} \cdot \frac{1}{3} \quad [4]$$

fórmula que nos hará resolver los problemas que de estos ejemplos ocurran.

Por último; hemos dicho que se presentan en mayoría tuberías que gastan en el extremo, primer caso, y durante su recorrido, segundo; por consiguiente, el servicio es mixto, y por idénticas razones que antes se supone también el diámetro constante.

Supongamos las mismas notaciones que antes: como el gasto  $Q$  en el extremo es común á todas las secciones que se consideren, el gasto en general en una sección cualquiera á la distancia  $s$  del extremo, será

$$Q + qs \quad \text{ó bien} \quad Q + \frac{Q'}{l} \cdot s$$

y por consecuencia, la velocidad  $u = \frac{Q + \frac{Q'}{l} s}{\mu r^2}$

Sustituyendo este valor de  $u$  en la ecuación diferencial ya indicada, del movimiento variado, despreciando el primer término del segundo miembro, como antes, é integrando entre los mismos límites  $0$  y  $l$ ,

$$y = \frac{b_1}{\mu^2 r^5} \int_0^l \left( Q + \frac{Q' \cdot s}{l} \right)^2 ds = \frac{b_1 l}{\mu^2 r^5} \left( Q^2 + Q Q' + \frac{Q'^2}{3} \right) \quad [A]$$

Esta fórmula del valor de la carga  $y$ , carga que, como es sabido, es la diferencia de los niveles piezométricos del origen y del extremo, no resulta nada cómoda en la práctica; para eso busquemos una conducción equivalente, es decir, una tubería simple de gasto en el extremo, que con la misma carga dé el mismo gasto.

Supongamos que el gasto en el extremo de esta tubería sea  $Q_1$ ; la fórmula [3] dá  $j = \frac{b_1 Q_1^2}{\mu^2 r^5}$  y siendo  $j$  la carga por metro de recorrido de la tubería, multiplicando ambos miembros por  $l$ , el producto  $j \cdot l$  será la carga total; luego

$$y = \frac{b_1 \cdot l}{\mu^2 r^5} \cdot Q_1^2 \quad [B]$$

Comparando las ecuaciones [A] y [B] se deduce

$$Q_1^2 = Q^2 + Q Q' + \frac{Q'^2}{3}$$

y teniendo en cuenta que

$$\frac{Q'^2}{3} > \frac{Q'^2}{4} \quad \text{y} \quad Q^2 + Q Q' + \frac{Q'^2}{4} = \left( Q + \frac{1}{2} Q' \right)^2$$

será

$$Q_1 > Q + \frac{1}{2} Q'$$

y considerando que  $\frac{Q'}{V_3} > \frac{Q'}{2}$  será  $Q_1 < Q + \frac{Q'}{V_3}$

luego  $Q_1$  está comprendido entre  $Q + 0.50 Q'$  y  $Q + 0.57 Q'$  en la práctica puede suponerse con bastante aproximación, aunque con algo de exceso,

$$Q_1 = Q + 0.55 Q'$$

Por tanto, la fórmula [A] del servicio mixto puede reducirse á la [B] haciendo el gasto en el extremo igual al que realmente tiene aumentado del 0'55 del servicio total del trayecto.

Según, pues, los casos calculamos las tuberías por unas ú otras fórmulas, y los resultados de labor tan prolija les exponemos en el estado siguiente, en el que se expresa también la longitud  $L'$ , algo superior a la verdadera,  $L$ , de cada tramo, para atender á las pérdidas de carga, debidas á las bifurcaciones, cambios de dirección, llaves, etc. y demás causas que tienden á reducir la carga, que, como ya dijimos ántes, no calculamos con detalle, por influir poco en relación á la pérdida de carga por los rozamientos.

Estado del cálculo de las tuberías.

Ramal.	Gastos al 1' en metros cúbicos.			LONGITUD		Carga calculada en el origen de la plaza de León.	Pérdida de carga entre el origen y extremo.	Altura de agua sobre la calle en el		Diámetro.
	En el origen.	En el trayecto.	En el extremo.	Equivalente al servicio mixto.	Real.			Para el cálculo.	origen.	
	Q'	Q	Q	$Q_1 = 0.5 \cdot Q^{0.550}$	L	L'	m	m	m	D
T 0	0'076 622		0'076 622		1.654'13	1.850	5'770	24'230	24'230	46
T 1	0'064 290	0'000 260	0'064 030	0'064 173	67'85	70	0'308	24'132	24'132	40
T 2	0'062 905	0'000 865	0'062 040	0'062 515	79'95	80	0'295	23'805	23'805	40
T 3	0'059 995	0'000 790	0'059 205	0'059 639	81'55	82	0'312	23'593	23'593	40
T 4	0'047 505	0'000 740	0'046 765	0'047 172	51'95	52	0'123	23'525	23'525	40
T 5	0'046 430	0'000 715	0'045 455	0'045 991	105'20	107	0'242	23'891	23'891	40
T 6	0'043 520	0'001 015	0'042 505	0'043 063	77'77	80	0'158	24'045	24'045	26
T 7	0'018 020	0'001 370	0'016 650	0'017 403	126'63	130	0'370	24'045	24'045	26
T 8	0'016 425	0'000 720	0'015 705	0'016 101	41'57	43	0'106	23'917	23'917	26
T 9	0'014 830	0'001 575	0'013 255	0'014 121	101'44	105	0'200	22'525	22'525	18
T 10	0'010 805	0'002 355	0'008 450	0'009 745	385'70	390	2'309	21'892	21'892	18
T 11	0'002 220	0'001 860	0'000 360	0'001 383	187'70	200	1'591	21'892	21'892	8
A 1	0'011 257	0'001 085	0'011 172	0'011 768	214'86	217	1'873	20'195	20'195	18
A 2	0'009 882	0'000 080	0'009 802	0'009 846	67	70	0'635	18'866	18'866	16
A 3	0'009 387	0'000 390	0'008 997	0'009 211	46'20	47	0'426	18'822	18'822	16
A 4	0'008 292	0'000 150	0'008 142	0'008 224	53'56	55	0'398	18'822	18'822	12
A 5	0'004 120	0'001 515	0'002 605	0'003 438	190'35	195	1'159	18'351	18'351	10
A 6	0'002 195	0'000 885	0'001 310	0'001 796	148'70	152	0'630	16'605	16'605	6
A 7	0'000 720	0'000 360	0'000 360	0'000 558	80'20	81	0'485	20'381	20'381	6
A a	0'000 330	0'000 330			142'78	147	0'102	19'995	19'995	6
A b	0'000 960	0'000 510	0'000 450	0'000 730	78'45	80	0'820	18'866	18'866	6
A c	0'000 415	0'000 415			125	125	0'138	18'847	18'847	6
A d	0'000 705	0'000 705			205	205	0'653	17'399	17'399	6
A e1	0'001 567	0'001 360	0'000 207	0'000 955	132'25	135	2'370	18'822	18'822	8
A e2	0'002 455	0'000 105	0'002 350	0'002 407	57	60	1'446	18'120	18'120	6
A e3	0'001 250	0'000 520	0'000 580	0'000 866	175'60	180	1'804	18'120	18'120	6
A e4	0'001 100	0'000 520			155'25	158	2'281	15'841	15'841	6
A f	0'000 410	0'000 410			94'80	100	0'107	18'112	18'112	6
A g	0'000 590	0'000 590			80	83	0'185	16'030	16'030	6
B	0'001 075	0'001 075			120	125	0'917	24'230	24'230	6
C	0'001 125	0'001 125			238'20	245	1'990	23'132	23'132	6
D	0'002 045	0'002 045			278'75	285	7'649	15'626	15'626	6
E 1	0'007 275	0'008 805	0'006 470	0'006 912	84'50	90	0'460	23'593	23'593	16
E 2	0'004 510	0'000 350	0'004 160	0'004 352	80'50	83	0'791	21'642	21'642	12
E 3	0'003 290	0'001 010	0'002 280	0'002 835	253'50	256	2'673	20'484	20'484	10

