

FM.  
1253

TERCERA MEMORIA 40083

QUE CONTIENE LOS TRABAJOS HECHOS

ACERCA DEL

APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS

QUE DISCURREN POR LAS ALCANTARILLAS DE MADRID.

POR

D. LUIS JUSTO Y VILLANUEVA

Ingeniero industrial, Doctor en ciencias,  
Catedrático de la Escuela de Ingenieros industriales en Barcelona,  
Caballero de la Real orden americana de Isabel la Católica,  
Socio de número de la Real Academia de Ciencias naturales y Artes de Barcelona,  
de Mérito del Instituto agrícola catalán de San Isidro,  
Profesor de Agricultura  
y Director del Museo y del Laboratorio agrícola, protegido por esta misma sociedad,  
Socio corresponsal de la Sociedad de Agricultura valenciana,  
Residente de la de Amigos del País de Barcelona,  
etc., etc.

MADRID:

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE EDUARDO CUESTA.

calle del Rollo, núm. 6, bajo.

1877.







# MEMORIA.

---







# TERCERA MEMORIA

QUE CONTIENE LOS TRABAJOS HECHOS

ACERCA DEL

## APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS

QUE DISCURREN POR LAS ALCANTARILLAS DE MADRID.

POR

D. LUIS JUSTO Y VILLANUEVA

Ingeniero industrial, Doctor en ciencias,  
Catedrático de la Escuela de Ingenieros industriales en Barcelona,  
Caballero de la Real orden americana de Isabel la Católica,  
Socio de número de la Real Academia de Ciencias naturales y Artes de Barcelona,  
de Mérito del Instituto agrícola catalán de San Isidro,  
Profesor de Agricultura  
y Director del Museo y del Laboratorio agrícola, protegido por esta misma sociedad,  
Socio corresponsal de la Sociedad de Agricultura valenciana,  
Residente de la de Amigos del Pais de Barcelona,  
etc., etc.



MADRID:

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE EDUARDO CUESTA,  
calle del Rollo, núm. 6, bajo.  
1877.







EXCMO. SR.

En 17 de Abril de 1874 tuve la honra de presentar á V. E. una Memoria que contenia los trabajos hechos por mí acerca del aprovechamiento de las aguas que discurren por las alcantarillas de Madrid. Esta MEMORIA estaba dividida en tres partes. La primera contenia: 1.º, un preámbulo acerca de la importancia de este problema, tanto para la salubridad de las grandes poblaciones, como para beneficio de la Agricultura; 2.º, una nota de mas de sesenta poblaciones ó grandes establecimientos de Inglaterra, Escocia, Irlanda, Francia y Alemania, en donde está aplicado en gran escala el aprovechamiento de las aguas de las alcantarillas; 3.º, los estudios y trabajos prácticos que yo he hecho acerca de este asunto; 4.º, el origen de la idea de estudiar las aguas de las alcantarillas de Madrid, y las dificultades con que habia de tropezar. La segunda parte contenia: 1.º, los detalles de la recoleccion de las aguas en las bocas de las alcantarillas de Madrid; 2.º, el resultado de los análisis practicados en mi Laboratorio particular de Barcelona; 3.º, la comparacion entre la riqueza de estas aguas y las de otras poblaciones. La tercera parte era un cálculo aproximado del valor de estas aguas con el presupuesto de gastos probables de instalacion, de explotacion y de produccion agrícola, y por consiguiente el producto probable que el consumo total de todas estas aguas podria dar á las arcas municipales.

Presentada á V. E. esta Memoria, se dignó acordar sobre ella lo que consta en la siguiente comunicacion:

«AYUNTAMIENTO DE MADRID. — *Secretaría.* — *Seccion primera.* — *Negociado de Policia Urbana.* — El Excmo. Ayuntamiento de esta



M. H. Villa ha visto con satisfaccion los estudios que en el año de 1873 y 1874 se han llevado á cabo por D. Luis Justo y Villanueva con conocimiento del ramo de Fontanería y Alcantarillas, y de entera conformidad con lo propuesto por la Comision de Policía Urbana, se ha servido en 5 de Octubre corriente aprobar en todas sus partes lo propuesto por dicha Comision, cuyo contenido es el siguiente:

»1.º Que la Villa de Madrid, en atencion á no tener trabajo anterior de esta especie relativo con las aguas fecales, considere como suyos los ejecutados por D. Luis Justo y Villanueva hasta el 17 de Abril del corriente año y los que actualmente está llevando á efecto en la tercera casa Consistorial con conocimiento de la Comisaría de Alcantarillas y de la de Casas Consistoriales que desempeña el Excmo. Sr. D. Víctor Cardenal, quien con notable interés é ilustracion ha facilitado para el laboratorio provisional cuanto se le ha pedido para llevar á efecto las operaciones emprendidas el 10 del corriente mes.—2.º Que por el Excmo. Ayuntamiento se den las gracias al Sr. D. Luis Justo y Villanueva por el celo y desinterés con que está llevando á cabo los estudios necesarios para el conocimiento de las aguas fecales de Madrid.—3.º Que en atencion á la utilidad que por sus conocimientos y trabajos en esta materia pueda prestar al pueblo de Madrid el Sr. Villanueva, se le nombre Vocal de la Junta Consultiva municipal, pudiendo asistir á sus juntas con voz y voto siempre que se hallare en Madrid.—4.º Que los gastos que se originen en lo sucesivo en el estudio de estas aguas se sufraguen con cargo al presupuesto ordinario del ramo de Fontanería-Alcantarillas, el que asimismo deberá ir formando lentamente y con su presupuesto, un Laboratorio.—5.º Que de los ingresos que por el usufructo de estas aguas se vayan obteniendo, se dedique por ahora una parte de ellos tambien á sufragar los gastos de ensayos y estudios que tienen por objeto fijar un arbitrio permanente para la Villa de Madrid, procedente del aprovechamiento de las aguas fecales.—6.º Que por dicho Sr. Villanueva, en union del personal facultativo del ramo de Fontanería-Alcantarillas, y en vista del resultado de estos estudios, se vaya preparando el trabajo necesario para aumentar el cánon anual que la Villa ha de percibir por fanega de tierra y hectárea que se riegue con aguas de Alcantarilla.—7.º Que en las condiciones que se impongan en lo sucesivo á los propietarios y colonos de tierra del término municipal de Madrid que rieguen con agua de Alcantarilla, se tenga presente, como hasta ahora se ha hecho, de que estas concesiones no sean un obstáculo para la enajenacion ó arriendo de estas aguas en lo sucesivo, bien sea en su totalidad para todas las que producen las bocas desaguadoras de las



alcantarillas, bien sea parcialmente para cada una de ellas.—8.º Que ínterin no se fije definitivamente el cánón anual que ha de pagarse por el arrendamiento de estas aguas, no se permita especular con ellas ni se concedan á quien no sea propietario ó colono de tierras en el término municipal de Madrid.—9.º Que para facilitar á los interesados el que puedan tomar estas aguas y economizarles el coste de las escrituras que en algunos casos es mayor que el arrendamiento que pagan á la Villa de Madrid por las aguas, se abra en la Comisaría del ramo un libro talonario de riego para aguas fecales, y se despachen con intervencion de la Contaduría y Pagaduría y por dicha Comision las respectivas licencias para regar, con expresion del día exacto en que terminan y linderos y cabida de cada finca.—10. Que entre los propietarios y colonos que obtengan permiso para regar, se nombre una Comision que arregle entre todos los regantes, con intervencion del Alcalde-Presidente ó del Comisario su delegado todas las cuestiones que se refieran á los partidores de aguas, horas en que han de practicarse los riegos, y época y número de estos que ha de asignarse á cada regante en vista de las semillas que cultive, de la calidad del terreno y de la potencia de las aguas.—11. Que se vigile por el ramo de Fontanería-Alcantarillas las posesiones que se rieguen con aguas de Alcantarilla á fin de que no se hagan embalses que perjudiquen á la salubridad pública, ni se destinen las aguas á otras fincas mas que á las que paguen cánón á la Villa de Madrid.—Lo que participo á V. S. para su conocimiento y efectos consiguientes.—Dios guarde á V. S. muchos años.—Madrid 18 de Octubre de 1874.—José Dicenta.—Señor Comisario de Fontanería-Alcantarillas.»

En vista de la anterior comunicacion decidí emprender un nuevo trabajo practicando análisis con aguas recogidas á diferentes horas del día á fin de tener una composicion media algo mas exacta que la que resulta de trabajo anterior, continuando al mismo tiempo á la mira del adelanto que experimenta la resolucion de este problema en los paises extranjeros. Del resultado de todos estos trabajos tuve la honra de dar cuenta á V. E. en fecha de 1.º de Julio de 1876. Habiéndome manifestado los Sres. Comisario y Arquitecto de Fontanería-Alcantarillas, su deseo de que continuase estos trabajos hasta apreciar por completo el valor de las aguas de Alcantarillas de Madrid, manifesté que no podia hacerlo sin permanecer en la capital durante un año por lo menos, pues mas que trabajos de Laboratorio eran trabajos de campo los que habia que hacer; y que yo no podia abandonar mi destino de Catedrático sin una Real licencia. El señor Comisario me dijo que expusiese esto á V. E. por escrito:



así lo hice, y la contestacion de V. E. fué la siguiente comunicacion:

*Hay un sello en el que se lee:* «PRESIDENCIA.—Por consecuencia de la instancia que en 25 de Agosto último elevó V. á mi autoridad exponiendo su deseo de continuar los trabajos comenzados acerca del aprovechamiento de las aguas fecales que discurren por las alcantarillas de esta capital, deseo que no podia realizar por impedírselo los diferentes cargos que viene desempeñando en la capital de Cataluña, á menos que la munificencia de S. M. el Rey (q. D. g.) no le otorgare la licencia conveniente, tal motivo me proporcionó la honra de dirigirme al Excmo. Sr. Ministro de Fomento impetrando la expresada gracia, dando por resultado que en 25 del actual el Ilmo. Sr. Director de Instruccion pública me dirige la comunicacion siguiente: «El Excmo. Sr. Ministro de Fomento me dice hoy lo siguiente:—Vista la comunicacion del Alcalde-Presidente del Ayuntamiento de esta córte, y de conformidad con lo propuesto por esa Direccion general, S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido á bien autorizar por seis meses á D. Luis Justo Villanueva, profesor de la Escuela de Ingenieros industriales de Barcelona, para que pueda pasar á esta capital y terminar los trabajos que viene verificando sobre el aprovechamiento de las aguas fecales.—Lo que traslado á V. E. para su conocimiento y demás efectos.—Dios guarde á V. E. muchos años.—Madrid 25 de Octubre de 1876.—El Director general, Antonio Mena y Zorrilla.—Lo que tengo el gusto de trascribir á V. para su inteligencia y satisfaccion y á los demás efectos consiguientes.—Dios guarde á V. E. muchos años.—Madrid 31 de Octubre de 1876.—A., Conde de Heredia Spínola.—Sr. D. Luis Justo y Villanueva.»

Al recibir esta Real orden dí las gracias á V. E. por su benevolencia para conmigo, y le manifesté que, estando desde luego dispuesto á emprender este viaje, no podia menos, sin embargo, de hacerle presente los perjuicios metálicos que se me irrogaban sin obtener ventaja alguna, pues me veia precisado á pagar á un Ingeniero veinticinco duros mensuales por desempeñar mi cátedra de la Escuela industrial, á perder la gratificacion que yo percibia por la clase de tintorería para artesanos, que habia de ceder íntegra para mi sustituto, así como la que percibia de la Excma. Diputacion provincial como auxilio al Laboratorio agrícola, que tantos años hace vengo sosteniendo en el local de dicha corporacion, además de los indispensables gastos del viaje. Estas cantidades suman lo siguiente:



Gratificacion á mi sustituto durante seis meses, á razon de 150 pesetas mensuales. . . . .	900
Pérdida de la gratificacion correspondiente á la clase de tintorería, de artesanos, durante los seis meses. . . . .	375
Pérdida de la gratificacion que percibo de la Excm. Diputacion provincial de Barcelona para el sostenimiento del Laboratorio agrícola. . . . .	875
Un viaje de ida y vuelta á Madrid. . . . .	250
Porte de ida y vuelta de los objetos de mi laboratorio que me eran indispensables, á tenor de lo que habia gastado en los viajes anteriores. . . . .	300
Valor de los reactivos traídos por mí desde Barcelona segun la oportuna nota. . . . .	250
Formacion de esta MEMORIA. . . . .	250
Gastos de escritorio. . . . .	200
<i>Suma.</i> . . . .	3,400

En contestacion á esta exposicion de motivos, V. E. se dignó pasarme la siguiente comunicacion:

«*Hay un sello en el que se lee:* SECRETARÍA.—SECCION 1.<sup>a</sup>—NEGOCIADO DE POLICÍA URBANA.—El Excmo. Ayuntamiento de esta M. H. Villa, apreciando las consideraciones expuestas por V. en comunicacion de 14 de Noviembre último con motivo de dejar de percibir la asignacion que le tiene señalada la Diputacion provincial de Barcelona, como igualmente con otros conceptos, durante el período de los seis meses de licencia que le ha sido concedida por Real orden para que continúe el comenzado estudio de aprovechamiento de las aguas fecales que discurren por las alcantarillas de esta capital, S. E., en sesion celebrada en 15 del actual, se ha servido conceder á V., como indemnizacion de perjuicios por el menor sueldo que ha de percibir durante el citado período de licencia, la gratificacion de 4,000 pesetas, abonadas dentro del referido tiempo.—Lo que tengo el gusto de noticiar á V. para su inteligencia y satisfaccion.—Dios guarde á V. muchos años.—Madrid 16 de Enero de 1877.—José Dicenta.—Sr. Don Luis Justo y Villanueva.»

En virtud, pues, de la Real licencia anterior y de la promesa hecha por el Sr. Comisario de que ya que no se me diese sueldo alguno, se me abonarian esos desembolsos materiales que yo debia de hacer, comencé mis trabajos en Madrid en 1.<sup>o</sup> de Enero, los he terminado en 31 de Julio, y de ellos voy á dar cuenta á V. E.



## II.

Antes de dar cuenta de este tercer estudio, séame permitido copiar los trabajos prácticos de laboratorio que puse en mi primera MEMORIA y sus consecuencias:

.....  
«Expuestas al Sr. D. Félix María Gomez, Arquitecto Director de Fontanería y Alcantarillado de Madrid, todas las dificultades con que habrá que luchar, se hizo cargo de ellas, y resolvimos hacer un primer ensayo para ver hasta qué punto era factible uno de los dos procedimientos que nos habíamos propuesto emplear, á saber: tomar grandes cantidades de agua y concentrarlas allí mismo; traer pequeñas cantidades de agua en estado natural á mi laboratorio particular de Barcelona; analizar ambas aguas, las concentradas y las naturales, y comprobar los resultados obtenidos.