E 4	0'000 885	0'000 885			107'50	110	0'552	20'695	20'695	6
E a	0'000 830	0'000 830			175	180	0'794	21'642	21'642	6
E b	0'001 130	0'001 130			231'20	235	1'925	21'642	21'642	6
E c	0'000 870	0'000 870			170	175	0'850	20'484	20'484	6
E d	0'000 625	0'000 625			118'50	123	0'308	20'695	20'695	6
F 1	0'004 425	0'001 630	0'002 795	0'003 691	243'55	246	0'759	23'593	23'593	14
F 2	0'002 515	0'002 515			404'55	450	3'940	22'309	22'309	8
F a	0'000 280	0'000 280			110	113	0'566	22'309	22'309	6
G	0'000 335	0'000 335			200'10	205	0'147	23'525	23'525	6
H 1	0'001 935	0'001 140	0'001 765	0'001 858	34'50	38	0'170	23'891	23'891	10
H 2	0'001 140	0'000 625			115'85	120	1'000	22'495	22'495	6
I 1	0'010 625	0'000 790	0'009 835	0'010 269	64	68	0'170	22'495	22'495	6
I 2	0'006 645	0'000 040	0'006 605	0'006 627	81'50	87	0'372	24'045	24'045	18
I 3	0'003 495	0'000 355	0'003 140	0'003 335	24'05	28	0'619	22'247	22'247	12
I 4	0'001 510	0'000 030	0'001 480	0'001 496	98'90	100	4'629	18'304	18'304	8
I a1	0'003 190	0'000 295	0'002 895	0'003 057	62'80	65	0'605	20'206	20'206	8
I a2	0'002 195	0'001 440	0'000 755	0'001 547	141'10	146	1'772	22'247	22'247	10
I a3	0'000 700	0'000 000			94'40	96	4'423	21'145	21'145	6
I b1	0'003 110	0'001 220	0'001 890	0'002 561	126'10	132	0'415	19'750	19'750	6
I b2	0'001 140	0'001 140			197'60	202	5'514	21'338	21'338	8
I b3	0'001 630	0'000 750			148'20	152	1'267	16'617	16'617	6
I c	0'001 750	0'000 750			80'70	84	0'303	16'617	16'617	6
I d	0'000 565	0'000 565			78'40	82	1'397	18'304	18'304	6
J 1	0'013 860	0'000 675	0'013 185	0'013 556	84'20	88	0'180	20'206	20'206	6
J 2	0'004 815	0'000 200	0'006 615	0'006 725	121	125	1'432	24'045	24'045	18
J 3	0'004 455	0'000 260	0'004 185	0'004 328	52'50	55	1'252	20'903	20'903	12
J 4	0'003 455	0'000 200	0'002 730	0'003 128	65	70	0'660	20'011	20'011	12
J 5	0'003 155	0'000 155			275	280	3'558	19'631	19'631	10
J a	0'000 100	0'000 100			120	125	0'019	16'963	16'963	6
J b1	0'006 270	0'001 105	0'005 165	0'005 772	42	45	0'002	20'701	20'701	6
J b2	0'002 350	0'001 105	0'001 245	0'001 852	229'50	235	3'941	17'022	17'022	12
J b3	0'006 735	0'000 735			116	120	0'534	17'922	17'922	10
J b4	0'022 815	0'000 840	0'001 975	0'002 437	89	92	0'318	18'288	18'288	6
J b5	0'001 750	0'001 750			83'70	85	0'655	17'922	17'922	10
J b6	0'000 225	0'000 225			149	152	2'986	16'357	16'357	6
J b7	0'000 510	0'000 510			83	85	0'027	16'357	16'357	6
J c	0'002 170	0'002 170			108	110	0'141	18'288	18'288	6
J d	0'000 730	0'000 730			195	200	0'684	19'631	19'631	6
J e	0'002 575	0'002 575			229	232	0'666	16'903	16'903	6
K	0'000 225	0'000 225			127	130	0'042	24'045	24'045	6
L	0'000 875	0'000 875			204	208	1'022	23'917	23'917	6
M	0'002 100	0'002 100			267'50	270	7'635	22'525	22'525	6
N	0'000 350	0'000 350			84	85	0'066	22'525	22'525	6
O	0'001 785	0'001 785			332	335	6'847	21'892	21'892	6
P 1	0'004 445	0'000 735	0'003 710	0'004 114	137	140	1'192	21'892	21'892	6
P 2	0'001 520	0'001 520			260	263	3'898	19'980	19'980	12
P a	0'002 190	0'002 190			302	308	2'048	19'980	19'980	8

Algunos de estos diámetros no les adoptamos como definitivos; pues para sujetarnos á los diámetros que dan las fábricas, estableceremos la escala de 6, 8, 10, 12'50, 15, 16, 18, 27'50, 40 y 46 cms., tomando el inmediato superior para diámetro definitivo de aquel que no esté en esta escala.

No formamos estados de alineaciones y rasantes para cada ramal por el gran número de estos y la pesadez de trabajo tan prolijo, mucho más cuando en los planos se detallan el trazado general y particular de cada tramo; solo haremos aquí un resumen de tuberías, advirtiendo que no entran más que las que constituyen la red de distribución, separando, por tanto, las tuberías de impulsión y de conducción á la ciudad, y bien entendido que en estos resúmenes conceptuamos las tuberías medidas de eje á eje y sin descontar la longitud correspondiente á las llaves y piezas especiales.

### *Resumen de tuberías de la ciudad*

Número de metros de tubería de 40 cms. de diámetro. . . .				464'27
id.	id.	id.	27'50	id. . . . . 269'64
id.	id.	id.	18	id. . . . . 803'06
id.	id.	id.	16	id. . . . . 251'26
id.	id.	id.	15	id. . . . . 243'55
id.	id.	id.	12'50	id. . . . . 778'90
id.	id.	id.	10	id. . . . . 1.281'50
id.	id.	id.	8	id. . . . . 1.313'55
id.	id.	id.	6	id. . . . . 6.011'33
Total de metros de tubería en la ciudad. . . .				11.417'06

#### IV.

### *Materiales que habrán de emplearse en la canalización.*

Está fuera de duda que la forma circular en los tubos es la única; un constructor de Manchester ha propuesto la construcción de los tubos de sección elíptica, pero en la práctica, aparte las dificultades de fabricación, no pueden dar resultado alguno bueno; la sección circular, por de pronto, es la que en igualdad de superficie ó área tiene menos perímetro; los rozamientos, por consecuencia, serán me-

nores que en ninguna otra sección en la circular, y este es un dato importantísimo que en toda distribución exige grandes cuidados.

Lo único que podemos discutir es la elección del material que haya de emplearse en la distribución; no la forma de la sección transversal.

Separando los tubos de madera, que han sido empleados en diversas épocas y varios países, como en Londres, donde la canalización en madera alcanzaba una longitud de más de 400 millas, y en Detroit (Estados Unidos) donde había hasta hace poco tiempo 130 millas de tubos de madera, y los de plomo, tan usados por los romanos, por no poder fabricarse en grandes diámetros y ser aplastados, en cambio, por el peso de las tierras, la industria ofrece hoy para las conducciones de agua los tubos de alfarería y tierra cocida, los de cemento, los de hierro ó acero, los de cemento armado y los de fundición, principalmente.

Los tubos de tierra cocida están llamados á llenar una gran misión, pero es en los servicios de desagüe ó saneamiento de la habitación donde tienen su destino propio. En general, no convienen para los conductos de distribución, ni para las conducciones forzadas, no porque no resistan á grandes presiones; aquí mismo, en Palencia, se han probado tubos de grés que han resistido más de 20 atmósferas de presión sin señal de rotura, sino por la dificultad de obtener con estos tubos una unión perfecta que no deje paso al agua. El punto debil de estas tuberías está en las uniones; nunca se logra una unión ó adherencia íntima entre el cemento, aunque se le comprima, y el material de tierra ó barro cocido, y resulta que, á la corta ó á la larga, las uniones dejan perder mucha agua, causa de que algunas conducciones de este género se hayan sustituido por otro material.

Los tubos de cemento tienen gran importancia, pero su uso propio está indicado también para el alcantarillado ó para conducciones en que el agua está sometida á muy baja presión, y eso con la condición de que las juntas se hagan con todo esmero. Se ha observado en muchos tubos de cemento regulares aplastamientos ó dislocaciones que terminan por hacer fisuras, ya en sentido longitudinal ó transversal, que alteran la buena condición que debe reunir todo tubo en una distribución; pero un inconveniente notado con más frecuencia es la permeabilidad de los tubos de cemento; cuando el mortero de cemento no es de primera calidad, ó ha sido poco comprimido, la masa del material al cabo de algún tiempo se vuelve porosa, y sometida á una regular presión deja paso al agua, por lo que la pérdida de esta se hace considerable. Esto no importa para que los cementos rápidos

hayan dado algunos resultados excelentes en varios casos; el sistema siempre será mirado con algo de prevención.

Los tubos de chapa de hierro ó de acero no son de un uso corriente en las distribuciones de agua; tenemos, sin embargo, algunas conducciones hechas en España con material de esta clase. Para pequeños diámetros son muy ventajosos, pero están más expuestos á la oxidación que los tubos de fundición, á los que pretenden sustituir; pues no es raro pierdan ó se altere la capa de betún que les preserva exteriormente de la oxidación. Un tipo de esta clase de tubos es el tubo Chameroy. Estos tubos se forman con chapas de palastro moldeadas al diámetro correspondiente, remachadas y soldadas según una generatriz del cilindro; van revestidos interiormente de una capa de barniz ó betún mineral y cera de 1 á 2 milímetros de espesor, y exteriormente llevan también otro revestimiento de betún de 1 á 2 centímetros de grueso, facilitándose la adherencia del asfalto y la chapa por medio de una cuerda de cáñamo que se enrolla en esta. La junta más generalmente usada en estas tuberías, que es un enchufe preciso,—para el que se hacen unas pequeñas ranuras en el macho, en las cuales se enrollan algunas hebras de cáñamo, lográndose el ajuste por medio de una palanca,—es una junta muy rígida, y las tuberías llevan también el inconveniente de que las tomas de agua para las instalaciones particulares se hacen muy difícilmente, colocada ya la tubería, por lo que antes hay que pegar á los tubos las tubuluras necesarias, que mientras no se empalme en ellas ramal alguno quedan cerradas con tapón de rosca.

Las tuberías de cemento armado ó sidero-cemento, material que empieza á tomar ahora algunos vuelos, convienen muy bien para grandes diámetros, y en este sentido se han hecho aplicaciones importantes, que han dado resultados muy satisfactorios.

Los tubos de fundición son el mejor material para toda clase de distribuciones de agua con alguna presión; la fundición se moldea fácilmente y es susceptible de adquirir todas las formas que se deseen, su resistencia es muy grande, su duración casi ilimitada, pues el agua la ataca pocas veces, las juntas son fáciles de ejecutar y practicadas con esmero pueden llegar á ser perfectamente impermeables. Este es el material que nosotros proponemos en nuestro proyecto.

Las juntas que se han ideado para unir los tubos de fundición son muy numerosas: las juntas forzadas, usadas mucho en Inglaterra, que se logran torneando los extremos de los tubos dándoles una forma ligeramente cónica, entrando uno en la cabeza de otro golpeando con un mazo el tubo que se enchufa; la junta esférica de mucha precisión

y mucha flexibilidad; las juntas de caucho, entre las que se cuentan la junta Marini y la Delperdange, muy recomendables, pero costosas; la junta universal Gibault, la Lavril, la Somzée y algunas más, tienen sus ventajas y sus inconvenientes, pero las juntas sancionadas por la práctica, los sistemas más extendidos son las juntas de enchufe y cordón, las de bridas y las obtenidas por manguitos ó sortijas, que no hemos de detallar aquí por ser muy conocidas y estar bien determinadas en el pliego de condiciones facultativas. La junta más general será la de enchufe y cordón, es la más flexible; la de bridas la dejamos para las uniones de piezas especiales que pueden ser fácilmente renovadas; la de manguitos se empleará solamente en los casos en que haya que partir los tubos para adaptarlos á dimensiones fijas.

Las piezas de tubería fabricadas de fundición no deben quedar desnudas de toda capa protectora; el óxido la atacaría y formaría incrustaciones en contacto de las tierras de la zanja, que tenderían á la descomposición del material. Este inconveniente se evita revisitando la fundición de un barniz hidrófugo, por un alquitranado ó asfaltado obtenido introduciendo las piezas en un baño caliente de ese material, de modo que se recubran las superficies de dichas piezas.

En las tuberías es muy conveniente calcular el espesor normal, no tan sólo para estar seguros de la resistencia de los tubos, sino también para no dar gruesos exagerados que aumentan el peso de las piezas y, por tanto, su precio.

Este espesor se calcula por medio de fórmulas empíricas, por las cuales se admite que la resistencia de la fundición á la rotura por tracción es de 12 á 14 millones de kilogramos por metro cuadrado; si tomamos la menor de estas dos cifras y hacemos que el coeficiente de seguridad no exceda de la cuarta parte de la carga de rotura, se podrá usar la fórmula:

$$e = 0'000\ 16\ D\ H$$

en la cual  $e$ , el espesor de los tubos, viene dado en función del diámetro  $D$ , y de la presión hidrostática  $H$ , expresada en metros. Pero al valor así obtenido para  $e$  será preciso agregarle una cierta constante, á fin de tener en cuenta los efectos dinámicos á los cuales la conducción estará expuesta; se puede, por tanto, establecer como fórmula más completa

$$e = K + 0'000\ 16\ D\ H$$

Aún para mayor seguridad se suele dar á  $H$  un valor superior á la presión real, y se le aumenta en 10 á 20 metros.

D' Aubuisson hacía uso de la fórmula:  $e = 0'010 + 0'015\ D$  para

presiones moderadas; Genieys dá esta otra:  $e = 0'010 + 0'007 D$ ; según G. Bechmann en su tratado sobre las «Distributions d' eau» la mayor parte de las tuberías de París tienen espesores que corresponden á la fórmula  $e = 0'008 + 0'016 D$ , estando ensayadas á 15 atmósferas; según A. Debauxe en su reciente obra sobre «Distributions d' eau Egouts»

$$e = 0'008 + 0'0016 n D$$

es la fórmula que se aplica en París, en la que  $n$ , que es la presión normal expresada en atmósferas, se hace también igual á 15.

Cualquiera de estas fórmulas puede aplicarse al cálculo del espesor normal de los tubos.

Los detalles de todas clases de los tubos les hemos dibujado en la hoja número 25 de los planos, donde además de verse los tubos ordinarios de enchufe y cordón, están todas las piezas especiales que pueden emplearse en la conducción, como piezas con ramales laterales, reducciones, cruces, manguitos de piezas y de una sola pieza, ventosas, etc. No se ha dibujado más que un tipo de cada clase; pues no habría más que variar la escala para tener los correspondientes á los distintos diámetros de tuberías.

Algunos datos de los tubos rectos les exponemos á continuación:

### *Tubos de enchufe y cordón.*

Diámetro interior del tubo D. . . . .	cm.	6	8	10	12'50	15	16	18	27'50	40	46
Diámetro interior del enchufe D <sup>2</sup> . . . . .	mm.	93	116	136	162	190	201	222	325	453	516
Longitud interior del enchufe t. . . . .	mm.	80	84	88	91	94	100	110	110	110	110
Longitud útil del tubo. . . . .	m.	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4
Peso de un tubo. . . . .	kg.	30	60	75	96	120	132	159	270	560	680
Peso por metro útil de tubo. . . . .	kg.	15	20	25	32	40	44	53	90	140	170

## Tubos de brida.

Diámetro interior del tubo D. . . . .	cm.	6	8	10	12'50	15	16	18	27'50	40	46
Diámetro exterior de la brida D'. . . . .	mm.	175	200	230	260	290	308	330	440	582	632
Diámetro del centro del círculo de los agujeros D'' . . . . .	mm.	135	160	180	210	240	255	280	380	520	570
Diámetro de los tornillos . . . . .	mm.	15'5	15'5	19	19	19	22	22	22	23	23
Número de tornillos . . . . .	piezas	4	4	4	4	6	6	6	8	10	10
Diámetro de los agujeros para los tornillos . . . . .	mm.	17	17	21	21	21	24	24	24	25	25

La longitud de los tubos igual que la de enchufe y cordón; los pesos por tubo y por metro lineal un poco más elevados que los de enchufe.

Un accesorio muy importante en las distribuciones de agua está constituido por el juego de llaves de paso que incomunican las tuberías; en la hoja de los planos número 26, hemos dibujado dos modelos de llaves que servirán de tipo según los diámetros de tuberías; las correderas ó compuertas, los casquillos, los husillos, las tuercas donde estos se introducen, en general, todas las piezas que experimentan roces son de bronce, de la composición que se indica en el pliego de condiciones facultativas; el resto, es de fundición. En los dibujos quedan bien definidas sus formas, y no las detallamos más aquí.

Estas llaves irán encerradas en arquetas de fabrica de ladrillo de una asta de espesor, con una corona de sillarejo sobre la que apoya la losa de tapa donde vá colocado el cierre. Los modelos de las tres arquetas que se proponen, según los diámetros de las llaves de paso, y los detalles de los cierres están dibujados también en la referida hoja número 26 y nos relevan de toda prolija descripción.

Por último; debemos indicar como deben hacerse las tomas de agua en las tuberías generales para servir las instalaciones particulares. Llamamos así el conjunto de tuberías que arrancando de las generales de la distribución, conducen el agua á las casas, á las bocas de riego, y, en general, á todos aquellos puntos en que ya se hace especial el uso del agua.

La toma se hará en la tubería de la distribución practicando en el tubo un taladro de sección circular, del diámetro correspondiente al de la instalación particular, y se adaptará sobre aquel tubo, rodeándole por completo, una sortija, con el hueco conveniente y roscado, para

enchufar en él la tubería particular, sujetando la llanta que forma la sortija, por medio de tornillos que la compriman contra el tubo, no sin que en el intermedio se coloque una buena tira de cuero engrasado, y se revistan las juntas con mastic, á fin de evitar las fugas de aguas.

En la tubería de instalación particular se colocará en la calle llave de paso, á excepción de las correspondientes á las bocas de riego, que no llevarán aparato interceptor alguno, y detrás de aquella, se hará la distribución en la casa, colocando inmediatamente después de su paso el contador ó llave de aforo, si hubiera necesidad de este aparato.

No detallamos una instalación particular, porque además de ser sencilla se completa con el desagüe; pero sí hemos de advertir, que los robinetes y grifos de las tuberías deben, además de ser de cierre automático, para evitar despilfarro inútil de agua, ser de movimiento lento, con objeto de preveer los golpes de ariete que se verifican por las maniobras rápidas de las llaves, y que tienden á destruir la canalización. Al poner en explotación la distribución se estudiaría una reglamentación especial que abarcara y comprendiera disposiciones convenientes, para evitar perjudiciales maniobras ó usos de mala fé en el empleo del agua.

Las bocas de riego que acometen hoy en la tubería general del actual abastecimiento, se harían acometer en la del proyecto, según fuera ejecutándose el tendido de tuberías en las calles, sin más obras que las necesarias hasta poder verificar los empalmes.

Ninguna de estas obras particulares vá incluida en la distribución; ésta llevará el agua á casi todas las calles; pero los accesorios de las tomas especiales ya para destinar el agua á un servicio público, ó privado, serán de cuenta del Ayuntamiento ó de los propietarios de las casas; no es posible en una distribución tener en cuenta detalles tan nimios y tan pequeños.

# CAPÍTULO VI.

## *Parte administrativa del proyecto.*

---

### I

#### Forma de presentación del proyecto.

---



ENIENDO en cuenta que las obras objeto de este proyecto, pudieran ser ejecutadas por el Ayuntamiento por medio de contrata, hemos sujetado la redacción de los cuatro documentos de que consta aquel á las disposiciones oficiales compatibles con el orden que habíamos de dar á este trabajo.

En el documento número 1, memoria descriptiva, que es el presente documento, explicamos con algún detallé los puntos capitales que habíamos de tener presente al proceder al estudio; conocido y razonado el criterio que habíamos de seguir, la descripción de las obras la hacemos muy brevemente, no solo por evitar confusiones, sino también porque el documento gráfico, los planos, el documento número 2, detalla todas las obras con la claridad propia del dibujo. No hemos omitido en los planos particular alguno; abrazan por completo todo el desarrollo dado á las obras, pero por evitar repeticiones inútiles no dibujamos más que una série de modelos para tuberías que puede adaptarse á los diferentes diámetros que definitivamente se proponen variando la escala.

El documento número 3 particulariza las condiciones facultativas y económicas que han de regir en la ejecución de las obras, y para mayor orden las dividimos en dos pliegos, uno que contiene solo las facultativas y otro las económicas.

Aquel, siguiendo los formularios oficiales, le subdividimos en cinco capítulos que agrupan convenientemente la descripción de las obras

las condiciones que deben reunir los materiales y su manipulación, el modo de emplear los materiales en obra, la manera de medir y abonar las obras y las disposiciones generales, que en conjunto constituyen los cinco capítulos de que consta el pliego de condiciones facultativas.