Los detalles minuciosos que se tuvieron en cuenta para llevar á cabo estos trabajos, se dieron á conocer en la MEMORIA primera que presenté á V. E. Su resultado final es el que aparece en las dos tablas siguientes:







TABLA de los resultados obtenidos en los análisis practicados en  
Catalan de San Isidro,» en Barcelona, con las aguas

	FECHA de la recoleccion de las aguas.	NOMBRES de las alcantarillas.	CANTIDAD recogida en litros.	TEMPERATURA termómetro centígrado.	GRADOS del aré- metro.	CANTIDAD del residuo obtenido en gramos.	CANTIDAD del residuo por litro en gramos.
AGUAS CONCENTRADAS.	23 de Julio de 1873. 9 h. 48' mañana...	Del Paseo de las Acacias (v.) Gas.	40	18°	1,5	Perdido: se reco- gieron 72 gramos.	»
	23 de Julio de 1873. 10 h. 45' mañana..	Paseo Imperial (v.) del Aguila.	39	18°	2	Perdido: se reco- gieron 129 grms.	»
	24 de Julio de 1873. 8 h. 45' mañana...	San Francisco..	39	16°	2	97	2,487
	24 de Julio de 1873. 9 h. mañana. ....	Segovia.....	34	16°	1,5	Perdido: se reco- gieron 167 grms.	»
	24 de Julio de 1873. 10 h. mañana. ....	Puente del Rey.	38	18°	1	119	3,131
	26 de Julio de 1873. 8 h. 30' mañana...	Atocha ó Carca- bon.....	37	17°	1,5	124	3,351
	26 de Julio de 1873. 10 h. mañana. ....	Embajadores...	38	17°	1,5	Perdido: se reco- gieron 135 grms.	»
	2 de Agosto de 1873. 8 h. mañana. ....	Atocha ó Carca- bon.....	6,75	17°	1	13	1,776
	2 de Agosto de 1873. 8 h. 30' mañana...	De las Acacias (v.) Gas. ....	6,5	17°	1	19	2,900
	2 de Agosto de 1873. 9 h. mañana. ....	Embajadores...	Perdido en parte: llegaron 3,010 litr.	17°	2	Perdido: se reco- gieron 21 gramos.	Dudoso. 6,774
AGUAS NATURALES.	2 de Agosto de 1873. 9 h. 30' mañana...	Águila.....	Perdido.	»	»	»	»
	2 de Agosto de 1873. 10 h. mañana. ....	San Francisco..	Perdido en parte: llegaron 3 litros.	17°	2	Perdido: se reco- gieron 12 gramos.	Dudoso. 4
	2 de Agosto de 1873. 10 h. 30' mañana.	Segovia. ....	Perdido.	»	»	»	»
	2 de Agosto de 1873. 11 h. mañana. ....	Puente del Rey.	7	18°	1	17	2,428

mi Laboratorio particular establecido en el «Instituto Agrícola  
recogidas en las alcantarillas de Madrid en el año 1873.

CANTIDAD obtenida por 100 de residuo sólido.		CANTIDAD obtenida por litro de agua natural.		CANTIDAD DE		CANTIDAD DE		Cantidad de áci- do fosfórico obte- nido por 100 de residuo sólido en gramos. ....	Cantidad de áci- do fosfórico obte- nido por litro de agua en gramos. ..
Materia in- orgánica.	Materia orgánica.	Materia in- orgánica.	Materia orgánica.	Ázoe obtenido por 100 de residuo sólido en gramos.	Amoniaco equi- valente.	Ázoe obtenido por litro de agua en gramos.	Amoniaco equi- valente.		
34,00	66,00	»	»	1,400	1,700	»	»	12,800	»
48,25	51,75	»	»	5,750	6,982	»	»	9,90	»
55,33	44,67	1,37	1,11	5,100	6,192	0,126	0,153	4,70	0,116
43,25	56,75	»	»	8,400	10,200	»	»	5,70	»
78,87	21,13	2,46	0,66	1,400	1,700	0,043	0,052	5,80	0,181
50,48	49,52	1,69	1,66	5,950	7,225	0,199	0,241	6	0,201
58,42	41,58	»	»	1,400	1,700	»	»	7	»
65,60	34,40	1,16	0,61	12,500	15,178	0,212	0,257	7	0,124
57,75	42,25	1,67	1,22	12,200	14,814	0,35	0,425	6,60	0,191
59,60	40,40	Dudoso. 1,86	Dudoso. 1,37	11	13,357	Dudoso. 0,74	0,898	Dudoso. 8,70	Dudoso. 0,589
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
65,33	34,67	Dudoso. 1,16	Dudoso. 0,61	12,500	15,178	Dudoso. 0,50	0,607	Dudoso. 5,50	Dudoso. 0,220
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
65,33	34,67	1,58	0,84	16	19,428	0,38	0,461	11	0,267



Si comparamos entre sí los resultados contenidos en esta tabla, veremos que distan mucho de concordar los obtenidos con las aguas concentradas en Madrid con los de las que han venido sin concentrar. Esta diferencia se nota en la siguiente tabla:

### Cantidades contenidas por litros.

Alcantarillas.		Residuo sólido en gramos.....	Materias orgánicas en gramos..	Materias inorgánicas en gramos..	Ázoe en gramos.....	Acido fos- fórico en gramos.....
Del Paseo de las Acacias (v.) Gas.	Aguas concentradas en Madrid.	Reventó la vasija en el camino.				
	Id. traídas á Barcelona sin con- centrar.....	2,900	1,67	1,23	0,35	0,191
Del Paseo Impe- rial (v.) Aguila..	Id. concentradas en Madrid....	Reventó la vasija en el camino.				
	Id. traídas á Barcelona sin con- centrar.....	Id.	Id.	Id.		
De San Francisco.	Id. concentradas en Madrid....	2,487	1,37	1,11	0,126	0,116
	Id. traídas á Barcelona sin con- centrar.....	Reventó la vasija en el camino.				
De Segovia.....	Id. concentradas en Madrid....	Id.	Id.	Id.		
	Id. traídas á Barcelona sin con- centrar.....	Id.	Id.	Id.		
Del Puente del Rey.	Id. concentradas en Madrid....	3,131	2,46	0,67	0,043	0,181
	Id. traídas á Barcelona sin con- centrar.....	2,428	1,59	0,83	0,38	0,267
De Atocha ó Car- cabon.....	Id. concentradas en Madrid....	3,351	1,68	1,67	0,199	0,201
	Id. traídas á Barcelona sin con- centrar.....	1,776	1,16	0,61	0,212	0,124
De Embajadores..	Id. concentradas en Madrid....	Reventó la vasija en el camino.				
	Id. traídas á Barcelona sin con- centrar.....	Id.	Id.	Id.		
Término medio de todos los ensayos.....		2,679	1,655	1,020	0,218	0,180



Las dificultades que se han enumerado ocurridas en el trabajo anterior hicieron que de acuerdo con D. Félix Gomez modificase el procedimiento seguido, decidiendo hacer la evaporacion del agua en Madrid mismo en el acto de su recoleccion.

Este trabajo se llevó á cabo en el modo y forma y con los detalles de que se dió cuenta en la segunda Memoria, y su resultado es el que figura en las tablas y consideraciones siguientes:



TABLA DE LOS ENSAYOS POR EL ORDEN EN

ALCANTARILLAS.	FECHAS.	HORA.	COLOR.	Temperatura del líquido en grados centígrados.	Grados del areómetro de Beaumé.....	Densidad.....	Residuo obtenido por litro en gramos.....
AGUAS RECOGIDAS POR LA MAÑANA.							
Atocha.....	10 de Julio de 1874.	8 h. 10 m.	Turbio: de limon.	18°	1,25	1,002	1,565
Embajadores.....	Id.	8 h. 37 m.	Turbio: aceituna oscuro.	18°	1,50	1,004	3,945
Gas.....	Id.	9 h.	Turbio: café oscuro.	20°	2	1,011	6,340
Águila.....	Id.	9 h. 20 m.	Turbio: aceitunado.	19°	1,75	1,005	4,420
San Francisco.....	11 de Julio de 1874.	8 h. 10 m.	Café con leche.	17°	1,75	1,006	4,940
Segovia.....	Id.	8 h. 30 m.	Aceituna.	17° 5	1,75	1,004	4,090
Puente del Rey....	Id.	8 h. 45 m.	Limon.	19°	1,25	1,003	3,455
AGUAS RECOGIDAS POR LA TARDE.							
Atocha.....	13 de Julio de 1874.	3 h. 40 m.	Café con leche oscuro.	18°	1,25	1,0026	2,448
Embajadores.....	Id.	4 h.	Aceituna oscuro.	18°	2	1,009	5,210
Gas.....	Id.	4 h. 15 m.	Pardo oscuro.	19°	2,50	1,016	9,730
Águila.....	Id.	4 h. 30 m.	Aceituna oscuro.	19°	1,75	1,0045	4,505
San Francisco.....	Id.	4 h. 40 m.	Aceituna oscuro.	16°	2	1,012	6,925
Segovia.....	Id.	4 h. 50 m.	Pardo oscuro.	18°	2	1,010	5,530
Puente del Rey....	Id.	5 h.	Café con leche oscuro.	18°	1,75	1,005	4,540
AGUAS RECOGIDAS POR LA NOCHE.							
Atocha.....	13 de Julio de 1874.	3 h.	Pardo muy claro.	17° 5	0,50	1,0007	0,660
Embajadores.....	Id.	3 h.	Pardo muy claro.	17° 5	1,50	1,0024	2,441
Gas.....	Id.	3 h. 15 m.	Agua de limon.	18°	1,50	1,0025	2,495
Águila.....	Id.	3 h. 40 m.	Pardo muy claro.	18°	1	1,0018	1,170
San Francisco.....	Id.	3 h. 50 m.	Limon.	15°	1,50	1,0028	2,878
Segovia.....	Id.	4 h. 5 m.	Pardo muy claro.	16° 5	1	1,0018	1,740
Puente del Rey....	Id.	4 h. 20 m.	Limon muy claro.	16° 5	0,75	1,0009	0,822

QUE SE HIZO LA RECOLECCION DE LAS AGUAS.

CANTIDAD de sustancias contenidas en un gramo de residuo.		RESÍDUOS por litro en gramos de sustancia.		CANTIDAD de materia por 100 de residuo en gramos.		Cantidad de fosfato tri-básico de cal obtenido por 100 de residuo sólido.	Cantidad de fosfato tri-básico de cal obtenido por litro de agua natural.....	Cantidad de ácido fosfórico monohidratado obtenido de un litro de agua natural.....	Cantidad de azoe obtenido por 100 de residuo sólido.....	Cantidad de azoe obtenido de un litro de agua natural.....	Cantidad de amoniaco equivalente en gramos..
Inorgánicas. Gramos.	Orgánicas. Gramos.	Inorgánico.	Orgánico.	Inorgánica.	Orgánica.						
0,522	0,478	0,816	0,749	52,2	47,8	3,45	0,053	0,027	1,434	0,0224	0,0272
0,463	0,537	1,826	2,119	46,3	53,7	1,25	0,049	0,025	1,510	0,0595	0,0722
0,180	0,820	1,141	5,199	18	82	0,90	0,057	0,029	2,530	0,1604	0,1947
0,445	0,555	1,966	2,454	44,5	55,5	1,65	0,072	0,037	1,565	0,0631	0,0839
0,522	0,478	2,578	2,362	52,2	47,8	2,65	0,130	0,067	1,350	0,0666	0,0808
0,589	0,411	2,409	1,681	58,9	41,1	1,93	0,078	0,040	1,113	0,0455	0,0552
0,522	0,478	1,803	1,652	52,2	47,8	2,45	0,084	0,043	1,530	0,0528	0,0641
0,500	0,500	1,224	1,224	50	50	3,94	0,096	0,049	1,600	0,0391	0,0474
0,480	0,520	2,500	2,510	48	52	2,10	0,109	0,056	1,450	0,0755	0,0916
0,370	0,630	3,600	6,130	37	63	1,40	0,136	0,070	1,990	0,1936	0,2350
0,520	0,480	2,342	2,163	52	48	2,30	0,103	0,053	1,370	0,0617	0,0749
0,471	0,529	3,261	3,664	47,1	52,9	2,85	0,197	0,102	1,687	0,1168	0,1418
0,441	0,559	2,465	3,125	44,1	55,9	2,87	0,160	0,083	1,540	0,0860	0,1044
0,517	0,483	2,347	2,193	51,7	48,3	3,40	0,154	0,079	1,549	0,0703	0,0853
0,656	0,344	0,432	0,228	65,6	34,4	0,55	0,003	0,0015	1,032	0,0068	0,0082
0,232	0,768	0,566	1,875	23,2	76,8	0,95	0,023	0,0119	2,204	0,0537	0,0652
0,607	0,393	1,514	0,981	60,7	39,3	0,10	0,002	0,0010	1,279	0,0319	0,0387
0,210	0,790	0,245	0,925	21	79	0,30	0,003	0,0015	2,260	0,0264	0,0320
0,639	0,361	1,839	1,039	63,9	36,1	0,45	0,012	0,0062	1,090	0,0313	0,0380
0,519	0,481	0,903	0,837	51,9	48,1	0,20	0,003	0,0015	1,543	0,0268	0,0325
0,650	0,350	0,534	0,288	65	35	1,81	0,015	0,0077	1,005	0,0082	0,0099



Si en vez de colocar las alcantarillas por el orden de hora en que se recogieron las aguas, las colocamos por el orden de la cantidad de residuo total que contienen, á fin de poder comparar fácilmente la relacion que hay entre este residuo con la graduacion areométrica y con la densidad, resultará la tabla siguiente:

ALCANTARILLAS.	Cantidad de resí- duo por litro en gramos.....	Grados del areómetro de Beaumé.....	Densidad.....	RESÍDUO por litro en gramos de sustancias.	
				Inorgá- nicas.	Orgáni- cas.
AGUAS RECOGIDAS POR LA MAÑANA.					
Gas.....	6,840	2º	1,011	1,141	5,199
San Francisco.....	4,940	1º,75	1,006	2,578	2,362
Aguila.....	4,420	1º,75	1,005	1,966	2,454
Segovia.....	4,090	1º,75	1,004	2,409	1,681
Embajadores.....	3,945	1º,50	1,004	1,826	2,119
Puente del Rey.....	3,455	1º,25	1,003	1,803	1,652
Atocha.....	1,565	1º,25	1,002	0,816	0,749
AGUAS RECOGIDAS POR LA TARDE.					
Gas.....	9,730	2º,50	1,016	3,600	6,130
San Francisco.....	6,925	2º	1,012	3,261	3,664
Segovia.....	5,590	2º	1,010	2,465	3,125
Embajadores.....	5,210	2º	1,009	2,500	2,710
Puente del Rey.....	4,540	1º,75	1,005	2,347	2,193
Aguila.....	4,505	1º,75	1,0045	2,342	2,163
Atocha.....	2,448	1º,25	1,0026	1,224	1,224
AGUAS RECOGIDAS POR LA NOCHE.					
San Francisco.....	2,878	1º,50	1,0028	1,839	1,039
Gas.....	2,495	1º,50	1,0025	1,514	0,981
Embajadores.....	2,441	1º,50	1,0024	0,566	1,875
Segovia.....	1,740	1º	1,0018	0,503	0,837
Aguila.....	1,170	1º	1,0018	0,245	0,925
Puente del Rey.....	0,822	0º,75	1,0009	0,534	0,288
Atocha.....	0,660	0º,50	1,0007	0,432	0,228

Si sumamos ahora los residuos obtenidos en las tres recolecciones, con el objeto de saber cuál de las alcantarillas de Madrid es la que deja mayor residuo, durante las veinticuatro horas del día, resulta la tabla siguiente:



ALCANTARILLAS.	Por la mañana. Gramos.	Por la tarde. Gramos.	Por la noche. Gramos.	Promedio Gramos.
RESÍDUO CONTENIDO EN UN LITRO.				
Gas. ....	6,340	9,730	2,495	6,188
San Francisco. ....	4,940	6,925	2,878	4,914
Embajadores. ....	3,945	5,210	2,441	3,865
Segovia. ....	4,090	5,590	1,740	3,806
Aguila. ....	4,420	4,505	1,170	3,365
Puente del Rey. ....	3,455	4,540	0,822	2,939
Atocha. ....	1,565	2,448	0,660	1,557
RESIDUO INORGÁNICO CONTENIDO EN UN LITRO.				
San Francisco. ....	2,578	3,261	1,839	2,559
Gas. ....	1,141	3,600	1,514	2,085
Segovia. ....	2,409	2,465	0,903	1,925
Embajadores. ....	1,826	2,500	0,566	1,630
Puente del Rey. ....	1,803	2,347	0,534	1,561
Aguila. ....	1,966	2,342	0,245	1,517
Atocha. ....	0,816	1,224	0,432	0,824
RESIDUO ORGÁNICO CONTENIDO EN UN LITRO.				
Gas. ....	5,199	6,130	0,981	4,103
San Francisco. ....	2,362	3,664	1,039	2,355
Embajadores. ....	2,119	2,710	1,875	2,234
Segovia. ....	1,681	3,125	0,837	1,881
Aguila. ....	2,454	2,163	0,925	1,847
Puente del Rey. ....	1,652	2,193	0,288	1,377
Atocha. ....	0,749	1,224	0,228	0,733

Comparando estos números entre sí resulta que las alcantarillas están colocadas por el promedio de su riqueza en el orden siguiente:

Gas. — San Francisco. — Embajadores. — Segovia. — Aguila. — Puente del Rey. — Atocha.