El pliego de condiciones económicas también queda subdividido en otros cinco capítulos que separadamente tratan de las disposiciones generales, de la ejecución de las obras, de la manera de pagar las obras, de las modificaciones del proyecto y de las recepciones y liquidación final del importe de los trabajos.

Todos estos documentos creemos quedan lo suficientemente detallados para evitar toda clase de dudas en la ejecución de las obras.

El documento número 4, Presupuesto, vá en la forma que se expresa.

## II.

### Presupuesto.—Justificación de precios.—Importe del presupuesto.

Consta el presupuesto de tres capítulos: Mediciones, Cuadros de precios y Presupuesto general.

Lo mismo los estados de mediciones que el presupuesto general están redactados por obras particulares, sin embargo de hacer en el segundo los resúmenes propios á determinar la cifra total importe de la realización de todas las obras.

Se expresan, por tanto, separadamente la superficie de terreno ocupada por las obras, y las distintas unidades de obra que entran á componer cada una de las particulares, como son la toma de aguas, la casa de máquinas, los depósitos, las tuberías de impulsión y de servicio y la red de tuberías de la ciudad, cuyo presupuesto se estudia por ramales particulares.

Hemos hecho resúmenes por obras y no por unidades de obra, por no encontrar nada beneficiosos los segundos; en el presupuesto general ván á hallarse totales, importes de obras, y lo que menos puede importarnos es entresacar de los presupuestos parciales cifras para agruparlas de modo que nada positivo digan.

Esto indicado, hemos de advertir que en algunas unidades de obra, como las arquetas de fábrica para encerrar las llaves de las tuberías en la ciudad se suponen, para aplicar un solo precio, profundidades

medias, y que cada ramal de tubería lleva los detalles propios á la prolongación de otro ramal; es decir, que puede funcionar sin que se hallen instalados los de aguas abajo.

En los cuadros de precios detallamos: los precios de jornales y transportes en el núm. 1, en el 2 los precios de los materiales á pié de obra generalmente, en el 3 los precios asignados á las diferentes unidades de obra, es decir, los precios á todo coste, cuyo estudio ó composición detallada se hace en el cuadro número 4. No haría falta más justificación de precios que dicho cuadro; pero algunos de ellos merecen un estudio especial, que no podría detallarse en aquel documento, por lo que hacemos aquí la explicación de unos cuantos.

## ❧ PRECIOS. ❧

### *Número 1.*

**Area de expropiación de terreno.**—Dada la pequeña importancia de la superficie de terreno á expropiar y abarcando para las tuberías de impulsión y de servicio á la ciudad, un ancho de 3 metros, creemos oportuno señalar para valor de la hectarea 1.250 pesetas, precio sumamente excesivo teniendo en cuenta que las tierras no pueden considerarse más que de 2.<sup>a</sup> clase y en mayoría de 3.<sup>a</sup>; pero las parcelas ó fajas de terreno á expropiar son pequeñas, por cuyo motivo, dámos por término medio, el valor de la área en 12'50 pesetas.

### *Número 2.*

**Metro cúbico de excavación en zanjas para acueducto y pozos.**—Comprende este precio la cava, la elevación de las tierras á la altura media de dos metros, la extracción de los productos procedentes de las zanjas del acueducto y pozos y algunas entibaciones que puedan hacer falta, según la profundidad de las zanjas y calidad del terreno.

La cava, en el terreno corriente en que han de practicarse las excavaciones, puede suponerse á 0'50 pesetas el metro cúbico, suponiendo que un bracero ú obrero del campo gane 1'75 pesetas de jornal y haga 3'50 metros cúbicos diarios, incluyendo el arreglo de la herramienta.

El precio de la elevación le deducimos de la fórmula  $0'015 (h + 30) J$ , en la que  $h = 2$  ms. es la altura media de elevación de las tierras y  $J = 1'75$  pesetas el jornal del bracero, por lo que se obtiene  $0'328$  pesetas para precio de elevación que hacemos llegar á  $0'35$  pesetas por la reparación de herramientas. En muchos casos la elevación se hará á pala, lo que abarata algo el precio, pero en cambio la extracción ó extendido de las tierras se elevaría algo, por lo que fijamos este precio.

Para la extracción de las tierras sobrantes y entibaciones, atendiendo á que aquellas han de dejarse á muy cortas distancias de las zanjas y solo se igualará el terreno hasta que llegue á tomar una altura conveniente, trabajo que podrá hacerse bien á pala ó con los conachos con que se eleven las tierras, y que las entibaciones han de practicarse en zanjas de pequeña profundidad relativa, señalamos el precio de  $0'15$  pesetas.

El total, pues, del metro cúbico de excavación y elevación de tierra en zanja, será:

Excavación. . . . .	0'50 ptas.
Elevación. . . . .	0'35 »
Extracción de tierras y entibaciones. . . . .	0'15 »
TOTAL. . . . .	1 » »

### Número 4.

#### Metro cúbico de relleno ó macizado de zanjas.

—Suponemos para el relleno que un obrero pueda arrojar con la pala al día 15 metros cúbicos de tierra á 3 ms. de distancia horizontal y para el apisonado que un bracero pueda apisonar al día 20 metros cúbicos de tierra, dentro de zanja y por tongadas de 20 á 30 cms. de espesor. El precio total se compone de la manera siguiente:

Relleno. . . . .	0'116 ptas.
Apisonado. . . . .	0'087 »
Gastos de herramientas. . . . .	0'030 »
TOTAL. . . . .	0'24 »

### Número 5.

**Metro cúbico de hormigón hidráulico.**—Suponemos que con el apisonado se reduce el volúmen del hormigón en una quinta parte, y que se compone de dos partes en volúmen de canto y piedra silíceos machacados y una de mortero de cemento. Estudiemos el precio del mortero de cemento á la unidad cúbica.

El cemento Portland, adquirido en partidas de alguna importancia, se pone libre de gastos sobre wagón en la estación de Palencia en 83 pesetas la tonelada, según datos que nos han sido facilitados en la localidad, que aumentadas de los gastos de transporte al pié de obra, sube á 85 pesetas.

El precio del metro cúbico de mortero de cemento resultará, por tanto:

1 metro cúbico de arena. . . . .	1'75 pts.
400 kgs. de cemento Portland á 85 pesetas toneladas.	34
Manipulación.. . . .	2
Agua y accesorios. . . . .	0'25
<b>TOTAL. . . . .</b>	<b>38</b>

El metro cúbico de hormigón hidráulico se compondrá:

0'8333 metros cúbicos de canto silíceo machacado, á 5 pts.	4'16 pts.
0'4166 id. id. de mortero de cemento, á 38 pts.	15'83
Manipulación, tendido en obra y accesorios. . . . .	3
<b>TOTAL. . . . .</b>	<b>22'99</b>

## Número 15.

**Metro cúbico de mampostería con mezcla común en cimientos.**—El precio de esta unidad se diferencia únicamente del de mampostería con mortero de cemento en el de mortero común, cuyo detalle se descompone teniendo en cuenta que la mezcla se forma de tres partes de arena y dos de cal, y suponiendo una contracción en la mezcla de la quinta parte, en el metro cúbico entrarán 0'750 y 0'500 metros cúbicos de arena y cal respectivamente; al apagarse la cal viva aumenta de volúmen, hasta el doble la que se emplea en la localidad; puede ponerse para la composición del precio del mortero ordinario:

0'750 metros cúbicos de arena, á 1'75 pts. . . . .	1'31 pts.
0'250 id. id. de cal viva, á 20 id. . . . .	5
Manipulación.. . . .	2
Agua y accesorios. . . . .	0'25
<b>TOTAL. . . . .</b>	<b>8'56</b>

## Número 42.

**Metro cúbico de excavación en desmontes.**—Al precio señalado con el número 2 habrá que aumentarle el costo de transporte, para el cual aplicamos la fórmula  $x=j(0'001 D + 0'1155)$ , que suponiendo una distancia media de 40 metros dá para valor del transporte, con inclusión del tiempo perdido, en carga y descarga, 0'27 pesetas.

## Números 49, 52, 55 y 68 al 74.

**Metro lineal de tubería de fundición de enchufe y cordón.**—En este precio incluimos los de

adquisición en fábrica  
 transportes  
 transportes al pié de obra  
 aproximación y descenso del tubo en la zanja  
 preparación de la zanja  
 cuerda embreada para el enchufe  
 plomo para el enchufe  
 mano de obra del enchufe y colocación.

Para la adquisición en fábrica hemos aceptado los precios á que algunas industrias nacionales han ofrecido ejecutar la tubería; estos precios pueden regularse á 22'50 pesetas el quintal métrico, y atendidos los pesos por metro útil de tubería, el precio de adquisición sería por metro útil:

Diámetros de los tubos. . . . .	0'06	0'08	0'10	0'125	0'15	0'16	0'18	0'275	0'40	0'46	metros
Longitud útil id. . . . .	2	3	3	3	3	3	3	3	4	4	id.'
Peso por metro útil id. . . . .	15	20	25	32	40	44	53	90	140	170	kilógramos
Precio en fábrica. . . . .	3'37	4'50	5'62	7'20	9	9'90	11'92	20'25	31'50	38'25	pesetas

El precio del transporte le graduamos en 30 pesetas la tonelada y el del transporte al pié de obra, incluso carga, descarga, y tiempo perdido, en 2'00 pesetas la tonelada, ó 0'03 y 0'002 pesetas respectivamente. Será, por tanto, por metro lineal:

Diámetros. . . . .	0'06	0'08	0'10	0'125	0'15	0'16	0'18	0'275	0'40	0'46	metros
Transportes. . . . .	0'45	0'60	0'75	0'96	1'20	1'32	1'56	1'80	4'20	5'10	pesetas
id. al pié de obra. . . . .	0'03	0'04	0'05	0'064	0'08	0'088	0'106	0'18	0'28	0'34	id.
Total de transporte. . . . .	0'48	0'64	0'80	1'024	1'28	1'408	1'666	1'98	4'48	5'44	pesetas

La aproximación y descenso del tubo al fondo de la zanja se gradua también por metro lineal á los precios de

	0'05	0'075	0'10	0'15	0'20	0'22	0'25	0'30	0'50	0'55	pesetas
--	------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

según los respectivos diámetros.

El precio de la preparación de la zanja que consistirá en apisonar el terreno del fondo dándole la forma conveniente para alojar en él la mitad del tubo, cuando más, y practicar un hoyo en donde han de hacerse los enchufes para facilitar la ejecución de estos, se deduce del trabajo empleado por un obrero

que gana dos pesetas de jornal en abrir y preparar el terreno en 20 metros lineales del diámetro medio de 0'16 ms., trabajo que suponemos practicado en la jornada. Al hoyo para cada enchufe, le suponemos también de las dimensiones medias de 0'60+0'80+0'40 metros ó sean 192 decímetros cúbicos.

La excavación para alojar los tubos hasta de 12'5 cms., puede lograrse con el apisonado; de 15 cms., en adelante el volúmen de tierra que dá entra ya en la composición del precio de la manera siguiente:

Diámetros. . . . .	0'15	0'16	0'18	0'275	0'40	0'46	metros
Semi-sección. . . . .	0'0088	0'0100	0'0122	0'0296	0'0628	0'0830	metros cuadrados
Volúmen de tierras á excavar y elevar por metro de tubería.	0'0088	0'0100	0'0122	0'0296	0'0628	0'0830	metros cúbicos
Superficie apisonada por metro de tubería.	0'885	0'89	0'90	0'957	1'028	1'062	metros cuadrados

Para el precio de excavación, por su mayor esmero, puede señalarse 1'20 pesetas el metro cúbico; luego quedan para el metro cuadrado de apisonado 0'10 pesetas, y repartiendo las cajas para los enchufes entre el número de metros del tubo, resulta para metro lineal:

Diámetros. . . . .	0'06	0'08	0'10	0'125	0'15	0'16	0'18	0'275	0'40	0'46	metros
Cajas de los enchufes. . . . .	0'096	0'064	0'064	0'064	0'064	0'064	0'064	0'064	0'048	0'048	pesetas
Tierras á escavar y elevar. . . . .	>	>	>	>	0'010	0'012	0'014	0'035	0'075	0'099	id.
Apisonado. . . . .	0'080	0'080	0'080	0'080	0'088	0'089	0'090	0'095	0'102	0'106	id.
Totales. . . . .	0'176	0'144	0'144	0'144	0'162	0'165	0'168	0'194	0'225	0'253	id.

Para el cálculo del precio del enchufe suponemos el precio del plomo á 0'50 pts. el kgm.; los detalles de todo el enchufe se expresan á continuación:

Diámetros. . . . .	0'06	0'08	0'10	0'125	0'15	0'16	0'18	0'275	0'40	0'46	metros
Plomo. . . . .	1'100	1'750	2'400	3'500	4'400	4'500	4'700	6'350	9'300	10'320	kilógramos
Id. . . . .	0'550	0'875	1'200	1'750	2'200	2'250	2'350	3'175	4'650	5'160	pesetas
Cuerda embreada. . . . .	0'050	0'075	0'100	0'125	0'150	0'150	0'150	0'200	0'250	0'270	id.
Mano de obra y colocación. . . . .	0'200	0'300	0'450	0'500	0'550	0'650	0'750	0'950	1'100	1'150	id.
Precios de los enchufes. . . . .	0'800	1'250	1'750	2'375	2'900	3'050	3'250	4'325	6'000	6'580	id.

y á cada metro útil de tubería corresponde por los enchufes:

0'400	0'416	0'583	0'791	0'966	1'016	1'083	1'441	1'500	1'645	pesetas
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------

Por tanto, los precios de metro lineal de tubería colocada serán de

Diámetros.. . . . .	0'06	0'08	0'10	0'125	0'15	0'16	0'18	0'275	0'40	0'46	metros
Adquisición en fábrica . . .	3'37	4'50	5'62	7'20	9'00	9'90	11'92	20'25	31'50	38'25	pesetas
Transportes. . . . .	0'48	0'64	0'80	1'024	1'28	1'408	1'666	1'98	4'48	5'44	id.
Aproximación y descenso.. .	0'05	0'075	0'10	0'15	0'20	0'22	0'25	0'30	0'50	0'55	id.
Preparación de la zanja. . .	0'176	0'144	0'144	0'144	0'162	0'165	0'168	0'194	0'225	0'253	id.
Enchufe y colocación. . . .	0'40	0'416	0'583	0'791	0'966	1'016	1'083	1'441	1'500	1'645	id.
<b>Totales. . . . .</b>	<b>4'47</b>	<b>5'77</b>	<b>7'24</b>	<b>9'30</b>	<b>10'60</b>	<b>12'70</b>	<b>15'08</b>	<b>24'16</b>	<b>38'20</b>	<b>46'13</b>	<b>pesetas</b>

Número de los detalles de precios.	74	73	72	71	70	69	68	55	49	52
------------------------------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

### Números 65, 66 y 67.

**Metro cúbico de excavación y relleno de zanjas en terreno afirmado, empedrado y adoquinado.**—Comprenden estos precios, á más de la excavación y elevación, el relleno y apisonado de la zanja, y la reposición del firme ó pavimento de las calles. Estos precios se aplican á las zanjas para tuberías colocadas en la distribución de la ciudad.

El precio de excavación en terreno corriente le suponemos como en la excavación para cimientos; la elevación la deducimos del dato que un obrero pueda arrojar con la pala en un día 10 ms. cúb. de tierra á 3 ms. de distancia horizontal ó á 1'65 metros de altura; siendo en estos casos la profundidad media de la zanja de 1'20 á 1'30; para el relleno suponemos una mitad más de trabajo, y para el apisonado que un bracero puede apisonar en el día 20 metros cúbicos de tierra dentro de zanja por tongadas de 20 á 30 cms. de espesor. El precio total se compondrá:

Excavación. . . . .	0'50	ptas.
Elevación. . . . .	0'175	«
Relleno. . . . .	0'116	»
Apisonado. . . . .	0'087	»
Gasto de herramientas. . . . .	0'03	»
<b>TOTAL.. . . .</b>	<b>0'90</b>	<b>»</b>

A este precio hay que agregar el sobreprecio de mano de obra que llevan los firmes y pavimentos de las calles.

a) Para el afirmado tenemos en cuenta que en una capa de 40 centímetros habrá que remover el terreno á pico y aún á barra, trabajo en el que un obrero robusto no dará arriba de 2 ms. cúbicos diarios de desmonte; suponiendo el jornal á 2 pesetas y teniendo en cuenta que el precio del metro cúbico en la profundidad media de 1'25 deberá estar recargado nada más en la parte proporcional, y que cueste 0'15 la reposición del firme correspondiente al metro cuadrado de superficie de la calle, aprovechando lo que ya tuviera, resulta

sobreprecio de excavación en los 40 cms. . . . . 0'40 ptas.

arreglo y consolidación del firme. . . . . 0'15 »

total á repartir entre los 1'25 ms. de profundidad. . . . . 0'55 »

sobreprecio al metro cúbico de desmonte con afirmado. . . . . 0'44 ptas.

b) En el empedrado de canto rodado y cajones de adoquín, hay que tener en cuenta el desmonte de dicha obra y reposición también; á los precios corrientes resulta el metro cuadrado:

desmonte de empedrado en cajones. . . . . 0'05 ptas.

mano de obra del empedrado y cajones. . . . . 1 » »

TOTAL. . . . . 1'05 »

que repartido, supuesta la profundidad media indicada, al metro cúbico corresponde por este sobreprecio. . . . . 0'84 pesetas.

c) En el adoquinado y enlosado, calculamos por metro cuadrado:

desmonte. . . . . 0'10 ptas.

mano de obra de ejecución. . . . . 1'25 »

material á reponer. . . . . 0'20 »

TOTAL. . . . . 1'55 »

que dá un sobreprecio para el metro cúbico de desmonte, como se ha dicho ya, de 1'24 pesetas.

## Números 51, 53, 56 y 75 à 81.

**Llaves de paso.**—Para componer los precios de las llaves de paso hemos aplicado á los pesos aproximados de estas un precio de 1'50 pesetas el kilogramo, á que nos han ofrecido fabricar dichos detalles. Para las juntas, que han de ser de bridas, suponemos para cada una un precio doble del de junta de enchufe y cordón, y como las piezas especiales que han de yustaponerse á las llaves llevan también bridas, suponemos para cada extremo una mitad de su precio, ó sea el que corresponde á los precios de enchufe y cordón.

## Números 50 y 85 á 113.

**Piezas especiales, cruces, reducciones, etcétera, de tuberías.**—En la composición de estos precios hemos seguido el mismo criterio que en los anteriores para determinar los valores de las juntas, que en la mayoría de los detalles, convendrá ser de brida.

Para el precio del material principal hemos señalado el de 0'30 pesetas el kilogramo, un poco más elevado que el mismo precio en la tubería corriente, contando ya transportes, por los gastos de modelos, que siempre hacen elevar algo el precio de adquisición, aunque sea en partidas de importancia.