Resulta que de los tres ensayos hechos, la hora en que las aguas son mas ricas, es la de la tarde.

Fijándonos en las sustancias orgánicas, resultan colocadas las alcantarillas por el orden siguiente:

Gas. — San Francisco. — Embajadores. — Segovia. — Aguila. — Puente del Rey. — Atocha.

Consultando las sustancias inorgánicas, aparecen en el orden siguiente:

San Francisco. — Gas. — Segovia. — Embajadores. — Puente del Rey. — Aguila. — Atocha.

Si nos fijamos en la riqueza en ácido fosfórico monohidratado, resulta que el orden en que se deben colocar las alcantarillas es el siguiente:



Por la mañana.	Por la tarde.	Por la noche.
San Francisco.	San Francisco.	Embajadores.
Puente del Rey.	Segovia.	Puente del Rey.
Segovia.	Puente del Rey.	San Francisco.
Aguila.	Gas.	Aguila.
Gas.	Embajadores.	Atocha.
Atocha.	Aguila.	Segovia.
Embajadores.	Atocha.	Gas.

Si sumamos las cantidades de ácido fosfórico halladas en los tres análisis con el objeto de conocer el promedio durante las veinticuatro horas, resulta lo siguiente:

PROMEDIO DE ÁCIDO FOSFÓRICO MONOHIDRATADO EN GRAMOS POR LITRO DE AGUA NATURAL DURANTE LAS VEINTICUATRO HORAS.

Alcantarillas de San Francisco. . . . .	0,0584
— Puente del Rey. . . . .	0,0432
— Segovia. . . . .	0,0415
— Gas. . . . .	0,0333
— Embajadores. . . . .	0,0307
— Aguila. . . . .	0,0305
— Atocha. . . . .	0,0258

Si se pasa á estudiar el amoniaco, resulta que el orden en que deben colocarse las alcantarillas con arreglo á su riqueza en este cuerpo, es el siguiente:

Por la mañana.	Por la tarde.	Por la noche.
Gas.	Gas.	Embajadores.
Aguila.	San Francisco.	Gas.
San Francisco.	Segovia.	San Francisco.
Embajadores.	Embajadores.	Segovia.
Puente del Rey.	Puente del Rey.	Aguila.
Segovia.	Aguila.	Puente Rey.
Atocha.	Atocha.	Atocha.

Si se suman las cantidades de amoniaco con el objeto de conocer el promedio de la riqueza en este cuerpo, resulta lo siguiente:

PROMEDIO DE AMONIAO EN GRAMOS QUE CORRESPONDE POR LITRO DE AGUA NATURAL DURANTE LAS VEINTICUATRO HORAS.

Alcantarilla del Gas. . . . .	0,1561
— San Francisco. . . . .	0,0868
— Embajadores. . . . .	0,0763
— Segovia. . . . .	0,0640
— Aguila. . . . .	0,0636
— Puente del Rey. . . . .	0,0531
— Atocha. . . . .	0,0276



Hé aquí los resultados parciales de este trabajo, y para que se pueda comprender y explicar, tal vez, mejor la riqueza relativa de cada boca, debo consignar que por la alcantarilla llamada del Paseo de las Acacias (vulgo Gas), salen los residuos del matadero y de la fábrica del gas; que la alcantarilla de San Francisco arrastra las aguas del cuartel del mismo nombre en donde están las prisiones militares, el depósito de quintos, una masa considerable y permanente de tropa, y además comprende barrios de los mas densos de poblacion; finalmente, que la alcantarilla de Atocha ó Carcabon recibe las aguas del Hospital provincial y comprende parte de los barrios ricos de Madrid, así como sus principales paseos tales como el Prado, y por consiguiente donde hay menos densidad de poblacion, etc., etc.

Reasumiendo ahora todo el trabajo y sacando el promedio general de la riqueza de las aguas de todas las alcantarillas de Madrid, resulta por litro:

	Gramos.
Resíduo sólido.....	3,805
Sustancias inorgánicas.....	1,729
Sustancias orgánicas.....	2,076
Acido fosfórico monohidratado.....	0,0376
Amoniaco equivalente al ázoe.....	0,0727

Y por metro cúbico:

	Kilógramos.
Resíduo sólido.....	3,805
Sustancias inorgánicas.....	1,729
Sustancias orgánicas.....	2,076
Acido fosfórico monohidratado.....	0,038
Amoniaco equivalente al ázoe....	0,072 (1).

(1) Según los análisis que presenta Bonna en su obra titulada *Egouts et irrigations* = Paris = Librairie Polytechnique = de J. Baudry editeur = 15 Rue des Saints Peres = 1874, la mayor cantidad de ázoe por litro de agua que ha encontrado hasta ahora es de 0,070 gramos, y la menor de 0,030 gramos, lo que equivale á 70 y 30 gramos por metro cúbico. — (Nota del Arquitecto Director de Fontanería-Alcantarillas.)



## IV.

Hecho ya el resumen de los trabajos anteriores, voy á dar cuenta del resultado de los que puede decirse que han constituido esta tercera campaña, los cuales pueden dividirse en dos grandes grupos, á saber: trabajos de laboratorio y trabajos de campo. Los primeros se han verificado en un modesto laboratorio, organizado por el ramo de Fontanería-Alcantarillas, con arreglo al acuerdo del Municipio. Unos y otros se refieren á los puntos siguientes:

Análisis de la mezcla de las aguas de todas las alcantarillas hecha en proporcion á la superficie de sus respectivas cuencas, con el objeto de conocer la riqueza media que resultaria en la hipótesis de que todas se reuniesen en un colector general.

Aprovechamiento de los orines recogidos en los meaderos públicos para la fabricacion de productos amoniacales.

Separacion de las materias que lleva el agua en suspension, con destino á la fabricacion del producto llamado *Poudrette*.

Aforo de la cantidad de agua que sale por las bocas de las alcantarillas, con el objeto de fijar la extension de terreno regable.

Idea general del terreno donde pueden llevarse las aguas, teniendo en cuenta la altura de las bocas de salida sobre el nivel del mar.

Valor económico de las aguas, y estudio de las dificultades que se presentan para la formacion de un plan general de aprovechamiento, é ideas generales acerca de este objeto.

Análisis de la mezcla de las aguas de todas las alcantarillas, hecha en proporcion á la superficie de sus respectivas cuencas, con el objeto de conocer la riqueza media que resultaria en la hipótesis de que todas se reuniesen en un colector general.

Dispuesto por el Sr. Arquitecto Director de Fontanería-Alcantarillas la ejecucion de este trabajo, se ha recogido agua de todas las bocas de las alcantarillas cada tres horas de las veinticuatro del dia, y se han mezclado en cantidades proporcionales á la superficie de sus cuencas. Estas cantidades y el resultado de los análisis figuran á continuacion:



NOTA de la superficie aproximada utilizable para este objeto que miden cada una de las cuencas de Madrid y alcantarillas á que vierten.

ALCANTARILLAS.	CUENCAS.	SUPERFICIE parcial. — Hectáreas.	TOTAL. — Hectáreas.	TANTO por ciento.
Puente del Rey.....	Reyes.....	104	192	0,396
	Flor.....	13		
	Arenal.....	75		
Segovia.....	Segovia.....	47	47	0,097
San Francisco.....	San Francisco....	14	14	0,029
Aguila.....	Toledo.....	15	18	0,037
Gas.....	Curtidores.....	3		
	Curtidores.....	24	24	0,049
Embajadores.....	Embajadores.....	12	50	0,122
	Valencia.....	47		
	Barquillo.....	58		
Atocha.....	Infantas.....	25	131	0,270
	Prado.....	26		
	Huertas.....	22		
	Atocha.....			
	Totales....	485	485	1,000

Tomando como punto de partida estas superficies, se han mezclado las aguas para cada operacion en las proporciones siguientes:

	Litros de agua.
Alcantarilla de Atocha. . . . .	2,700
— Embajadores. . . . .	1,220
— Gas. . . . .	0,490
— Aguila. . . . .	0,370
— San Francisco. . . . .	0,290
— Segovia.. . . .	0,970
— Puente del Rey.. . . .	3,960
	10,000

Las aguas han sido recogidas en el arco de la boca de cada alcantarilla en los dias que á continuacion se expresan:

PRIMERA OPERACION.

Alcantarilla de Atocha.. . . .	A las 12 y 30 minutos de la noche del 6 de Marzo.
— Embajadores. . . . .	A las 12 y 55 idem idem idem.
— Gas. . . . .	A la 1 y 15 idem idem idem.
— Aguila.. . . .	A la 1 y 25 idem idem idem.
— San Francisco.. . . .	A la 1 y 50 idem idem idem.
— Segovia. . . . .	A las 2 idem idem idem.
— Puente del Rey. . . . .	A las 2 y 20 idem idem idem.



## SEGUNDA OPERACION.

Alcantarilla de Atocha. . . . .	A las 3 y 30 minutos de la madrugada del 9 de Marzo.
— Embajadores. . .	A las 3 y 55 idem idem idem.
— Gas. . . . .	A las 4 y 17 idem idem idem.
— Aguila. . . . .	A las 4 y 40 idem idem idem.
— San Francisco. .	A las 4 y 56 idem idem idem.
— Segovia. . . . .	A las 5 y 7 idem idem idem.
— Puente del Rey. .	A las 5 y 30 idem idem idem.

## TERCERA OPERACION.

Alcantarilla de Atocha. . . . .	A las 6 y 28 minutos de la mañana del 28 de Febrero.
— Embajadores. . .	A las 6 y 39 idem idem idem.
— Gas. . . . .	A las 7 y 5 idem idem idem.
— Aguila. . . . .	A las 7 y 18 idem idem idem.
— San Francisco. .	A las 7 y 27 idem idem idem.
— Segovia. . . . .	A las 7 y 35 idem idem idem.
— Puente del Rey. .	A las 7 y 47 idem idem idem.

## CUARTA OPERACION.

Alcantarilla de Atocha. . . . .	A las 9 y 20 minutos de la mañana del 14 de Febrero.
— Embajadores. . .	A las 9 y 40 idem idem idem.
— Gas. . . . .	A las 9 y 55 idem idem idem.
— Aguila. . . . .	A las 10 y 15 idem idem idem.
— San Francisco. .	A las 10 y 30 idem idem idem.
— Segovia. . . . .	A las 10 y 35 idem idem idem.
— Puente del Rey. .	A las 10 y 50 idem idem idem.

## QUINTA OPERACION.

Alcantarilla de Atocha. . . . .	A las 12 y 30 minutos de la mañana del 20 de Febrero.
— Embajadores. . .	A las 12 y 45 idem idem idem.
— Gas. . . . .	A la 1 y 3 idem idem idem.
— Aguila. . . . .	A la 1 y 15 idem idem idem.
— San Francisco. .	A la 1 y 30 idem idem idem.
— Segovia. . . . .	A la 1 y 38 idem idem idem.
— Puente del Rey. .	A la 1 y 50 idem idem idem.



SEXTA OPERACION.

Alcantarilla de Atocha. . . . .	A las 3 y 20 minutos de la tarde del 22 de Febrero.
— Embajadores . . . . .	A las 3 y 40 idem idem idem.
— Gas. . . . .	A las 3 y 55 idem idem idem.
— Aguila.. . . .	A las 4 y 15 idem idem idem.
— San Francisco.. . . .	A las 4 y 30 idem idem idem.
— Segovia. . . . .	A las 4 y 35 idem idem idem.
— Puente del Rey. . . . .	A las 4 y 50 idem idem idem.

SÉTIMA OPERACION.

Alcantarilla de Atocha. . . . .	A las 6 y 35 minutos de la tarde del 24 de Febrero.
— Embajadores. . . . .	A las 7 y 10 idem idem idem.
— Gas. . . . .	A las 7 y 18 idem idem idem.
— Aguila.. . . .	A las 7 y 31 idem idem idem.
— San Francisco.. . . .	A las 7 y 42 idem idem idem.
— Segovia. . . . .	A las 8 de la noche de idem.
— Puente del Rey. . . . .	A las 8 y 45 idem idem idem.

OCTAVA OPERACION.

Alcantarilla de Atocha. . . . .	A las 9 y 25 minutos de la noche del 2 de Marzo.
— Embajadores. . . . .	A las 9 y 50 idem idem idem.
— Gas. . . . .	A las 10 y 15 idem idem idem.
— Aguila.. . . .	A las 10 y 30 idem idem idem.
— San Francisco.. . . .	A las 10 y 40 idem idem idem.
— Segovia. . . . .	A las 10 y 50 idem idem idem.
— Puente del Rey. . . . .	A las 11 y 5 idem idem idem.

Conducidas las aguas al laboratorio y mezcladas en la proporcion antes citada se ha puesto la mezcla en una cápsula de porcelana; y en un principio á fuego directo, luego en baño de arena, despues en baño-maria: se ha evaporado el agua hasta sequedad. El residuo obtenido, bien seco en la estufa de Gay-Lussac, ha pesado lo siguiente:



OPERACIONES.	HORA EN QUE EMPEZÓ LA RECOLECCION.	PESO del resíduo seco en gramos.	CANTIDAD de resíduo por litro en gramos.
1. <sup>a</sup>	A las 12 de la noche.....	13	1,300
2. <sup>a</sup>	A las 3 de la madrugada.....	13	1,300
3. <sup>a</sup>	A las 6 de la mañana.....	17	1,700
4. <sup>a</sup>	A las 9 de la mañana.....	20	2,000
5. <sup>a</sup>	A las 12 de la mañana.....	38	3,800
6. <sup>a</sup>	A las 3 de la tarde.....	28	2,800
7. <sup>a</sup>	A las 6 de la tarde.....	19	1,900
8. <sup>a</sup>	A las 9 de la noche.....	17	1,700
	<i>Promedio.....</i>	20,625	2,062

Resulta, pues, que el promedio de las ocho operaciones es dos gramos sesenta y dos miligramos de residuo por litro.

Dosado el amoniaco contenido en un gramo de este residuo seco, por el procedimiento de Boussingault, ha resultado lo siguiente:

OPERACIONES.	HORAS EN QUE EMPEZÓ LA RECOLECCION.	CANTIDAD de amoniaco que ha resultado por litro en gramos.
1. <sup>a</sup>	A las 12 de la noche.....	0,035
2. <sup>a</sup>	A las 3 de la madrugada.....	0,016
3. <sup>a</sup>	A las 6 de la mañana.....	0,022
4. <sup>a</sup>	A las 9 de la mañana.....	0,026
5. <sup>a</sup>	A las 12 de la mañana.....	0,026
6. <sup>a</sup>	A las 3 de la tarde.....	0,036
7. <sup>a</sup>	A las 6 de la tarde.....	0,131
8. <sup>a</sup>	A las 9 de la noche.....	0,045

Dosado del ácido fosfórico anhidro en el estado de fosfato tribásico de cal.