### Importe del Presupuesto.

Aplicando los precios estudiados á las correspondientes unidades de cada obra y hechos los resúmenes correspondientes, aumentando al importe de la ejecución material de las obras el 15 por 100 por presupuesto de contrata (gastos imprevistos, 1 por 100; gastos de dirección y administración 5 por 100, y beneficio industrial-comprendido el 3 por 100 por interes de dinero adelantado-9 por 100), el resumen general es, conforme al del documento número 4:

Valor de los terrenos á expropiar. . . . .	2.069'62 pesetas.
Toma de aguas. . . . .	53.421'59
Casa de máquinas. . . . .	16.939'84
Tubería de impulsión. . . . .	103.363'77
Depósitos. . . . .	79.022'14
Casa de llaves. . . . .	10.391'72
Tubería de servicio. . . . .	79.009'80
Red de tuberías en la ciudad. . . . .	<u>403.927'89</u>
Ejecución material de las obras. . . . .	446.076'75
Aumento del 15 por 100. . . . .	<u>66.911'51</u>
Presupuesto de contrata de las obras. . . . .	<u>512.988'26</u>
<i>Importe total de la ejecución del proyecto.</i> . . . .	<u>515.057'88</u>

### III.

#### Ventajas económicas del proyecto.

Es este el punto menos importante relacionado con la higiene, y es el de más gravedad si le referimos al negocio, á la parte verdaderamente

industrial del abastecimiento. Un abastecimiento de aguas como el que nosotros estudiamos ¿puede dar algún interés al dinero empleado en su ejecución? Indudablemente; claro es que no convendrá hacerse ilusiones, ni esperar rendimientos exagerados; en suma, el asunto no puede constituir un verdadero negocio, en la acepción que se dá generalmente á esta palabra; pero no admite duda que puede dar un interés regular salvar el capital empleado, en pocos años.

Como hemos hecho sobre otros particulares, vamos á hacer aquí también; vamos á calcular los gastos que anualmente pueda costar el entretenimiento del abastecimiento, calculando siempre el máximo, y vamos á deducir los ingresos que la explotación puede tener, suponiendo una suscripción ó ingresos muy pequeños.

**Gastos anuales.**—En el capítulo II vimos que los gastos inherentes á los motores: combustible, grasas, etc. y jornal del maquinista, suponiendo un consumo máximo, á que no se llegaría en ningún caso, ascendían á 14.050 pts. al año; hagamos sobre esta base un presupuesto con asignaciones económicas en el personal, pues organizada la explotación los trabajos son pequeños, y tendremos:

Máquinas y maquinista. . . . .	14.050 pts.
Asignación del director. . . . .	2.000
id. del capataz-escribiente. . . . .	1.500
id. de 2 obreros-guardas. . . . .	1.825
Reparación de tuberías. . . . .	1.000
Gastos de administración, impuestos, etc. . . . .	3.500
Imprevistos. . . . .	1.000
<b>TOTAL. . . . .</b>	<b>24.875</b>

Importarían, pues, los gastos anuales las referidas 24.875 pesetas. Veamos los

**Ingresos anuales.**—Muy difícil es calcular la cifra de estos, por ser más difícil precisar la importancia que puede tener el desarrollo del abastecimiento; con precios baratos el agua puede ser introducida en la mayoría de las casas de la ciudad, y su uso generalizarse bastante; con precios elevados constituiría un artículo de lujo en la vivienda. Debemos, pues, estudiar una tarifa prudente, llegado el caso, que tienda á la introducción del agua en la casa del pobre y en la del rico de la misma manera.

Tres destinos principalmente, ha de tener el agua de la canalización, el de la casa, el de la industria, el público; el consumo por cada uno de estos tres conceptos es muy distinto, y su coste anual, relacionado con la unidad de volumen, debe estar en razón inversa del agua con-

sumida; es decir, que el precio de la unidad de agua debe ser más inferior á medida que sea más superior el volúmen gastado al año. Este es un criterio que viene sosteniéndose en todas las explotaciones.

Pero desde luego se ofrece una cuestión preliminar: el agua para el servicio doméstico ¿debe darse por contador ó por caño libre? Es cierto que debe pagarse lo que se consuma; lo más equitativo es siempre abonar el agua que se saca de la conducción general, y de ahí la ventaja del contador, procedimiento el más razonable de todos, á nuestro entender; pero no es menos cierto que el uso del contador restringe bastante el consumo de agua; en el momento que se paga el agua por unidad se tiene un gran interés en economizar su empleo; punto importantísimo que se tiene muy en cuenta en las grandes explotaciones por las fuertes cantidades de agua perfectamente desperdiciadas ó arrojadas á los desagües de la casa sin utilidad alguna práctica ni en la comodidad ni en la higiene. El caño libre dá gastos exageradísimos, los desperdicios, el despilfarro de agua, son notables, no restringe nada el consumo de agua; un grifo solo puede arrojar en una semana mucho más agua que la que corresponde á un año, regulada al precio de costo de la elevación, haciendo uso de ese mismo grifo como la prudencia aconseja.

Para obviar los inconvenientes del despilfarro de agua á caño libre puede adoptarse el empleo de las llaves de aforo; pero ni este, ni el sistema usado de dar cierta cantidad de agua por día, lo que exige un depósito particular en cada casa, resuelven el problema practicamente; puede ocurrir que en determinados momentos ese depósito particular no contenga agua, y la incomodidad no es pequeña. No estudiamos detalladamente la manera de suministrar agua á las instalaciones particulares, pero con lo dicho se podrá ver la ventaja del contador. Este sistema proponemos seguir nosotros en la explotación de las obras objeto de este estudio; unicamente adoptamos el caño libre en los grifos de cocina y similares, pero regulado el precio del agua con relación á ciertos particulares, el alquiler de la habitación, por ejemplo; pues en la mayoría de los casos á renta mayor es de suponer correspondan también más medios de fortuna, más comodidad y más aprecio de los beneficios del agua. Al igual de otras poblaciones proponemos para estos grifos una tarifa especial basada en el alquiler de la habitación, entendiendo, como era lógico suponer, que los precios que luego se estampen se refieren solamente al consumo de agua, dejando á un lado los gastos de instalación de cada casa, que deberán ser de cuenta del propietario como viene sucediendo en todas las explotaciones de este género. Una razón más tenemos para proponer el sistema de suministrar

el agua á caño libre en las viviendas: una casa tiene varias habitaciones; si cada una de ellas tiene un contador el precio de instalación se elevaría muchísimo y haría irrealizable el uso del agua; si se coloca un solo contador que mida el gasto de toda la casa, claro es que la administración no perdería, pero ¿cómo se repartiría entre los vecinos el valor del agua? pues hay que suponer que no consumirían todos la misma cantidad; de colocar solamente fuente en el patio de la casa se privaba de una de las ventajas mayores que puede tener la vivienda. Muchas más razones pudieran agregarse á las apuntadas; pero una advertencia tan sólo hemos de añadir: para evitar el despilfarro de agua debe adoptarse para modelo de grifo, de estos á caño libre, ó pagado por tanto alzado, uno de los conocidos sistemas llamados de cierre automático; es decir, que abierto el grifo se cierra automáticamente así que ha salido cierta cantidad de agua, necesitando abrirle nuevamente para volver á tener agua, y los desagües de los fregaderos ó puntos donde estén colocados los grifos deben calcularse de tal manera que absorban menos cantidad de agua que la que dé el grifo; así no habrá despilfarros por mala fe; habrá alguna imprudencia que avisará para lo sucesivo.

En la reglamentación especial para el consumo de agua se estudiarán, cuando sea llegado el caso, todos estos particulares, de que una administración celosa debe preocuparse.

Para hacer la tarifa que indicamos en seguida, hemos tenido en cuenta las de otras poblaciones. En algunas se estipula un tanto alzado por cada grifo, valiendo lo mismo el precio del agua en la casa del rico que en la del pobre, si tiene el mismo número de grifos; esto no es razonable. En otras se establece una tarifa ó escala, como hemos indicado ya, solamente para graduar el precio del grifo de cocina ó de fregadero, pagando por contador por otros conceptos de la casa. Ejemplos de esas escalas les tenemos en Orense, Pamplona, Sevilla y Santander, cuyos tipos y precios exponemos á continuación, para que puedan compararse luego con la tarifa que hemos estudiado.

ORENSE		PAMPLONA		SEVILLA		SANTANDER	
Agua de río (derivación)		Agua de manantial.		Agua de manantial y río.		Agua de manantiales.	
Alquiler anual de la habitación.	Precio anual del agua.	Alquiler anual de la habitación.	Precio anual del agua.	Alquiler anual de la habitación.	Precio anual del agua.	Alquiler anual de la habitación.	Precio anual del agua.
Pesetas.	Pesetas.	Pesetas.	Pesetas.	Pesetas.	Pesetas.	Pesetas.	Pesetas.
Hasta 125	4	Hasta 182'50	20	Hasta 900	60	Hasta 91'25	9'125
Más de 125 á 250	6	Más de 182'50 á 273'75	25	Más de 900 á 1.500	90	Más de 91'25 á 182'50	18'25
250 á 375	8	273'75 á 365	30	1.500 á 2.160	120	182'50 á 273'75	27'375
375 á 500	10	365 á 547'50	35	2.160 á 3.000	180	273'75 á 365	36'50
500 á 625	12	547'50 á 730	40	3.000 á 4.500	240	365 á 456'25	45'625
625 á 750	14	730 á 1.095	45	4.500 á 6.000	300	456'25 á 547'50	54'75
750 á 1.000	16	1.095 á 1.460	50			547'50 á 638'75	63'875
	20	1.460 á 1.825	55			638'75 á 730	73
1.000		1.825	60			730 á 821'25	82'125
						821'25 á 912'50	91'25
						912'50 á 1.003'75	100'375
						1.003'75 á 1.095	109'50
						1.095 á 1.186'25	118'625
						1.186'25 á 1.277'50	127'75
						1.277'50 á 1.368'75	136'875
						1.368'75 á 1.460	146
						1.460 á 1.551'25	155'125
						1.551'25 á 1.642'50	164'25
						1.642'50 á 1.733'75	173'375
						1.733'75 á 1.825	182'50
						1.825	190

El agua que generalmente se consume ó gasta en cuadras, cocheras, etc., riego de jardines, fondas y establecimientos parecidos ó de mucha aglomeración de personas, se regulan por contador; hay ejemplos, sin embargo, en que se paga el agua por plazas, en un café por mesas, por ejemplo; en una fonda por cuartos; pero lo más seguido es el suministro de agua por contador, variando el precio del metro cúbico desde 28 hasta 90 céntimos de peseta.