OPERACIONES.	HORAS EN QUE EMPEZÓ LA RECOLECCION	FOSFATO tribásico de cal que resulta por litro.	ÁCIDO fosfórico anhidro por litro de agua.
1. <sup>a</sup>	A las 12 de la noche.....	0,0483	0,0812
2. <sup>a</sup>	A las 3 de la madrugada.....	0,0433	0,0812
3. <sup>a</sup>	A las 6 de la mañana.....	0,0810	0,0612
4. <sup>a</sup>	A las 9 de la mañana.....	0,0978	0,0880
5. <sup>a</sup>	A las 12 de la mañana.....	0,0546	0,0950
6. <sup>a</sup>	A las 3 de la tarde.....	0,0756	0,0952
7. <sup>a</sup>	A las 6 de la tarde.....	0,0740	0,0627
8. <sup>a</sup>	A las 9 de la noche.....	0,0892	0,0680

Si se comparan estos resultados con los consignados en la segunda MEMORIA con respecto á los mismos productos, se encontrará bastante concordancia entre unos y otros.

**Aprovechamiento de los orines recogidos en los meaderos públicos para la fabricacion de productos amoniacales.**

Resuelto por los señores Comisario y Arquitecto-Director que se estudiase esta aplicacion de los orines, dividí el problema en dos partes, á saber: el científico y el económico.

Varias son las fábricas que existen en Europa en donde se hacen las sales amoniacales con los orines; pero como no trato de hacer aquí lujo de erudicion, me limitaré á citar la de Bondy, situada en las inmediaciones de Paris, en medio del bosque de aquel nombre.

La fábrica de Bondy explota, no precisamente los orines de los meaderos, sino lo que en Paris se llama *Eaux vannes*, cuya riqueza varía; pero que por término medio suele producir allí 12 kilogramos de sulfato de amoniaco por metro cúbico de líquido.

La fábrica tenia cuando yo la visité (1874) once aparatos en marcha. Cada uno de ellos hace dos operaciones en las veinticuatro horas, y carga en cada operacion unos 18 metros cúbicos; de manera que el producto diario es, por término medio, 2.500 kilogramos de sulfato de amoniaco cuando se trabaja solo por el dia, y 5.000 en las épocas en que se hace dia y noche.

Esta fábrica emplea el aparato conocido con el nombre de Fi-



guera, y obtiene, no solamente las sales amoniacales, importantes, bajo el punto de vista industrial ó agrícola, como son el sulfato y el clorhidrato, sino tambien el amoniaco.

Cuando se estudia el establecimiento de una fabricacion, uno de los primeros datos que deben investigar es el de la facilidad de la venta del producto; pues bien, fijándonos en el sulfato de amoniaco, sal de mucho uso para la agricultura, presento sus precios en el mercado, en este momento, que son los siguientes:

*Mercados de Paris y de Marsella.*—Precios publicados semanalmente por el periódico titulado *Journal d'Agriculture pratique* desde 4 de Enero hasta 15 de Marzo de 1877:

Sulfato de amoniaco al por mayor, ó sea en lotes de 30.000 kilogramos (650 quintales castellanos) por lo menos; de 50 á 52 francos los 100 kilos.

*Manufacture de produits chimiques de F. Dubosch et Compagnie.*—Nota de precios corrientes de 20 de Febreró de 1877 (última publicada):

Sulfato de amoniaco purificado, 1,50 francos kilo.

Id. Id. comun, 0,75 idem.

*Fábrica del gas en Madrid.*—Precio del mes de Marzo de 1877:

Sulfato de amoniaco impuro, 100 kilos, 75 pesetas.

*Depósito de Andrés Estruch y Compañía, Barcelona.*—Precios del mes de Abril:

Sulfato de amoniaco de 1.<sup>a</sup>, 100 kilos, 60 pesetas.

Id. id. de 2.<sup>a</sup>, 100 kilos, 57 idem.

El segundo punto que debe investigarse al estudiar el proyecto de una fabricacion, es la cantidad de primera materia que se puede explotar. Para facilitar este dato, así como para distribuir con oportunidad los recipientes urinarios en la poblacion de Madrid, se empezó en 6 de Noviembre de 1874, bajo un plan tan sencillo como práctico propuesto por el Arquitecto D. Félix María Gomez, el estudio de los recipientes, determinando primero el tiempo mínimo, medio y máximo que se ocupa cada plaza, con objeto de fijar el número de los que se necesitan en Madrid, y segundo, el número de veces que se ocupan al dia para conocer prácticamente la extension de esta necesidad pública. En este estudio, hecho por primera vez en Madrid, ha habido peripecias curiosas que prueban la falta de costumbre que existe en España á cierta clase de observaciones.

Parte del resultado de estas investigaciones ha sido publicado en el núm. 16 del periódico titulado *Anales de la Construcción y de la Industria*, correspondiente al 25 de Noviembre de 1876. Dice así:



RELACION del número de veces que se ocupan cada día los recipientes urinarios, según observaciones hechas desde el 6 de Noviembre de 1874 hasta 30 de Abril de 1876 ambos inclusive en 517 recipientes de la Villa de Madrid:

Períodos.	Ocupaciones.	Parte alícuota del total.
De 6 á 9 (mañana). . . . .	6346	0,0714
De 9 á 12 id. . . . .	12112	0,1363
De 12 á 3 (tarde). . . . .	15202	0,1711
De 3 á 6 id. . . . .	17726	0,1993
De 6 á 9 (noche). . . . .	20382	0,2294
De 9 á 12 id. . . . .	17063	0,1920
<i>Total.</i> . . . . .	88831	

Las investigaciones hechas posteriormente elevan el número de ocupaciones á 97,000, según nota que me da el Sr. Arquitecto-Director. Admitiendo, pues, que el hombre (pues las mujeres y los niños no hacen uso en Madrid de los recipientes urinarios) segrega 1,200 gramos, ó sea 1,175 centímetros cúbicos en cada veinticuatro horas (1), y admitiendo que cada vez que ocupa el recipiente segregue la décima parte de esta cantidad, resulta que cada vez que se ocupen los recipientes, se recogerá 0<sup>m</sup>5,000117, que multiplicado por 97,000, da 11<sup>m</sup>5,3975, ó sea 11 metros cúbicos en números redondos, cuyo volúmen aumentará mas ó menos según la cantidad de agua que se arroje al orinadero para su limpieza.

Sabido el precio del sulfato de amoniaco y la cantidad en limpio de orines que pueden recogerse en los meaderos, paso á describir los trabajos de laboratorio. Estos han consistido en primer lugar en dosar la cantidad de amoniaco que sucesivamente va conteniendo el orin, y en segundo en fabricar la sal amoniacal.

El orin, al salir de la vejiga del animal, no tiene nada de amoniaco; contiene úrea, que por la fermentacion pútrida se desdobra en carbonato amoniaco: como este desdoblamiento no es instantáneo sino sucesivo á medida que el oxígeno del aire actúa sobre el líquido, se necesita un espacio largo de tiempo para que suceda el fenómeno. El procedimiento que yo he seguido en el Laboratorio para conseguirlo ha consistido hacer traer cubas de orines recogidos en los recipientes de la calle de Botoneras, casa núm. 2, y de la calle del Espejo, casa núm. 6, echarlos en una gran caldera de cobre y agitarlos, dosando cada día una vez la cantidad de amoniaco que tenían.

(1) Página 11 de la obra titulada *Elements d'urologie*, par A. Rabuteau, Paris, 1875.



El dosado se ha practicado por el método de Boussingault (1). Se han colocado en el respectivo aparato 125 centímetros cúbicos de orines, 10 gramos de magnesia y 875 centímetros cúbicos de agua destilada, y se ha hecho hervir hasta obtener 125 centímetros cúbicos poco mas ó menos de líquido destilado. Para valorar este líquido se ha preparado una disolución normal sulfúrica que contiene 200 gramos de ácido sulfúrico monohidratado á la temperatura de 15° del termómetro centígrado; se ha saturado con ella el líquido destilado, y se ha calculado por los equivalentes lo siguiente: 1.º, la cantidad de amoníaco contenida en los 125 centímetros cúbicos de orines; 2.º, la contenida en un metro cúbico; 3.º, se ha deducido aproximadamente (no calculado) la cantidad de sulfato de amoníaco que podría obtenerse industrial (no teóricamente) hablando. El resultado de todos estos trabajos está comprendido en la siguiente tabla:

---

(1) Tomo I, *Leçons de Chimie elementaire*, par Girardin, edición de 1872.



ORINES recogidos el dia	Número de ensayos..	Cantidad de líquido producto de la des- tillacion en centímetros cúbicos. ....	Cantidad de líquido normal gastado para la saturacion en cen- tímetros cúbicos. ....	Cantidad de gas amoniacal contenido en los 125 c. m <sup>3</sup> de orines en gramos. ....	Cantidad de amo- niaco contenido por metro cúbico de ori- nes en gramos. ....	Sulfato de amoniacal que puede producirse considerando la cues- tion bajo el punto de vista industrial, en kilogramos. ....
24 de Febrero.	1	65	6	0.416	3.328	12
—	2	64	9,5	0.659	5.272	20
—	3	160	10	0.693	5.543	21
—	4	185	12	0.832	6.656	26
—	5	185	13,4	0.929	7.432	28
28	6	128	12,60	0.873	6.992	27
1 de Marzo.	7	210	10	0.693	5.543	21
—	8	180	12	0.832	6.653	26
2	9	209	8,20	0.568	4.544	17
—	10	220	9,60	0.666	5.328	20
—	11	180	12,20	0.846	6.768	26
5	12	205	11,30	0.784	6.272	24
—	13	175	12,40	0.860	6.880	26
6	14	173	9	0.624	4.992	19
—	15	185	13	0.902	7.216	28
7	16	170	12,40	0.860	6.880	26
—	17	165	14,20	0.985	7.880	30
—	18	219	13,40	0.929	7.432	28
—	19	180	15	1.040	8.320	32
9	20	195	14	0.971	7.768	30
—	21	215	13,50	0.943	7.544	29
10	22	185	10,40	0.721	5.768	21
—	23	195	15,20	1.054	8.432	32
—	24	205	12,20	0.846	6.768	26
12	25	155	9,40	0.652	5.216	20
—	26	170	15	1.040	8.320	32
13	27	175	12,80	0.888	7.104	27
14	28	215	9	0.624	4.992	19
—	29	295	14	0.971	7.768	30
—	30	285	14	0.971	7.768	30
19	31	170	15,40	1.068	8.544	33
—	32	195	13	0.902	7.216	28
—	33	195	14,80	0.926	7.408	31
—	34	170	15	1.040	8.320	32
—	35	205	16,40	1.137	9.096	35
22	36	195	9	0.624	4.992	19
—	37	205	14,40	0.999	7.992	31
24	38	145	12,60	0.874	6.992	27
—	39	175	13,20	0.915	7.320	28
—	40	185	19,20	0.915	7.320	28
		Suma total. ....		32.812	273.379	1045
		Termino medio ...		0.820	6.834	26

El segundo trabajo de laboratorio ha consistido en el estudio de la fabricacion industrial de cualquier sal amoniaca, v. gr. el sulfato de amoniacal.

He montado con este objeto dos aparatos. El primero es un simple aparato de laboratorio compuesto de un matraz (que carga 4 litros de orines), y de tres frascos tritubulados. El segundo es un cilindro de zinc de 0<sup>m</sup>,30 de diámetro y 0<sup>m</sup>,80 de altura, que carga 30 litros de orines, seguido de sus respectivos frascos tritubulados. Pongo en el matraz ó en el cilindro de zinc los orines podridos, y en los frascos agua, ácido sulfúrico, clorhídrico, nítrico, etc., segun el



producto que deseo obtener. Fijándome en el sulfato de amoniaco, la cantidad de producto obtenido ha oscilado entre 18 y 20 kilógramos, por metro cúbico, cantidad harto corta comparada con los resultados de la tabla anterior; pero que yo no he podido aumentar, porque siendo el laboratorio una pieza de las oficinas, los gases que se desprendian por la putrefaccion de un metro cúbico de orines molestaban á los empleados, y no se podia efectuar la fermentacion mas allá de cierto límite.

Terminado este estudio con fecha 17 de Abril de 1877, remiti á V. E. y á la Direccion de Fontanería-Alcantarillas dos colecciones de frascos de cabida de algunos kilógramos conteniendo los productos siguientes:

Núm. 1. Disolucion amoniacal (álcali volátil) fabricado con orines recogidos en el meadero de la calle de Botoneras, casa núm. 2.

Núm. 2. Sulfato de amoniaco fabricado con orines recogidos en el meadero de la calle del Espejo, casa núm. 6.

Núm. 3. Clorhidrato de amoniaco (sal amoniaco) fabricado con los de la calle de Botoneras.

Núm. 4. Resíduo que queda despues de la putrefaccion de los orines que se vende en el extranjero con el nombre de *Poudrette*.

Núm. 5. Sulfato de amoniaco de 1.<sup>a</sup> procedente del depósito de Andrés Estruch y Compañía, Barcelona, á 95 rs. quintal catalan de 41 kilos, ó sea 232 rs. los 100 kilos.

Núm. 6. Sulfato de amoniaco de 2.<sup>a</sup> del mismo depósito á 90 reales quintal, ó sea 220 rs. los 100 kilos.

Núm. 7. Sulfato de amoniaco de la fábrica del gas de Madrid á 300 rs. los 100 kilos.

Núm. 8. Sal amoniaco comercial á 567 rs. los 100 kilos.

Núm. 9. Alcali volátil comercial á 430 rs. los 100 kilos.

Concluidos estos estudios de laboratorio y adoptando como produccion la de 11 metros cúbicos de orines y la de 25 kilógramos de sulfato de amoniaco por metro cúbico de orines, resulta una produccion diaria de 275 kilógramos de sulfato de amoniaco, que al precio de 75 pesetas los 100 kilos, que es el de la fábrica del gas de Madrid, producen 206 pesetas diarias, despreciando el pico por las alteraciones del mercado, quedan en 200: esta cantidad asciende al año á 292,000 rs. ó sean 14,000 duros. Los gastos de elaboracion de ese sulfato de amoniaco, el interés y amortizacion del capital fijo necesario para el establecimiento de la fábrica, etc., representarán unos 6,000 duros; por consiguiente quedan 8,000 duros que se han de repartir entre el cánón que se ha de pagar al Ayuntamiento el transporte de los orines á la fábrica y la ganancia que busca el explotador.



Remitidos al Sr. Arquitecto-Director de Fontanería-Alcantarillas las muestras citadas y la oportuna certificación (fecha 17 de Abril de 1877), aquel, despues de dar curso á la primera y á la coleccion de muestras que iban dirigidas á V. E., me dijo: «Hay la tendencia á poner agua en todas las cubetas urinarias de Madrid; por tanto hay que estudiar la influencia que la cantidad de agua añadida pueda tener en la resolucion del problema económico de la fabricacion de sales amoniacaes: estudiemos eso. Ante este nuevo problema hube de razonar y trabajar en la forma en que manifesté á V. E. en mi comunicacion de 23 de Mayo de 1877. Se trata de la resolucion del siguiente

PROBLEMA.

Determinada la cantidad de carbonato de amoniaco, segun consta en la certificación de 17 de Abril de 1877, que contienen los orines recogidos en los meaderos á medida que adelanta la fermentacion pútrida de los mismos, se pregunta: ¿si estos orines se mezclan con el doble, el triple, el cuádruple de su volúmen de agua, la cantidad de carbonato de amoniaco que contengan, ó mejor dicho, que pueda trasformarse en sulfato ó en cloruro, estará en razon inversa del volúmen de agua añadido ó no?

La duda ocurrida al Sr. Arquitecto-Director está sumamente fundada, porque sabido es que las fermentaciones no suceden sino en condiciones determinadas:

Para que haya fermentacion pútrida se necesitan cinco cosas, que son:

- Materia capaz de pudrirse.
- Fermento ó levadura.
- Agua.
- Aire.
- Calor.

Y no solamente se necesitan estas cinco condiciones, sino que es preciso además que cada una de ellas concorra en una medida determinada.

Supongamos que una materia cualquiera está en condiciones á propósito para fermentar, y que á esta materia le añadimos una cantidad de agua. Considerada la cosa teóricamente, la adiccion de esta agua ha de producir dos efectos, á saber: el primero diluir la levadura, ó sea el fermento; el segundo, disminuir la temperatura;



por consiguiente, si antes de la adición del agua la materia estaba en condiciones á propósito para fermentar, es posible que según sea la cantidad añadida de esta cesen aquellas condiciones. Esto, repito, es considerando la cosa teóricamente.

Si abandonando el terreno de la teoría pasamos al de la práctica, se presenta en el caso actual, como es consiguiente, una nueva dificultad. El carbonato de amoníaco que se forma en los orines por el desdoblamiento de la úrea con el concurso de la fermentación pútrida, ha de extraerse de las aguas que le contiene por volatilización, y esta volatilización será tanto más difícil, cuanto mayor sea la cantidad de agua en que esté disuelto el carbonato de amoníaco, sin contar con que á medida que aumente el volumen de líquido mayor será la cantidad de combustible que debe gastarse para obtener el mismo resultado. Reduciendo á términos concretos el problema, resulta que si un metro cúbico de orines produce, por ejemplo, 30 kilogramos de sulfato de amoníaco, ese mismo metro cúbico de orines, mezclado con otro metro cúbico de agua, en primer lugar necesitará una cantidad de tiempo muchísimo mayor para que toda la úrea se transforme en carbonato de amoníaco, y en segundo lugar, cuando se trate de explotarle por un procedimiento industrial, no se sacarán de él 30 kilogramos de sulfato de amoníaco como parece que debería ser, sino 24, 23, 22, etc., según las condiciones del aparato con que se trabaje, sucediendo aquí una cosa análoga á la que pasa con los vinos cuando se destinan á la fabricación de aguardientes. Los vinos fuertes, esto es, los que dosan el 16, 18 por 100 de alcohol, solo dejan en las vinazas el 1/2 por 100; pero los vinos flojos que dosan el 10, 11, 12; etc., por 100 de alcohol, dejan en ellas un 1, un 1 1/2 y hasta un 2 por 100; y eso no por imperfección de los aparatos, sino por cuestión económica. Así, pues, cuanto mayor sea la cantidad de agua que se haga afluir á los meaderos de Madrid, menor ha de ser el valor intrínseco de los líquidos en ellos recogidos, puesto que debiendo emplearse mayor cantidad de tiempo para la transformación de la úrea en carbonato de amoníaco, se necesitará construir depósitos mucho mayores para que suceda la fermentación pútrida, y después se sacará menos cantidad de amoníaco ó de su equivalente en sales amoniacales por la destilación. Hé aquí la teoría: ahora pasemos á la práctica del laboratorio.

Con arreglo á las instrucciones recibidas del Sr. Arquitecto-Director de Fontanería-Alcantarillas, se ha tomado un litro de orines puros recién salidos de la vejiga del hombre, y se han colocado en un vaso de precipitar.

Otro litro de orines en idénticas condiciones se ha mezclado íntimamente con un litro de agua destilada y la mezcla se ha puesto



en otro vaso de precipitar, colocándole en iguales condiciones climatológicas que el anterior.

Un tercer litro de orines se ha mezclado con dos litros de agua destilada.

Un cuarto litro de orines se ha mezclado con tres litros de agua destilada.

Finalmente, un quinto litro de orines se ha mezclado con cuatro litros de agua destilada.

Abandonados todos estos vasos de precipitar, como ya se ha dicho, en las mismas condiciones climatológicas, se ha dosado día por día la cantidad de carbonato de amoniaco que en ellos se desarrollaba, hasta que ya durante tres días consecutivos no se ha notado mas aumento. El dosado de este carbonato de amoniaco se ha practicado por el procedimiento de Boussingault, descrito ya anteriormente.

Cuando ya se ha creído terminado el desdoblamiento de la úrea en carbonato de amoniaco, se ha destilado este líquido en el aparato descrito ya en las mismas certificaciones.

El resultado de ambos estudios es el siguiente:

## A

El tiempo que ha transcurrido desde que los orines se han colocado en los vasos de precipitar hasta que ya no se ha podido apreciar el desdoblamiento de la úrea en carbonato de amoniaco, ha sido el que se expresa á continuación:

Primer caso: orines puros, 17 días.

Segundo caso: un litro de orines mas 1 de agua, 20 días.

Tercer caso: un litro de orines mas 2 de agua, 24 días.

Cuarto caso: un litro de orines mas 3 de agua, 30 días.

Quinto caso: un litro de orines mas 4 de agua, 37 días.

Los líquidos se han agitado una vez cada día durante quince minutos, con el objeto de que el aire penetrase en el interior de la masa y acelerase la fermentacion pútrida.

## B

La cantidad de amoniaco que ha resultado por litro dosándola por medio del aparato Boussingault ha sido la siguiente:

Primer caso: orines solos, 8,432 gramos por litro.

Segundo caso: un litro de orines mas 1 de agua, 8,400 gramos por litro de orines.

Tercer caso: un litro de orines mas 2 de agua, 8,000 id. id. id.

:



Cuarto caso: un litro de orines mas 3 de agua, 7,300 id. id. id.  
Quinto caso: un litro de orines mas 3 de agua, 6,500 id. id. id.

### C

La cantidad de sulfato de amoniaco que puede llegar á extraerse industrialmente por metro cúbico, prescindiendo de la cuestion económica, es la siguiente:

Primer caso: orines solos, 34 kilógramos.

Segundo caso: un litro de orines mas 1 de agua, 32 kilógramos.

Tercer caso: un litro de orines mas 2 de agua, 31 kilógramos.

Cuarto caso: un litro de orines mas 3 de agua, 28 kilógramos.

Quinto caso: un litro de orines mas 4 de agua, 25 kilógramos.

Este es el resultado de los trabajos de laboratorio.

Dos objeciones pudieran presentarse contra el aprovechamiento de los orines en la fabricacion de sales amoniacales. La primera es que de este modo se disminuye el caudal de líquido que hay á favor de la agricultura. La segunda es que para que esa explotacion industrial pudiera hacerse en las condiciones mas ventajosas posibles, era preciso quitar el agua á los meaderos, y entonces estos producirian olor.

La primera objecion no tiene valor alguno, pues segun se ha podido ver en los estudios que preceden, en cada 1,000 kilógramos de orines hay solamente 7 de ázoe; por consiguiente no llega al 1/2 por 100 de esa corta cantidad lo que se quita; sucediendo lo mismo en cuanto á la calidad, pues la masa de ázoe que se recoge en los meaderos es insignificante con respecto á la total que sale por las bocas de las alcantarillas.

La segunda objecion tiene, en mi concepto, un valor muy dudoso; valor que solo podrá aquilatarse mediante ensayos prácticos efectuados en los mismos meaderos, pero que mientras esto se practica puede discutirse.

Los meaderos de la calle del Espejo y de la calle de Botoneras, de donde yo he tomado los orines, son de los que no reciben agua corriente para su limpieza, á cuya circunstancia se debe la gran cantidad de sulfato de amoniaco que se obtiene comparándola con la de la fábrica de Bondy (26 contra 12). Compréndese desde luego, sin necesidad de insistir mucho en ello, que si se hubieran tomado estos líquidos en otras cubetas urinarias en donde hay corrientes constantes de agua, la cantidad de sulfato amónico obtenido seria mucho



menor; pero en este caso hay un doble problema que resolver, á saber: 1.º, si la corriente de agua evita el mal olor; 2.º, si hay otro procedimiento que no sea el de la adición de agua para evitar esos efectos perjudiciales á la salubridad pública. Y conste que al plantear yo este problema no es porque crea que con la adición del agua se impide la resolución del problema industrial, pues ya he dicho que lo que se explota en la fábrica de Bondy es el producto llamado *eaux vannes*, ó sea la mezcla del agua con las materias fecales, y algunas de las alcantarillas de Madrid dejan salir en horas dadas líquidos mas ricos que los orines.

La insalubridad de los meaderos es debida á dos causas: consiste la primera en la putrefacción de los orines que quedan adheridos á las paredes de la cubeta urinaria: la segunda en los gases (carbonato de amoniaco, sulfuro amónico, hidrógenos carbonados, etc.), que, procedentes de la alcantarilla, salen por el tubo de la misma. Estas dos causas de olor ¿pueden ser corregidas con la corriente de agua que se les añade? El buen sentido en primer lugar, la práctica de la cosa en segundo, y los ensayos químicos en tercero, resuelven el problema negativamente.

El buen sentido hace comprender que el agua no puede limpiar una superficie por solo su contacto, de las materias orgánicas que se hayan adherido á ella, y esto se ve claramente con la limpieza de los platos, cazuelas y demás objetos del arte culinario que hay que frotar con estropajo, arena y jabon para que queden limpios; mientras las cubetas ordinarias construidas de hierro estén expuestas á la acción de los rayos solares, como lo están en Madrid, los orines que queden adheridos á sus paredes se pudrirán y darán olor. Ese mismo buen sentido hace conocer que la corriente de agua no impide la salida de los gases; pues siendo el conducto una verdadera chimenea de las alcantarillas ó cloacas, los gases que en ella se produzcan han de salir por estos tubos ó por los absorbaderos. Y no se diga que este inconveniente se salva con los sifones modernamente adoptados, pues los orines que en ellos se depositan y que por un fenómeno físico fácil de explicar, no siempre son arrastrados, experimentan la fermentación pútrida y producen el mismo resultado que se trata de evitar.

La práctica enseña que el agua no sirve, porque no hay mas que acercarse á las cubetas urinarias en el verano, y el sentido del olfato acusa el esparcimiento (en la atmósfera que rodea á la cubeta urinaria) de todos esos gases que se trata de encerrar.

Finalmente, los ensayos químicos confirman este resultado; basta destapar un frasco de ácido clorhídrico, sacar del estuche un papel impregnado de acetato de plomo, etc., para reconocer en la atmós-



fera que rodea á la cubeta urinaria todos los gases producidos por la fermentacion pútrida.

No creo que la química ni la física hayan dicho la última palabra acerca de este asunto; pero estoy convencido que si V. E. me lo permite y me concede los exiguos recursos que para ello se necesitan, dispondré un meadero que, sin necesidad de agua corriente, sea completamente inodoro.

Yo, y no es invencion mia, he conservado durante años los orines sin que se descompongan, y he remitido á V. E. un ejemplar en este estado: combinando este principio con un sistema especial de construccion de orinaderos, es como debe resolverse el problema de la salubridad juntamente con el de la fabricacion de las sales amoniacales; pero repito que para dar por resuelta esta cuestion era preciso hacer ensayos prácticos en un orinadero construido *ad hoc*.

**Separacion de las materias que lleva el agua en suspension, con destino á la fabricacion del producto llamado «poudrette.»**

V. E. recordará que los análisis contenidos en las dos MEMORIAS que he tenido la honra de presentarle en 17 de Abril de 1874 y en 1.º de Julio de 1876, han hecho ver á V. E. la gran cantidad de materia orgánica que contienen las aguas fecales de algunas alcantarillas de Madrid, la cual, como faltan los estudios estadísticos previos, no sabemos si es debida á la densidad de la poblacion, ó al exceso de materia nutritiva, ó á la corta cantidad de agua por habitante que tenga Madrid, comparando esta capital con otras ciudades extranjeras. Este exceso de riqueza orgánica inutiliza estas aguas para el riego, de lo cual es fácil convencerse con solo recorrer las huertas que se riegan con ellas desde el Puente de Segovia en adelante: los hortelanos se ven en la precision de abrir norias mas profundas que el lecho del rio Manzanares, con el objeto de extraer el agua de aquel y regar alternativamente con aguas fecales y con agua del rio, sin lo cual las plantas perecen, á causa del exceso de materia azoada que se pudre sobre el suelo. Esta circunstancia obliga á los regantes que no pueden tener agua del rio, á tener estanques en donde depositan esas aguas fecales; estas sufren un principio de fermentacion que, ayudado por el reposo, hace que se precipiten ó que sobrenaden gran parte de las materias orgánicas; separan las que sobrenadan con unos rastros; dejan en el fondo del estanque las precipitadas, y obtienen así un agua mucho mas pobre en materias orgánicas. El exámen de estas circunstancias hizo que el Sr. Arquitecto-Director me mandase estudiar la depuracion de estas aguas por cualquiera de los procedimientos conocidos, proponiéndose separar solo ese exceso de



materias orgánicas, dejando las aguas propias para el riego y encargándome que ensayase si despues de purificadas, los peces podian vivir en ellas.

Recibida la indicacion del Sr. Arquitecto-Director, estudié los diversos procedimientos ensayados especialmente en Francia con este objeto.

Redúcense estos en su esencia á tres, que son: 1.º La filtracion. 2.º El reposo y la decantacion. 3.º La precipitacion por medio de sales inorgánicas.

Estos sistemas se emplean, ya aisladamente, ya combinados, dando origen á otros nuevos.

Considerado el problema atentamente, creí que no debia intentar ni la filtracion, ni el reposo y decantacion, pues empezándose á aprovechar estas aguas para el riego apenas salen de las alcantarillas, era necesario construir en su misma boca los edificios propios para ello; y como no hay altura perdida, seria preciso elevarlas mecánicamente. Fijéme, pues, en la precipitacion por medio de sustancias minerales.

La precipitacion se ha intentado hasta ahora por los cuerpos siguientes:

- A. Por la cal.
- B. Por la cal y el cloruro de hierro.
- C. Por la cal y el cloruro de magnesio.
- D. Por la cal y la arcilla.
- E. Por sales de cal, especialmente los fosfatos.
- F. Por sales de alúmina.

Ligeros tanteos hechos con estos diferentes reactivos, me hicieron ver que todas las aguas, á excepcion de las de la alcantarilla del Gas, podian purificarse perfectamente con el sulfato de alúmina, ya solo, ya mezclado con pequeñas cantidades de caparrosa.

El agua que sale por la alcantarilla del Gas tiene una composicion tan variable, que es imposible buscar un reactivo que sirva siempre para su precipitacion, á no ser que se la reuniera en grandes masas. Compréndese perfectamente esta facilidad en el cambio de composicion, si se atiende á los dos focos principales que en ella desembocan: el matadero y la fábrica del gas.

Comienza la matanza en el matadero á las cinco de la mañana, y dura hasta medio dia, y cada momento cambia la composicion del agua con arreglo á las operaciones que allí se practican. Si se degüellan las reses, baja el agua sanguinolenta; si se limpian los vientres, estómagos y demás, baja mas ó menos amarillenta; de manera que durante esas siete horas, puede decirse que cambia á cada momento.



Desde las doce en adelante no recobra el agua su composicion normal por mas que haya concluido el matadero, pues los líquidos que salen de las tripicallerías y mondonguerías situadas fuera de él, de los baños de caballos, etc., continúan haciéndola variar sin cesar.

Durante la noche, la fábrica del gas vierte las aguas sobrantes de sus gasómetros, calderas, etc., y grandes masas breosas, juntamente con una cantidad muy respetable de amoniaco, cambian por completo la composicion del agua; así que en unos casos se consigue la purificacion por el sulfato de alúmina, en otros por esta sal y la caparrosa, á veces hay que añadir arcilla, y en los momentos en que viene la brea no hay medio de purificacion.

Como el problema que se trata de resolver no es el de hacer esas aguas potables, como se intenta en Paris, sino el de quitarlas esa superabundancia de materia orgánica que contienen para que puedan emplearse directamente en el riego, las he tratado todas por el sulfato de alúmina y la caparrosa.

Los trabajos para este objeto, como todos los demás que preceden se dividen en dos grupos: unos se han practicado en el laboratorio, y otros en la boca de la alcantarilla del Gas, por ser, como ya he dicho, la que mas dificultades me ha presentado para la purificacion; el resultado de estos trabajos es el siguiente:

#### PREPARACION DE LOS REACTIVOS.

He dicho que me habia fijado en la caparrosa y en el sulfato de alúmina; por lo tanto he preparado las disoluciones siguientes:

##### SULFATO DE ALÚMINA.

Tres litros de disolucion á la temperatura de 15 grados centígrados, conteniendo un kilógramo de sulfato de alúmina; por consiguiente, resulta que cada centímetro cúbico gastado de esta disolucion normal contendrá 0,333 gramos (333 miligramos).