Todo el agua necesaria á las industrias se facilita por contador; el precio por unidad de volumen, el metro cúbico, oscila entre 32 y 90 céntimos.

El agua necesaria á los servicios públicos que sostienen las municipalidades se paga más comunmente por tanto alzado, calculado según el consumo medio observado en un largo periodo, ó por subvenciones con las que garantizan cierto interés ó rendimiento á las empresas explotadoras.

En vista de estas observaciones, y de los antecedentes que hemos consultado, damos la siguiente tarifa, en general más barata que las de otros abastecimientos, como una norma para establecer nuestros cálculos sobre los ingresos anuales.

### ✦ TARIFA DE PRECIOS DE CONSUMO DE AGUA ✦

#### I. Usos domésticos—1.º Grifo de cocina ó fregadero.

Alquiler diario de la habitación. — Pesetas.	Alquiler anual de la habitación. — Pesetas.	Precio anual del agua. — Pesetas.
Hasta 0'25	Hasta 91'25	15
Más de 0'25 á 0'50	Más de 91'25 á 182'50	20
0'50 á 0'75	182'50 á 273'75	25
0'75 á 1	273'75 á 365	30
1 á 1'25	365 á 456'25	35
1'25 á 1'50	456'25 á 547'50	40
1'50 á 2	547'50 á 730	45
2 á 2'50	730 á 912'50	50
2'50 á 3	912'50 á 1.095	55
3 á 3'50	1.095 á 1.277'50	60
3'50 á 4	1.277'50 á 1.460	65
4 á 4'50	1.460 á 1.642'50	70
4'50 á 5	1.642'50 á 1.825	75
5	1.825	80

2.º Cualquiera otro grifo suplementario dentro de la habitación particular: la mitad de la anterior tarifa ó escala.

- 3.º Cada inodoro. . . . . 10 pesetas al año.  
 4.º Cada bañera. . . . . 30 id. id.  
 5.º Boca de incendio precintada. . 10 id. id.

- II Cuadras, cocheras, jardines y fuentes de adorno, fuentes de vecindad en patios y lavaderos particulares para servicio de los vecinos de una casa.... metro cúbico gastado 0'60 pesetas. Las fuentes de vecindad en patio pueden pagar también por suscripción anual rebajándose el 33 por 100 de la suma de las suscripciones correspondientes á los pisos por concepto de alquiler.
- III Farmacias, venta de vinos, carnicerías y demás establecimientos análogos, cada grifo 40 pesetas al año; cuando la habitación particular no tenga grifo pagará el 66 por 100 más de lo que corresponda á la habitación particular por concepto de alquiler.
- IV Fondas, cafés, colegios, conventos, cuarteles y establecimientos análogos, por cada metro cúbico gastado 0'50 pesetas.
- V Usos industriales y obras, por cada metro cúbico gastado 0'40 pesetas.

Esto indicado suponemos solamente 125 instalaciones particulares para usos domésticos á cuatro grifos por término medio cada instalación; es evidente que aquí pecamos exageradamente por defecto, pues á poca costa se obtienen más de esas 125 instalaciones citadas, que harían en conjunto 500 grifos, á los que por término medio también señalamos un precio anual de 30 pesetas; es decir, corresponden á habitaciones de un alquiler diario de 0'75 á 1 peseta. Nos parece que estaríamos muy por bajo de la realidad; pero queremos, de exagerar algo, exagerar en contra del abastecimiento.

Un servicio haríamos obligatorio: el uso del agua en los retretes cuyas casas pueden acometer directamente á las alcantarillas actuales; el Ayuntamiento, por cuestiones de higiene, tendría medios para hacer obligatorio el inodoro en las viviendas, pero por lo mismo que nosotros propondríamos como de necesidad tal medida, suponemos un precio anual de agua en el retrete de 10 pesetas, como se ha expresado en la tarifa; hemos hecho un recuento de dichas habitaciones y excede su número de 650.

En todas las demás partidas que exponemos en el estado de ingresos, señalamos cantidades más bien reducidas que ampliadas, en los consumos de agua, por seguir con nuestro criterio de rebajar los ingresos.

El gasto del agua destinada á usos públicos y todos los edificios

del Ayuntamiento le suponemos de 12.000 pesetas anuales; cifra algo pequeña en relación del consumo por este concepto. No se andaría muy separado de la verdad si supusiéramos que, por término medio, para riego de calles y jardines, limpieza de alcantarillas, dotación de matadero, escuelas, etc., se gastasen 200 metros cúbicos diarios de agua, que serían al año 73.000; costaría el metro cúbico de agua al Ayuntamiento

$$\frac{12.000}{73.000} = 0'164 \text{ pesetas,}$$

poco más de un cuarto de céntimo el cántaro de 16 litros.

Esa cantidad debe parecer menos exagerada si se tiene en cuenta lo que gasta el Municipio con querer remediar algo en los meses de calor, la falta de agua; sin contar este año, en que van ya seis meses, durante los cuales cuatro jornales diarios se emplean en la elevación del agua del pozo de los Mendozas, podemos calcular como gastos extraordinarios durante 120 días:

4 jornales en el pozo de los Mendozas á 2'50 pts. . . . .	10 pts.
2 id. en el río Carrión para las bombas á 1'62.. . . .	3'24 »
2 id. de carreros á 1'62. . . . .	3'24 »
2 caballerías y carros con cubas á 3.. . . .	6 »
<hr/>	
TOTAL DIARIO. . . . .	22'48

además se pagan próximamente unas 240 cubas de agua á 1'50 pesetas cada una; dichos gastos serían

120 días 22'48 pts. . . . .	2.697'60 pts.
240 cubas á 1'50 pts. . . . .	360 »
<hr/>	
TOTAL DE GASTOS EN LA TEMPORADA. . . . .	3.057'60 pts.

costaría, por tanto, al Ayuntamiento, 8.942'40 pesetas más al año de lo que ahora gasta por dotar espléndidamente todos los servicios públicos. La cifra nos parece baja, y la cantidad puede satisfacerse, á muy pocos sacrificios, por un municipio de la importancia del de Palencia.

Con estos datos formamos el siguiente cuadro de ingresos anuales:

500 grifos. . . . .	á 30 pts.	15.000
650 inodoros.. . . .	á 10 »	6.500
10 bañeras. . . . .	á 30 »	300
5 bocas de incendio.. . . .	á 10 »	50
547'50 m. <sup>3</sup> de agua (1'50 diarios) en cuadras, cocheras, etcetera. . . . .	á 0'60 »	328'50
10 Farmacias, tiendas, etc. . . . .	á 40 »	400
2.190 m. <sup>3</sup> de agua, (6 diarios) en fondas, cafés, colegios,		

cuarteles, etc. . . . .	á 0'50 pts.	1.095
25. 550 id. (70 id.) en usos industriales, obras. . . . .	á 0'40 »	10.220
Suscripción del Ayuntamiento. . . . .		12.000
TOTAL. . . . .		<u>45.893'50</u>
Ahora bien; suman los ingresos anuales. . . . .	45.893'50 pesetas	
id. id. los gastos. . . . .	24.875	
queda un líquido de. . . . .	21.018'50	

poco más del 4 por 100 del capital presupuesto para la realización de las obras del proyecto.

Este resultado le encontramos nosotros muy ventajoso, no mirado ya bajo el punto de vista higiénico, en que todo sacrificio es pequeño, sinó en el concepto de negocio: calculando siempre por bajo en los ingresos se llega á un interés regular; desarrollada la explotación con tacto y prudencia es susceptible de mayores rendimientos y capaz de amortizar el capital en no muchos años; pero para esto el primero que tenía que salir de su indiferencia y de su apatía era el vecindario, suscribiéndose á un servicio tan beneficioso y tan provechoso como es este que estudiamos.

#### IV.

### Manera de realizar el proyecto.

Llegamos, por fin, á tratar el último punto de este estudio: la manera como ha de llevarse á la realización el proyecto que presentamos. Indicaremos nuestro criterio, y terminamos.

Dos medios generales pueden seguirse para ejecutar los trabajos del abastecimiento de aguas y administrar su explotación: ó el Ayuntamiento se encarga de uno y otro particular, contratando la ejecución de las obras conforme á las disposiciones vigentes, ó saca á concurso la concesión del abastecimiento siendo de cuenta del concesionario la realización de los trabajos, y la explotación de las obras durante un limitado número de años, al cabo de los cuales entraría la ciudad en posesión del abastecimiento.

Ni una solución nos satisface, ni la otra puede convenir en absoluto. De realizar las obras el Ayuntamiento tenía que contratar un empréstito; el dinero no se encuentra en casos tales sino á alto precio, por decirlo así, y pesarían los intereses sobre el presupuesto municipal como losa de plomo. Además, y esta es la razón más importante,

los Ayuntamientos no deben explotar negocios de este género, porque su administración especial no consiente, ó no debe consentir al menos, se conviertan en una especulación mercantil, en la que se cifra una ganancia mayor ó menor, beneficios que reciba el vecindario, pues no conviene perder de vista que el objeto principal del abastecimiento es llevar el agua á la casa. El Ayuntamiento debe ayudar, debe favorecer el abastecimiento siempre, como que sería el primer consumidor de agua; pero por sí solo no debe entrar en estos negocios cuando vienen á constituir una industria. Razones de otra índole se ocurrirán seguramente á todos, razones que desecharán la idea de que el Municipio realice á su riesgo y ventura este proyecto.