##### CAPARROSA.

Dos litros y medio de disolucion á la temperatura de 15 grados centígrados, conteniendo 1,000 gramos de caparrosa; por consiguiente, cada centímetro cúbico de esta disolucion normal contendrá 0,400 gramos (400 miligramos) de caparrosa.



OPERACIONES DEL LABORATORIO

Estas operaciones han consistido en salir tres días consecutivos y recoger un frasco de agua en cada una de las bocas de las alcantarillas, en los días y horas que á continuación se expresan y traerlas al laboratorio.

NOMBRE de las alcantarillas.	HORAS EN QUE SE HAN RECOGIDO LAS AGUAS EL DIA		
	8 de Mayo.	12 de Mayo.	17 de Mayo.
Atocha.....	10 y 11 minutos.	12 y 30 minutos.	12 y 42 minutos mañana.
Embajadores.....	10 y 35 "	12 y 57 "	1 y 17 id. tarde.
Gas.....	10 y 53 "	1 y 15 "	1 y 42 " "
Aguila.....	11 y 13 "	1 y 30 "	2 y 1 " "
San Francisco.....	11 y 28 "	1 y 47 "	2 y 14 " "
Segovia.....	11 y 38 "	1 y 54 "	2 y 28 " "
Puente del Rey.....	11 y 57 "	2 y 10 "	2 y 47 " "

PRIMER ENSAYO.

*Dia 9 de Mayo.*—Tomé cuatro litros de cada una de estas aguas; puse esta cantidad en un frasco, y la traté por 250 centímetros cúbicos de disolucion de sulfato de alúmina: notóse en todas ellas efervescencia mayor ó menor, pero que en alguna fué lo suficiente para derramar el líquido del frasco; antes de un minuto se habia formado un abundante precipitado de color vario, y tambien de diferente densidad, pues mientras que en unos frascos el precipitado se iba al fondo, en los otros sobrenadaba: el líquido permaneció turbio.

*Dia 11 de Mayo.*—Visto que el líquido no se aclaraba por completo, se añadió otros 125 centímetros cúbicos de disolucion de sulfato de alúmina: adiciones en igual cantidad se practicaron en los días 12 y 14, sin lograr aclarar el líquido, lo cual me hizo comprender que no bastaba este solo reactivo. Resolví, pues, filtrar, lavar el precipitado, secar y pesar; el residuo obtenido seco, pesó lo siguiente:



	Peso del residuo seco en gramos.
Alcantarilla de Atocha. . . . .	5,630
— Embajadores. . . . .	17,280
— Gas. . . . .	9,520
— Aguila. . . . .	5,320
— San Francisco. . . . .	9,480
— Segovia. . . . .	14,172
— Puente del Rey. . . . .	5,390

## SEGUNDO ENSAYO.

*Día 12 de Mayo.*—Traidas las aguas al laboratorio, se puso en cada frasco la cantidad de tres litros, á fin de que no se derramasen como en el caso anterior, y se añadió á cada uno 125 centímetros cúbicos de disolucion de caparrosa, y otros 125 centímetros cúbicos de disolucion de sulfato de alúmina; pasaron fenómenos análogos á los anteriormente descritos, esto es, desprendimiento de gases y formacion del precipitado.

*Día 16 de Mayo.*—El líquido estaba completamente claro, casi incoloro en todas las aguas, á excepcion de la del gas, que conservaba su color sanguinolento, pero que á pesar de eso era completamente trasparente; procedióse, pues, á filtrar, lavar el precipitado, pesar y secar, obteniéndose los resultados siguientes:

	Peso del residuo seco en gramos.
Alcantarilla de Atocha. . . . .	2,125
— Embajadores. . . . .	7,540
— Gas. . . . .	12,050
— Aguila. . . . .	5,640
— San Francisco. . . . .	12,500
— Segovia. . . . .	7,143
— Puente del Rey. . . . .	5,900

## TERCER ENSAYO.

Obtenido ya el resultado apetecido, se hicieron varios tanteos con el objeto de fijar la mínima cantidad que convendría poner al efecto; traidas las aguas al laboratorio, se pusieron tres litros en cada frasco, y se añadieron 25 centímetros cúbicos de disolucion de sulfato de alúmina y otros 25 de caparrosa. El resultado fué el mismo



que el de la operacion anterior, esto es, todas las aguas quedaron limpias y cristalinas, excepto las del gas, que aunque trasparente, conservó su color sanguíneo: por tanto, pues, filtré, lavé el precipitado, sequé y pesé, obteniendo los resultados siguientes:

	Peso del residuo seco en gramos.
Alcantarilla de Atocha. . . . .	4,527
— Embajadores. . . . .	10,250
— Gas. . . . .	7,543
— Aguila. . . . .	5,420
— San Francisco. . . . .	12,083
— Segovia. . . . .	9,320
— Puente del Rey. . . . .	6,100

Si tratamos ahora de averiguar el coste en reactivos que tiene esta clasificacion, resulta lo siguiente:

Los 25 centímetros cúbicos de disolucion de caparrosa contienen 10 gramos de caparrosa.

Los 25 centímetros cúbicos de disolucion de sulfato de alúmina contienen 89,325 de sulfato de alúmina; pero con estas cantidades hemos limpiado tres litros de agua; por consiguiente, necesitaremos para un litro:

De caparrosa. . . . .	3,333 grs.
De sulfato de alúmina. . . . .	2,775

Para un metro cúbico de agua que tiene 1,000 litros, necesitaremos:

Caparrosa. . . . .	3 <sup>k</sup> ,333 grs.
Sulfato de alúmina. . . . .	2 <sup>k</sup> ,775

Y el valor metálico de estas sustancias será:

3 <sup>k</sup> ,333 grs. de caparrosa, á 0,50 céntimos de real el kilo. . . . .	1,66
2 <sup>k</sup> ,775 grs. de sulfato de alúmina, á 16 rs. kilo. . . . .	44,40
	<hr/> 46,06

OPERACIONES DEL CAMPO.

Debe comprenderse perfectamente que no es lo mismo el trabajo de laboratorio que el trabajo industrial: en el primero se busca la exactitud, y en el segundo la economía; así que con el objeto de aproximarse un poco mas á la verdad, al mismo tiempo que obtener



una cantidad algo crecida de precipitado, me trasladé á la boca de la alcantarilla del Gas, en donde trabajé de la manera siguiente:

Tomé una bañera de zinc de las mayores, de cabida de 32 decá-litros, ó sea de 320 litros. El día 1.º de Junio, á las doce horas y veinte minutos de la mañana, se llenó este baño con agua de la alcantarilla, poniendo la citada cantidad de 320 litros, á la que se añadió un litro de disolucion de sulfato de alúmina y 50 centímetros cúbicos de disolucion de caparrosa.

Seis horas despues, en la tarde del mismo día, se decantaba con un sifon el líquido claro con el mayor cuidado posible: se añadía nueva cantidad de agua y nueva cantidad de reactivos, repitióse esta operacion dos veces al día siguiente, 2 de Junio, y una mas al día siguiente, 3: es decir, que en resumen, se reunió en el baño el residuo de cinco operaciones, en las que se han empleado las siguientes cantidades:

Agua de alcantarilla. . . . .	1,600 litros.
Disolucion de sulfato de alúmina. . . . .	5
Disolucion de caparrosa (250 centilitros cúbicos). . . . .	1/4

Para calcular ahora el coste del precipitante, hay que tener en cuenta que:

Cinco litros de disolucion de sulfato de alúmina, á razon de 0,333 gramos por centímetro cúbico, contienen 1,665 gramos de sulfato de alúmina.

Doscientos cincuenta centímetros cúbicos de disolucion de caparrosa, á razon de 0,400 gramos por centímetro cúbico, contienen 100 gramos de caparrosa.

Estas cantidades se han empleado en 1,600 litros; por consiguiente, para un metro cúbico se necesitará:

Sulfato de alúmina . . . . .	1,040 grs.
Caparrosa. . . . .	62

Cuyo importe será:

1,040 gramos de sulfato de alúmina, á 16 rs. kilo. . . . .	16,64
62 gramos de caparrosa, á 0,50 rs. kilo. . . . .	0,31
<i>Suma.</i> . . . .	16,95

Recogido el residuo que habia en el fondo del baño, puesto á secar al sol sobre una arpillera, traído al laboratorio y seco en la estufa, triturado en un molinillo de café para reducirlo á polvo, segun se ve en los frascos que remito á V. E. y á la Direccion de Fontanería-Alcantarillas, ha pesado 4,100 gramos; pero como este ha sido



el producto de 1,600 litros, resulta por metro cúbico 2,562 gramos de residuo.

Sabiéndose ya por las certificaciones anteriores que la composición de las aguas varía á cada momento, se comprende que la cantidad de residuo obtenida deba variar.

Si reducimos á un metro cúbico el resultado de los ensayos anteriores, con el objeto de comparar el resultado con el caso práctico que acabamos de indicar, tendremos la siguiente tabla:

NOMBRE DE LAS ALCANTARILLAS.	RESÍDUO obtenido en 4 litros en gramos.	CANTIDAD que corresponde por metro cúbico en gramos.
<b>Primer ensayo.</b>		
Atocha.....	5,630	1407
Embajadores.....	17,280	4320
Gas.....	9,520	2380
Aguila.....	5,320	1330
San Francisco.....	9,480	2370
Segovia.....	14,172	3543
Puente del Rey.....	5,390	1347
<b>Segundo ensayo.</b>		
	Residuo obtenido en 3 litros.	
Atocha.....	2,125	708
Embajadores.....	7,540	2513
Gas.....	12,050	4016
Aguila.....	5,640	1880
San Francisco.....	12,500	4166
Segovia.....	7,143	2381
Puente del Rey.....	5,900	1966
<b>Tercer ensayo.</b>		
Atocha.....	4,527	1509
Embajadores.....	10,250	3416
Gas.....	7,543	2514
Aguila.....	5,420	1806
San Francisco.....	12,083	4027
Segovia.....	9,320	3106
Puente del Rey.....	6,100	2033
<b>Trabajo práctico.</b>		
Residuo obtenido en un metro cúbico.....	"	2562

#### Análisis del producto obtenido.

La composición del producto obtenido es la siguiente:

Materias minerales. . . . .	1,478
Materias orgánicas. . . . .	0,890
Acido fosfórico. . . . .	0,147
Azoe. . . . .	0,047
	<hr/>
	2,562



Resulta, pues, que el valor intrínseco de 100 kilogramos de este abono será:

1 <sup>k</sup> ,834 de ázoe, á 6 rs. 76 cénts. kilo. . . . .	12,39 reales.
5 <sup>k</sup> ,737 de ácido fosfórico, á 2 rs. 40 cénts. . . . .	13,76 —
<i>Valor de 100 kilos. . . . .</i>	<i>26,15 —</i>

Comparacion de estos estudios con los ejecutados en Paris por los Sres. Hervé, Mangon y Leon Durán Cleyé en los años 1867 á 68.

Estos señores, segun puede verse en la Memoria que presentaron á la Municipalidad de Paris, tropezaron en un principio con las mismas dificultades con que yo tropiezo, esto es, el excesivo coste debido á la pequeña cantidad en que se trabaja; á medida que esta sea mayor, disminuye la cantidad de reactivo precipitante, y por consiguiente, resulta mayor economía en el coste de la operacion. Ellos no llegaron á obtener un resultado económico sino cuando trabajaron en un pequeño estanque hecho en el terreno, cuya dimension era de 250 metros cuadrados de superficie y 25 metros cúbicos de cabida, con un filtro en el extremo por donde salian las aguas.

Ellos no empleaban para la precipitacion el sulfato de alúmina ni la caparrosa comercial, sino una mezcla de ambos sulfatos obtenida con la *bauxite* mineral, que se encuentra en masas abundantes en el Mediodía de Francia, ó bien la *magma rouge* obtenida por el lavado de las cenizas peritosas de Picardía en la fabricacion del alumbre.

Con estas dos condiciones, así como yo he disminuido el valor del reactivo por metro cúbico desde 46,06 rs. que costaba en los trabajos de laboratorio, á 16,95 rs. que ha costado en el pequeño ensayo hecho en la boca de la alcantarilla; ellos, ya por la disminucion del reactivo cuando se trabaja en grandes masas, ya por el precio insignificante á que cuestan esos dos materiales, no gastan en la precipitacion de cada metro mas que dos céntimos de peseta.

B. La cantidad de residuo obtenido en los estanques de Clichy y por mí en la alcantarilla del Gas, son los siguiente:



COMPOSICION.	Precipitado de Clichy. Kilógramos.	Precipitado de la alcantarilla del Gas. Kilógramos.
Materias minerales. . . . .	1,398	1,478
Materias orgánicas. . . . .	0,517	0,890
Acido fosfórico. . . . .	0,013	0,147
Ázoe. . . . .	0,015	0,047
<i>Suma.</i> . . . .	1,943	2,562

Todas las aguas que han quedado despues de separar, tanto la materia que sobrenadaba, como el precipitado, se han colocado en vasos de precipitar, en comparacion con otros que contenian aguas de la fuente que hay en el patio de la tercera casa Consistorial, y en todos estos vasos se han puesto peces. El agua se renovaba cada veinticuatro horas, lo mismo en los vasos que contenian el agua de la fuente que en los que contenian las de las alcantarillas, cuidando por supuesto de que el agua fuese siempre la misma para cada vaso. En todos los casos en que la precipitacion se ha hecho con cuidado, economizando todo lo posible el reactivo caparrosa, los peces han resistido perfectamente cuatro, cinco y seis dias, sucediendo en algun caso especial vivir hasta quince dias; y aun hasta, ya por el excesivo calor que hacia en el laboratorio (meses de Junio y Julio), ya porque el agua detenida en las cañerías hubiese perdido la totalidad del oxígeno que debe tener en disolucion, ya por otra causa, los peces puestos en el agua de la fuente han muerto mucho antes que los que estaban en las aguas de las alcantarillas.

Aforo de la cantidad de agua que sale por las bocas de las alcantarillas, con el objeto de fijar la cantidad de terreno regable.

Determinada la riqueza del agua, era preciso medir su volúmen, con el objeto de averiguar el número de fanegas que pueden regarse. Esta medicion ha sido ejecutada bajo mi direccion por el señor don Rafael Justo y Villanueva, Visitador de Fontanería-alcantarillas, y con los empleados del mismo ramo D. Manuel Latorre, Manuel Lopez y Francisco Diaz.

Sé muy bien que la medicion hecha por una sola vez, no basta para fijar la cantidad de agua de una corriente cualquiera, sino que debieran hacerse estas mediciones por lo menos una vez durante cada mes; pero no tengo tiempo ni recursos pecuniarios para mas; si V. E. lo quiere, con nueva licencia y mas recursos,



los continuaré. De todos modos, este primer ensayo, único en su género, que V. E. tiene hasta ahora, servirá para dar una idea aproximada (tal vez pequeña, pues estamos en el verano, en que la población de Madrid disminuye y el agua escasea, pero también en que más agua piden las tierras cultivadas) de lo que se puede hacer.

La medición en las diversas bocas ha debido practicarse por distintos procedimientos, según las condiciones del terreno por donde corrían las aguas.

En unas alcantarillas ha sido posible aprovechar un resalto del terreno y colocar debajo un recipiente cuya cabida era conocida, y medir el tiempo que tardaba en llenarse.

Esto no ha sido posible en otras ocasiones, y entonces ha sido preciso construir un derramador, y midiendo la sección y la velocidad, calcular el volumen.

La primera alcantarilla cuyo volumen se ha medido ha sido la llamada del Gas.

Para medirla se colocó en la boca una tabla con cuatro orificios: se aplicaba un largo tubo encorvado al primer orificio de la izquierda, de modo que no se perdiese una gota de agua; se llenaba la vasija aforadora, contando el tiempo que se tardaba en ello; acto continuo se hacía lo mismo con el segundo, tercero y cuarto orificio, repitiendo la operación dos veces consecutivas; es decir, que con el objeto de aproximarse todo lo posible á la verdad, se hacían ocho aforos para cada medición. El resultado de estos trabajos es el que aparece en el siguiente estado:







# ALCANTARILLA

RELACION de las observaciones hechas durante veinticuatro horas para averi-  
da. El caudal se ha dividido en cuatro partes, haciéndose el aforo de cada

DIA 28 DE ABRIL DE 1877.

HORA de la ob- serva- cion.	NÚM. DE SEGUNDOS que ha tardado en llenarse.				COLOR DEL AGUA.	HORA de la ob- serva- cion.	NÚM. DE SEGUNDOS que ha tardado en llenarse.				COLOR DEL AGUA.	HORA de la ob- serva- cion.	NÚM. DE SEGUNDOS que ha tardado en llenarse.				COLOR DEL AGUA.
	caño 1.º	2.º	3.º	4.º			1.º	2.º	3.º	4.º			1.º	2.º	3.º	4.º	
					Suma an- terior..		816	845	1020	1182	Suma an- terior..		1790	1808	2160	2644	Suma ante- rior..
7 y 47	116				Limon sucio.	10 y 42	110				Algo de sangre.	1 y 14	111				
7 y 50	131				Algo de sangre.	10 y 46		95			Café oscuro.	1 y 17		143			
7 y 53						10 y 49			100		Mucha sangre.	1 y 21			198		
7 y 57			174			10 y 52				130		1 y 25				277	Café claro.
8 y 5	109					10 y 55	151				Café oscuro.	1 y 31	126				
8 y 10						10 y 58		123				1 y 34		153		198	
8 y 13	117		130		Mucha sangre.	11 y 1			148		Limon sucio.	1 y 38					277
8 y 17				121		11 y 4			198		Excremento.	1 y 42					
8 y 30	87					11 y 14	120					2 y 6	122				
8 y 33		95				11 y 17		135			Limon sucio.	2 y 10		153			
8 y 36			87		Café oscuro.	11 y 20			150			2 y 15			198		
8 y 39				85		11 y 24			190			2 y 20				277	
8 y 42	84					11 y 28	86					2 y 25	130				
8 y 45		69				11 y 31		80				2 y 28		146			
8 y 48			83			11 y 34			117			2 y 32			198		
8 y 51				115	Mucha sangre.	11 y 37			190			2 y 37				312	
9 y 3	92					11 y 50	112				Algo de sangre.	3	140				
9 y 6		90				11 y 53		126				3 y 4		192			
9 y 9			129			11 y 56			159			3 y 8			277		
9 y 12				150	Café claro.	12			187			3 y 14				303	
9 y 16	90					12 y 6	114					3 y 20	132				
9 y 20		82				12 y 9		138				3 y 24		232			
9 y 23			91			12 y 12			147			3 y 29			275		
9 y 26				105	Algo de sangre.	12 y 16			192			3 y 34				288	
9 y 31	128					12 y 30	130				Limon sucio.	4 y 2	124				
9 y 34		130				12 y 33		139				4 y 6		180			
9 y 37			181		Café claro.	12 y 36			168			4 y 10			191		
9 y 42				240	Excremento.	12 y 40			188			4 y 15				214	
9 y 47	110					12 y 45	151					4 y 20	142				
9 y 50		131				12 y 48		127				4 y 24		169			
9 y 53			162		Algo de sangre.	12 y 52			151			4 y 29			223		
9 y 57				192	Limon sucio.	12 y 56			187		Café oscuro.						
	816	845	1020	1182			1790	1808	2160	2644			2817	3176	3918	4592	

# DEL GAS.

guar la cantidad de agua que sale por la boca de la alcantarilla arriba expresa-  
una de ellas con un recipiente de cabida de 380 litros.

DIA 14 DE JUNIO DE 1877.

HORA de la ob- serva- cion.	NÚM. DE SEGUNDOS que ha tardado en llenarse.				COLOR DEL AGUA.	HORA de la ob- serva- cion.	NÚM. DE SEGUNDOS que ha tardado en llenarse.				COLOR DEL AGUA.	HORA de la ob- serva- cion.	NÚM. DE SEGUNDOS que ha tardado en llenarse.				COLOR DEL AGUA.
	1.º	2.º	3.º	4.º			1.º	2.º	3.º	4.º			1.º	2.º	3.º	4.º	
					Suma an- terior..		2817	3176	3918	4592	Suma an- terior..		1362	1708	2251	3254	
4 y 34						7 y 20	178				Limon sucio.	1 y 51	160				
5 y 11	148					7 y 24		200				1 y 56		194			Avenida floja.
5 y 16		166				7 y 29			234			2 y 2			242		
5 y 20			223			7 y 33				309		2 y 9				384	
5 y 25				299	Café claro.	8 y 38	149					3 y 6	117				Id. fuerte.
5 y 30	120					8 y 41		201				3 y 10		192			
5 y 34		143				8 y 48			248			3 y 16			227		Id. fuerte.
5 y 39			200			8 y 56				265		3 y 22				295	Id. fuerte.
5 y 44				285		9 y 4	180					3 y 28		157			
6 y 10	134					9 y 8		203				3 y 33			175		Id. fuerte.
6 y 13		162				9 y 13			258			3 y 38				168	
6 y 17			239			9 y 18				351		3 y 42					358
6 y 22				313		10 y 5	173					4 y 30		175			
6 y 27	131					10 y 10		236				4 y 35			217		
6 y 30		162				10 y 16			353			4 y 41				272	
6 y 35			253			10 y 21				577		4 y 48					398
6 y 40				266		10 y 33	193					4 y 57		164			
7 y 2	137					10 y 38		252				5 y 2			206		
7 y 6		173				10 y 43			380			5 y 7				277	
7 y 10			301			10 y 52				605		5 y 13					428
7 y 15				323		11 y 52	169					6 y 23	129				Café claro.
						11 y 57		220				6 y 27		149			
Total.	3487	3982	5131	6340		12 y 3			284			6 y 31			143		
medio.	120	137	177	219	Entre 29 obser- vaciones.	12 y 9						6 y 35				269	
						12 y 19	161					6 y 42	125				
						12 y 25		202				6 y 46		150			
						12 y 31			239			6 y 50			158		Café oscuro.
						12 y 37				261	Avenida fuerte	6 y 54				263	
						1 y 25	159					Total..	2389	2991	3738	5649	
						1 y 30		194				medio..	159	199	249	377	Entre 15 obser- vaciones.
						1 y 36			255								
						1 y 42				409							
							1362	1708	2251	3254							

## RESUMEN.

Término medio de día.....	.. Segundos.	120	137	177	219
Id. id. de noche.....	..... Id.	159	199	249	377
Total.....	..... Id.	279	336	426	596
Término medio general.....	..... Id	139	168	213	298
Número de litros por segundo.....	.....	2,73	2,26	1,78	1,28
Que dan un total de.....	.....	8,05	litros por segundo.		
Número de litros en veinticuatro horas 695520, que reales fontaneros.	equivalen á 21076 cubas en veinticuatro horas, ó 210,76				



La alcantarilla de Atocha se ha medido construyendo una compuerta formada por un marco de madera que se empotra en el terreno: en la imposibilidad de colocar su arista inferior en perfecto nivel horizontal, se dividieron en centímetros las dos aristas verticales, y por medio de pasadores convenientemente dispuestos, al hacer cada operacion se subia ó bajaba la compuerta, hasta que su arista inferior quedase tangente á la lámina de agua.

La velocidad se media arrojando cuerpos flotadores, preparados convenientemente, desde un punto cuya distancia era conocida, y midiendo con un contador de segundos el tiempo que empleaban en recorrerla.

Con el objeto de aproximarse lo mas posible á la verdad, se ha medido cinco veces la velocidad en la superficie del cauce de las aguas para cada experimento, y obtenido el término medio de estas velocidades se ha tomado el que corresponde á la velocidad media de la corriente en la tabla que aparece en la página ocho del libro titulado *Recueil de procédés de jaugeages* por M. Emile Gueymard. Grenoble, 1862.

Sé bien que este trabajo no es matemáticamente exacto, pero es el mejor procedimiento que he podido adoptar, dada la escasez de recursos con que cuento; su resultado es el siguiente, segun el estado letra A :

El caudal de la alcantarilla de Puente del Rey se ha medido por el mismo sistema que el de Atocha; su resultado es el que aparece segun el estado letra B :







# ALCANTARILLA

RELACION de las observaciones hechas durante veinticuatro ho  
dicha alcantarilla. Se ha medido por medio de una compuerta  
metro de ancha. La longitud de cauce que se ha tomado para

DIA 25 DE JUNIO DE 1877 (aforo de dia).									
HORA de la observacion.	VELOCIDAD EN SEGUNDOS de cada observacion.					ALTURA en los dos lados de la compuerta. — Metros.	VELOCIDAD media en segundos.	SUPERFICIE del orificio de salida. — Metros cuadrados.	OBSERVACIONES.
	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	4. <sup>a</sup>	5. <sup>a</sup>				
8 mañana.	37	38	40	39	37	0,1400 0,1200	38,20	0,1300	
9 »	39	37	37	36	36	0,1375 0,1150	37,00	0,1262	
10 »	41	42	37	38	41	0,1525 0,1325	39,80	0,1425	
11 »	36	37	35	34	34	0,1300 0,1150	35,20	0,1225	
12 »	29	30	31	30	32	0,1325 0,1250	30,40	0,1287	
1 tarde.	35	35	34	36	34	0,1350 0,1225	34,80	0,1287	
2 »	33	32	33	30	31	0,1350 0,1175	31,80	0,1262	
3 »	30	33	30	34	30	0,1350 0,1150	31,40	0,1250	
4 y 20 »	32	30	31	32	31	0,1325 0,1175	31,20	0,1250	
5 »	32	32	30	30	30	0,1375 0,1150	30,80	0,1262	
6 »	31	28	30	30	30	0,1350 0,1175	29,80	0,1262	
7 »	30	31	31	32	31	0,1300 0,1150	31,00	0,1225	
Total....							401,40	1,5297	
Termino medio..							33,45	0,1275	Entre 12 observaciones.

## RESU

Término medio de dia.....  
Id. id. de noche.....

Suma.....

Término medio general.....  
En 31,99 segundos recorre 20<sup>m</sup>,05, en un segundo  
senta una velocidad media (segun la tabla que se  
por segundo será  $0^m,4999 \times 0^m,1185 = 0,0592381$   
el volúmen de agua que sale cada veinticuatro  
equivalen á 155096 cubas de 33 litros, ó sea

# DE ATOCHA.

(A)

ras para averiguar la cantidad de agua que sale por la boca de  
colocada en el cauce que tiene una abertura rectangular de un  
medir la velocidad es de 20<sup>m</sup>,05.

DIA 27 DE JUNIO DE 1877 (aforo de noche).									
HORA de la observacion.	VELOCIDAD EN SEGUNDOS de cada observacion.					ALTURA en los dos lados de la compuerta. — Metros.	VELOCIDAD media en segundos.	SUPERFICIE del orificio de salida. — Metros cuadrados.	OBSERVACIONES.
	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	4. <sup>a</sup>	5. <sup>a</sup>				
8 noche.	28	31	28	28	31	0,1400 0,1225	29,20	0,1312	
9 »	29	29	29	31	29	0,1300 0,1125	29,40	0,1212	
10 »	28	28	29	31	30	0,1150 0,0975	29,20	0,1062	
11 y 10 »	30	30	30	32	32	0,1125 0,0950	30,80	0,1037	
12 y 10 »	30	30	30	31	31	0,1075 0,0925	30,40	0,1000	
1 y 5 »	31	33	33	30	31	0,1150 0,1000	31,60	0,1075	
2 »	30	31	31	33	32	0,1100 0,0975	31,40	0,1037	
3 »	31	32	34	32	33	0,1100 0,0925	32,40	0,1012	
4 »	29	29	30	29	30	0,1125 0,1000	29,40	0,1062	
5 »	31	31	30	31	29	0,1075 0,0925	30,40	0,1000	
6 »	32	31	32	32	31	0,1200 0,1050	31,60	0,1125	
7 »	31	30	31	31	30	0,1300 0,1150	30,60	0,1225	
Total....							366,40	1,3159	
Termino medio..							30,53	0,1096	Entre 12 observaciones.

## MEN,

Velocidad  
en segundos.

Seccion  
del desagüe.  
Metros  
cuadrados.

..... 33,45 0,1275  
..... 30,53 0,1096

..... 63,98 0,2371  
..... 31,99 0,1185

recorrerá 0,6267 en la superficie del cauce, que repre-  
cita anteriormente) de 0<sup>m</sup>,4999. El volúmen de agua  
metros cúbicos, ó sea 59,2381 litros por segundo. Y  
horas será  $86400 \times 59,2381 = 5118171$  litros, que  
1550,96 rs. fontaneros.



## ALCANTARILLA DE

RELACION de las observaciones hechas durante veinticuatro horas para averiguar la cantidad de agua que sale por la boca de di-  
puerta de madera en el cauce de las aguas con una abertura de un  
metro de ancha. La longitud de cauce que se ha tomado para me

DIA 6 DE JULIO DE 1877 (aforo de dia).

HORA de la observacion.	VELOCIDAD EN SEGUNDOS de cada observacion.					ALTURA en los dos lados de la compuerta. — Metros.	VELOCIDAD media en segundos.	SUPERFICIE del orificio de salida. — Metros cuadrados.	OBSERVACIONES.
	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	4. <sup>a</sup>	5. <sup>a</sup>				
7 y 5 mañana	61	61	62	61	62	0,0850 0,0925	61,40	0,0887	
8 »	65	67	64	66	68	0,0975 0,1050	66 »	0,1012	
9 »	60	62	60	60	60	0,1000 0,1075	60,40	0,1037	
10 »	57	56	60	59	56	0,1050 0,1160	57,60	0,1105	
11 »	57	55	56	55	55	0,1200 0,1300	55,60	0,1250	
12 »	57	55	56	56	56	0,1125 0,1170	56 »	0,1147	
1 tarde.	57	57	58	59	58	0,1115 0,1150	57,80	0,1132	
2 »	55	56	55	57	59	0,1100 0,1160	56,40	0,1130	
3 »	56	57	57	55	57	0,1150 0,1180	56,40	0,1165	
4 »	60	56	56	57	56	0,1150 0,1200	57 »	0,1175	
5 »	56	54	55	55	56	0,1100 0,1225	55,20	0,1162	
6 »	54	50	53	55	56	0,1150 0,1200	53,60	0,1175	
7 »	53	51	53	54	51	0,1100 0,1050	52,40	0,1125	
						Total....	745,80	1,4402	
						Término medio..	57,37	0,1108	Entre 13 observaciones.

**Nota.** La diferencia en mas que resulta entre el aforo de noche y el de dia, depende de varias causas, que  
1.<sup>a</sup> En que durante el aforo de dia hacia algo de aire contrario á la corriente, y por lo tanto, el flotador ha  
2.<sup>a</sup> En que durante la noche afluyen los sobrantes de 60 fuentes vecinales á la alcantarilla, que representa  
3.<sup>a</sup> En que ha habido esta noche dos cuadrillas de limpia en dicha cuenca con tres bocas de riego echando  
No se tienen en cuenta estos aumentos, por ser las dos últimas causas permanentes y su poca importancia al

## RESU

Término medio del aforo de dia.....  
Id. id. de noche.....

Total.....

Término medio general.....

En 50,61 segundos recorre 22<sup>m</sup>,94, en un segundo recorre  
velocidad media (segun la tabla que se cita anterior  
 $0^m,3524 \times 0^m,1053 = 0,0371077$  metros cúbicos, ó sean  
cada veinticuatro horas será  $86,400 \times 37^m,1077 = 3206105$   
971,55 rs. fontaneros.