La concesión claro que lleva ventajas; descartando desde luego el sistema de vender á perpetuidad el agua, en este proyecto desechable, pues que al fin cuesta elevar el agua, y pudiera ocurrir ó llegar el caso de que no se ingresara nada y hubiera que satisfacer los gastos de entretenimiento, la concesión es favorable al Ayuntamiento, por punto general; pero también ocurre que cuando este puede entrar en posesión de la propiedad de las obras los gastos que sean necesarios hacer para seguir la marcha regular del abastecimiento sean muy crecidos, porque se reciben obras viejas, que durante bastantes años han estado sometidas á un trabajo continuo y constante que desgasta y destruye el material.

Nosotros deseáramos que la empresa que explotase el abastecimiento estuviera constituida por vecinos de Palencia; que de aquí saliera el capital necesario; que la administración la llevaran los mismos vecinos; sería también el único medio para que se extendiera el uso del agua en la casa, pues que todos tendrían interés en que el negocio prosperase, siendo á la vez accionistas y consumidores; el beneficio del abastecimiento queda en los vecinos de la ciudad, justo es, por tanto, que si hacen falta sacrificios, ó simplemente esfuerzos, aquí se hagan. Es cierto que es más cómodo venga una empresa de fuera de la ciudad, para la cual serían los disgustos y los sinsabores de toda la organización, y recibir el agua que nos ponían al pié de la casa, pero esa misma ventaja lleva el gravísimo inconveniente de que luego no debemos quejarnos; al principio nos parecería cómodo, más tarde diríamos que nos explotaban.

En esa empresa formada por vecinos de la ciudad el Ayuntamiento debiera entrar también, no solo por ser el consumidor de más importancia, sino porque su ayuda puede ser muy provechosa siempre. El Ayuntamiento cooperaría á la construcción ó ejecución de las obras muy eficazmente. Nada más sencillo.

Es un mal que todos lamentamos, pero un mal que no tiene fácil solución, la especie de obligación moral que tienen los Ayuntamientos de abrir trabajos en que tenga digna ocupación la clase obrera, sobre todo en determinadas épocas; y que esos trabajos sean de alguna utilidad á la ciudad. El principal inconveniente de esos trabajos está, aparte el gran número de obreros á que hay que dar ocupación, en que solo pueden acometerse con algún provecho las obras de movimiento de tierras; en las demás no hay para qué pensar: no debe obligarse á los Ayuntamientos á hacer obras de fábrica, que los particulares suspenden precisamente en esas épocas. Pues bien, en el proyecto que nos ocupa tiene alguna importancia el movimiento de tierras: el Ayuntamiento podría hacer todas las excavaciones y terraplenes en zanjas y depósitos, por su cuenta y administración, y recibiría en acciones el importe de las obras ejecutadas por este medio, pero valoradas á los precios del presupuesto del proyecto. Entraría el municipio á formar parte de la sociedad ó empresa que administrase el abastecimiento, sin sacrificio alguno; daría ocupación á la clase obrera; remediaría el mal por algún tiempo.

Creemos que debe pensarse este punto de la cuestión. Seguramente se ofrecerán y estudiarán otras soluciones que tiendan á dar forma real al proyecto. Todas deben ser estudiadas con detención y discutidas aún en los menores detalles. Nosotros, por nuestra parte, cumplimos con nuestro deber indicando la manera que nos merece más garantía en los resultados, mayores beneficios para el Ayuntamiento y la ciudad, mayor satisfacción en el vecindario todo.

---

Hemos terminado el estudio de abastecimiento de aguas para esta ciudad; si nos hemos equivocado, si no satisface las aspiraciones del Ayuntamiento ó los ideales del vecindario, no podemos decirlo nosotros; dispuestos siempre á rectificar errores, aceptaríamos todas las indicaciones que, fundadas en la razón y en la prudencia, se nos hiciesen; pues no tenemos la pretensión de no equivocarnos en nuestros cálculos y apreciaciones. No pretensión, sí seguridad poseemos de haber tratado el asunto con cariño y buena voluntad: esta es para nosotros la satisfacción de este estudio.

*Palencia 31 de Octubre de 1899*

*El Arquitecto Municipal,*

*Juan Agapito y Revilla.*

# ÍNDICE

	<i>Páginas</i>
INTRODUCCIÓN. . . . .	5
I.—Estado actual del saneamiento en Palencia. . . . .	5
II.—Bases fijadas por el Ayuntamiento para el desarrollo de los proyectos de abastecimiento de aguas y evacuación de las materias nocivas. . . . .	7
III.—Método que se sigue en los presentes trabajos y partes de que constan . . . . .	9
CAPÍTULO PRELIMINAR.— <i>Estudio de las condiciones de Palencia.</i> . . . .	13
I.—Condiciones naturales. . . . .	13
a) Situación geográfica y límites del término municipal. . . . .	13
b) Constitución geológica del terreno sobre que asienta la ciudad . . . . .	14
c) Régimen de las aguas subterráneas. . . . .	14
d) Régimen del río Carrión. . . . .	15
e) Régimen del arroyo de Villalobón. . . . .	16
f) Climatología. . . . .	17
Presión barométrica. . . . .	17
Temperatura. . . . .	17
Humedad relativa de la atmósfera. . . . .	18
Vientos. . . . .	18
Lluvias. . . . .	19
Evaporación. . . . .	21
Estado del Cielo. . . . .	22
Observaciones meteorológicas de 1.º Julio 1895 á 30 Septiembre 1898. . . . .	22
II.—Condiciones inherentes á la ciudad. . . . .	25
a) Población. . . . .	25
b) Extensión superficial. . . . .	30
c) Mortalidad y natalidad. . . . .	31
d) Abastecimiento de aguas. . . . .	38
e) Servicio de evacuación de aguas sucias. . . . .	44
PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS PARA LA CIUDAD DE PALENCIA. . . . .	49
CAPÍTULO I.— <i>Estudio de las condiciones á que debe satisfacer el abastecimiento de aguas.</i> . . . .	51
I.—Observaciones sobre las distintas cantidades de agua necesarias á una población. . . . .	51
a) Servicio privado. . . . .	53
b) Servicio público. . . . .	54
c) Servicio industrial. . . . .	55
d) Consumo medio total. . . . .	56
e) Pérdidas. . . . .	57
f) Variaciones del consumo. . . . .	57

Variaciones mensuales.. . . . .	58
Variaciones diarias.. . . . .	58
Variaciones horarias. . . . .	59
II.—Cálculo de alimentación ó cantidad de agua necesaria. . . . .	61
III.—Cualidades de las aguas potables. . . . .	68
a) Condiciones generales. . . . .	68
b) Análisis de algunas aguas de Palencia. . . . .	72
CAPÍTULO II.—Breve examen de los procedimientos que pudieran adoptarse en el abastecimiento de aguas de Palencia. . . . .	81
I.—Soluciones que no resuelven el problema práctico. . . . .	81
II.—Las aguas del Páramo de Autilla y Monte de la ciudad.. . . .	83
III.—Aguas del río Carrión. . . . .	87
a) Derivación. . . . .	87
b) Elevación. . . . .	90
IV.—Procedimiento elegido y partes de que consta. . . . .	92
CAPÍTULO III.—Toma de agua y tubería de impulsión. . . . .	99
I.—Detalles de la toma de aguas y aparatos elevadores. . . . .	99
II.—Casa de máquinas. . . . .	103
III.—Tubería de impulsión. . . . .	106
CAPÍTULO IV.—Depósitos y tubería de conducción á la ciudad. . . . .	109
I.—Capacidad del depósito y división.. . . .	109
II.—Descripción y detalles de los depósitos. . . . .	113
III.—Casa de llaves.. . . .	114
IV.—Tubería de servicio ó de conducción á la ciudad. . . . .	115
CAPÍTULO V.—Distribución general del agua en la ciudad. . . . .	119
I.—Red de tuberías. . . . .	119
II.—Bases para el cálculo de las tuberías.—Cantidades de agua á conducir por calles y ramales. . . . .	124
III.—Cálculo de las secciones y estado definitivo de tuberías. . . . .	131
IV.—Materiales que habrán de emplearse en la canalización.. . . .	138
CAPÍTULO VI.—Parte administrativa del proyecto.. . . .	145
I.—Forma de presentación del proyecto. . . . .	145
II.—Presupuesto.—Justificación de precios.—Importe del presupuesto..	146
III.—Ventajas económicas del proyecto.. . . .	154
Gastos anuales. . . . .	155
Ingresos anuales. . . . .	155
IV.—Manera de realizar el proyecto.. . . .	162
CONCLUSIÓN, . . . . .	164

## ERRATAS IMPORTANTES

Página	Línea	Dice	Debe decir
86	4.ª	$2558,000 \times 0'15 = 428,000$	$2,556,000 \times 0'15 = 428,400$
86	6.ª	$\frac{428,000}{365} = 1.173,7$	$\frac{428,400}{365} = 1.173'7$
86	7.ª	$\frac{1.173'700}{86.400}$	$\frac{1.173.700}{86.400}$
91	25	1.448	1.428
91	28	trabajo.	trabajo, suponiendo, además, un desperdicio diario de 20 kilógs.
91	última	(114.478'80)	(114.474'80)

131 á 134 el signo  $\mu$  de las fórmulas debe entenderse por la letra  $\pi$  del alfabeto griego