## PUENTE DEL REY.

(B)

ras para averiguar la cantidad de agua que sale por la boca de di-  
puerta de madera en el cauce de las aguas con una abertura de un  
dir la velocidad es de 22<sup>m</sup>,94.

DIA 7 DE JULIO DE 1877 (aforo de noche).

HORA de la observacion.	VELOCIDAD EN SEGUNDOS de cada observacion.					ALTURA en los dos lados de la compuerta. — Metros.	VELOCIDAD media en segundos.	SUPERFICIE del orificio de salida. — Metros cuadrados.	OBSERVACIONES.
	1. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	4. <sup>a</sup>	5. <sup>a</sup>				
8 noche.	42	46	43	42	45	0,1050 0,1175	43,60	0,1112	
9 »	43	41	43	42	44	0,0975 0,1050	42,60	0,1012	
10 »	44	41	42	42	43	0,0925 0,1050	42,40	0,0985	
11 »	40	42	41	42	43	0,0925 0,1000	41,60	0,0962	
12 »	44	42	44	43	43	0,0900 0,0975	43,20	0,0937	
1 »	44	43	41	44	45	0,1050 0,1125	43,80	0,1087	
2 »	44	42	45	44	43	0,1050 0,1125	43,60	0,1087	
3 »	45	45	43	45	44	0,1000 0,1150	44,40	0,1075	
4 »	44	45	44	46	47	0,1050 0,1125	45,20	0,1087	
5 »	45	48	48	45	47	0,0800 0,0850	46,60	0,0825	
6 »	45	46	45	46	45	0,0800 0,0825	45,40	0,0812	
						Total....	482,40	1,0981	
						Término medio..	43,85	0,0998	Entre 11 observaciones.

son:  
tardado mas en recorrer la distancia.  
unos 150 rs. fontaneros de mas en el aforo.  
agua á la alcantarilla durante 4 horas, que representa unos 100 rs. de agua próximamente de mas en el aforo.  
tomar el término medio de los dos aforos para este cálculo.

	Velocidad en segundos.	Seccion del desagüe. Metros cuadrados.
.....	57,37	0,1108
.....	43,85	0,0998

..... 101,22 0,2106  
..... 50,61 0,1053  
rá 0<sup>m</sup>,4532 en la superficie del cauce, que representa una  
mente) de 0<sup>m</sup>,3524. El volumen de agua por segundo será  
37,1077 litros por segundo. Y el volumen de agua que sale  
litros, que equivalen á 97155 cubas de 33 litros, ó sean



La medición se ha practicado en todas conduciendo el agua á un recipiente de capacidad conocida y midiendo el tiempo que tardaba en llenarse; el resultado ha sido el siguiente:



## ALCANTARILLA DE SEGOVIA.

RELACION de los aforos hechos en cada observacion para averiguar la cantidad de agua que arroja dicha alcantarilla.—En razon á su poco caudal se han hecho solamente cuatro observaciones á las horas que se expresan.—El recipiente de que se ha hecho uso tiene una cabida de 380 litros.

DIA 12 DE JULIO DE 1877.											
HORA de cada observacion.	NÚMERO DE SEGUNDOS QUE HA TARDADO EN LLENARSE EL RECIPIENTE EN CADA AFORO.										TÉRMINO medio. Segundos.
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º	
6 y 15 de la mañana...	43	42	44	46	43	45	44	44	44	45	44,00
12       »       ...	35	35	34	31	34	31	30	30	31	31	32,20
6 de la tarde. ....	31	31	32	33	33	34	31	32	32	31	32,00
12 de la noche. ....	42	43	44	42	41	44	41	43	43	43	42,60
Total.....											150,80
Término medio.....											37,70

RESÚMEN. El número de litros que arroja por segundo será  $\frac{380}{37,70} = 10,0795$  litros. Luego en 24 horas dará un volúmen de  $86,400 \times 10,0795 = 870869$  litros, que equivalen á 26390 cubas de 33 litros cada 24 horas, ó sean 263,90 rs. fontaneros.

## ALCANTARILLA DE SAN FRANCISCO.

RELACION de los aforos hechos en cada observacion para averiguar la cantidad de agua que arroja dicha alcantarilla.—En razon á su poco caudal se han hecho solamente cuatro observaciones á las horas que se expresan.—El recipiente de que se ha hecho uso tiene una cabida de 380 litros.

DIA 16 DE JULIO DE 1877.											
HORA de cada observacion.	NÚMERO DE SEGUNDOS QUE HA TARDADO EN LLENARSE EL RECIPIENTE EN CADA AFORO.										TÉRMINO medio. Segundos.
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º	
12 de la madrugada...	213	215	215	200	187	184	207	178	180	187	196,60
6 de la mañana. ....	235	230	208	212	208	200	195	205	190	190	207,30
12 id. ....	144	152	155	153	151	148	148	148	148	152	149,90
6 de la tarde. ....	157	158	158	157	156	154	161	155	161	169	158,60
Total.....											712,40
Término medio.....											178,10

RESÚMEN. El número de litros que arroja por segundo será  $\frac{380}{178,10} = 2,1336$  litros. Luego en 24 horas dará un volúmen de  $86400 \times 2,1336 = 184343$  litros, que equivalen á 5586 cubas de 33 litros cada 24 horas, ó sean 55,86 rs. fontaneros.



## ALCANTARILLA DEL ÁGUILA.

RELACION de los aforos hechos en cada observacion para averiguar la cantidad de agua que arroja dicha alcantarilla.—En razon á su poco caudal se han hecho solamente cuatro observaciones á las horas que se expresan.—El recipiente de que se ha hecho uso tiene una cabida de 380 litros.

DÍA 18 DE JULIO DE 1877.											
HORA de cada observacion.	NÚMERO DE SEGUNDOS QUE HA TARDADO EN LLENARSE EL RECIPIENTE EN CADA AFORO.										TÉRMINO medio. Segundos.
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º	
6 de la mañana.....	46	44	43	44	48	47	43	41	43	46	44,50
12       "       .....	32	34	33	33	33	33	34	34	25	24	31,50
6 de la tarde.....	46	48	48	49	48	46	49	42	42	43	46,10
12 de la noche.....	57	56	54	55	56	54	55	55	54	54	55,00
Total.....											177,10
Término medio.....											44,27

**RESÚMEN.** El número de litros que arroja por segundo será  $\frac{380}{44,27} = 8,5837$  litros. Luego en 24 horas dará un volúmen de  $86400 \times 8,5837 = 741632$  litros, que equivalen á 22474 cubas de 33 litros cada 24 horas, ó sean 224,74 rs. fontaneros.

## ALCANTARILLA DE EMBAJADORES.

RELACION de los aforos hechos en cada observacion para averiguar la cantidad de agua que arroja dicha alcantarilla.—En razon á su poco caudal se han hecho solamente cuatro observaciones á las horas que se expresan.—El recipiente de que se ha hecho uso tiene una cabida de 380 litros.

DÍA 20 DE JULIO DE 1877.											
HORA de cada observacion.	NÚMERO DE SEGUNDOS QUE HA TARDADO EN LLENARSE EL RECIPIENTE EN CADA AFORO.										TÉRMINO medio. Segundos.
	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	9.º	10.º	
6 de la mañana.....	24	24	24	23	23	24	22	22	24	23	23,30
12       "       .....	18	19	18	18	18	18	18	18	19	18	18,20
6 de la tarde.....	18	19	19	20	19	19	19	20	19	19	19,10
12 de la noche.....	21	22	22	24	23	21	21	21	21	22	21,80
Total.....											82,40
Término medio.....											20,60

**RESÚMEN.** El número de litros que arroja por segundo será  $\frac{380}{20,60} = 18,4466$  litros. Luego en 24 horas dará un volúmen de  $86400 \times 18,4466 = 1593786$  litros, que equivalen á 48296 cubas de 33 litros cada 24 horas, ó sean 482,96 rs. fontaneros.



## RESÚMEN GENERAL.

RELACION de las cantidades de agua que arroja cada una de las alcantarillas de Madrid, segun los aforos y observaciones hechas en las mismas durante veinticuatro horas.

NOMBRE de la alcantarilla.	FECHA DEL AFORO.	Número de observa- ciones.....	NÚMERO DE LITROS		Equivalencia en reales fontaneros.
			Por segundo.	Cada 24 horas.	
Puente del Rey (1)..	6 de Julio de 1877 (dia).	13	37,1077	3.206105	371,55
	7 de id. (noche).....	11			
Segovia.....	12 de id.....	4	10,0795	870869	263,90
San Francisco.....	16 de id.....	4	2,1336	184343	55,86
Aguila.....	18 de id.....	4	8,5837	741632	224,74
Gas.....	28 de Abril (dia).....	29	8,0500	695520	210,76
	14 de Junio (noche)....	15			
Embajadores.....	20 de Julio.....	4	18,4466	1,593786	482,96
Atocha.....	25 de Junio (dia).....	12	59,2381	5.118171	1550,96
	27 de id. (noche).....	12			
Totales....		.....	143,6392	12.410426	3760,73

(1) Va incluida la de la Virgen del Puerto.

Este resumen arroja una cantidad de 3760,73 rs. fontaneros que salen por las bocas de las alcantarillas (1).

¿Cuántas fanegas de tierra se pueden regar con esta cantidad de agua? El Sr. Arquitecto-Director de Fontanería-Alcantarillas ha practicado estudios detenidos acerca de este punto, cuyo resumen ha sido impreso en la página 413 de la obra titulada «De las aguas tratadas bajo el punto de vista legal, y con aplicacion á las construcciones y abastecimientos de las ciudades en sus diferentes usos, por D. Mariano Calvo y Pereyra:» de allí tomo las siguientes

(1) Un real fontanero equivale á 0,0376 litros por segundo, ó sean 3,245 litros en cada veinticuatro horas.



Observaciones verificadas por mi distinguido discípulo y arquitecto D. Félix María Gomez, sobre la cantidad de agua necesaria para el cultivo de diferentes hortalizas en una fanega de tierra del término y marco de Madrid.

Nombre de la semilla.	Cantidad de agua por fanega de tierra en reales fontaneros del tipo del Canal de Isabel II.	Nombre de la semilla.	Cantidad de agua por fanega de tierra en reales fontaneros del tipo del Canal de Isabel II.
Acelga.....	0,69	Espinaca.....	0,48
Alfalfa.....	2,14	Judía.....	2,51
Apio.....	3,25	Lechuga.....	1,04
Berza.....	1,72	Lombarda.....	1,73
Brécol.....	5,32	Melon.....	0,16
Calabaza.....	8,91	Patata.....	0,50
Cardo.....	2,77	Pepino.....	6,36
Cebolla.....	1,75	Pimiento.....	4,30
Cebada (forraje)...	4,05	Remolacha.....	1,78
Coliflor.....	5,85	Sandía.....	0,16
Escarola.....	1,43	Tomate.....	4,30

	Máximos.	Medios.	Mínimos.
Número de días que median desde la siembra á la recolección.....	330	158	45
Número de riegos.....	63	24	4
Altura del agua en cada riego.....	0 <sup>m</sup> ,10	0 <sup>m</sup> ,046	0 <sup>m</sup> ,03
Cantidad de agua por fanega de tierra en reales fontaneros.....	8,91	2,80	0,16

Cantidad de agua y número de riegos que en el verano necesitan las diferentes especies de plantas.

Especies de plantas.	Metros cúbicos por riego y por hectárea.	Número de riegos.	Especies de plantas.	Metros cúbicos por riego y por hectárea.	Número de riegos.
Prados naturales..	300	11	Mijo.....	300	2
Sorgo.....	350	5	Maíz.....	300	3
Trébol.....	350	4	Trigo y cebada....	300	3
Coloquintida....	350	4	Centeno y avena..	300	1
Sandías.....	400	4	Habas y judías....	350	2
Melones.....	300	5	Naranjos y algar- robos.....	200	20
Cebollas.....	350	2	Olivos.....	300	3
Pastel.....	300	2	Higueras.....	300	3
Tabaco.....	350	3	Moreras.....	300	2
Cañaño.....	350	2	Viñas.....	300	1
Lino.....	400	3	Alcaparros.....	350	4
Zanahorias.....	350	2	Lúpulo.....	350	2
Remolachas.....	350	2	Rábanos.....	250	2
Hortalizas y le- gumbres.....	300	24			

De estos resúmenes resulta que en el término de Madrid, la calabaza es la planta que necesita mas agua, 8 rs. 91 cénts. por fanega



del marco real de Madrid; y el melon es el que necesita menos, 0,16 céntimos: entre estos dos límites se encuentran todas las demás hortalizas, legumbres, tubérculos, etc., etc. Al tratar, pues, de fijar la cantidad de agua que corresponde por fanega, es preciso adoptar un tipo general, y segun el mismo señor Arquitecto, es costumbre en Madrid tomar el de 3 reales por fanega; por consiguiente, con los 3760,43 reales fontaneros se podrán regar 1253 fanegas y 57 céntimos si se supusiese que el agua ha de estar constantemente á disposicion del regante, segun sucede ahora, que cuando no la utiliza la deja correr á los terrenos inferiores, ya encharcándolos, ya haciéndolos incómodos, como ha sucedido en las Peñuelas, ya perdiéndolas por los arroyos inferiores.

Claro es que si el riego se organizase y las aguas se aprovechasen como se debe, este número de fanegas tal vez podria aumentarse algo mas.

**Idea general del terreno adonde pueden llevarse las aguas, teniendo en cuenta la altura de las bocas de salida sobre el nivel del mar.**

Estudiada la riqueza agrícola y la cantidad de aguas que salen por las alcantarillas de Madrid, he creido que debia medir, tanto la diferencia de nivel de las siete bocas entre sí, como la respectiva altura de las mismas sobre el nivel del mar, tomando como punto de partida la piedra mojon que existe en el Observatorio de Madrid, cuya altura sobre el nivel de ambos mares Occéano y Mediterráneo, está fija por nivelacion directa y es de 665<sup>m</sup>,560; aquel trabajo ha sido hecho por el segundo Visitador del ramo de Alcantarillas-Fontanería, D. Rafael Justo y Villanueva, por el empleado de la misma don Manuel Latorre y los dos portamiras del ramo.

La boca mas baja de las alcantarillas es la de Puente del Rey. La diferencia de las otras con esta es la que consta en la siguiente

**Tabla de las cotas de nivel en las bocas de salida de las alcantarillas de Madrid, referida á la de Puente del Rey.**

Solera de la alcantarilla de Puente del Rey.. . . . .	0,000
Capa de arena que hay sobre la misma. . . . .	0,680
Solera de la alcantarilla de la Virgen del Puerto. . . . .	0,470
Id., id. del Puente de Segovia. . . . .	12,990
Sobre el primer retallo de piedra que hay á la salida de la misma. . . . .	9,990
Solera de la alcantarilla de San Francisco. . . . .	0,710
Id. del Aguila. . . . .	16,890
Id. del Gas. . . . .	5,205
Id. de Embajadores. . . . .	17,530
Id. de Atocha. . . . .	31,495



La altura de las diversas alcantarillas sobre el nivel del mar, es la siguiente:

Tabla de las cotas de las soleras de las bocas de las alcantarillas de Madrid, referidas al nivel del mar por la altura dada en el Observatorio Astronómico, que es de 655<sup>m</sup>,560.

Solera de la alcantarilla de Puente del Rey. . . . .	578 <sup>m</sup> ,975
Sobre la capa de arena de id., id. . . . .	579 <sup>m</sup> ,655
Solera de la alcantarilla de la Virgen del Puerto. . . . .	579 <sup>m</sup> ,445
Id., id. del Puente de Segovia. . . . .	591 <sup>m</sup> ,965
Sobre el primer retallo de la piedra de id., id. . . . .	588 <sup>m</sup> ,965
Solera de la alcantarilla de San Francisco. . . . .	579 <sup>m</sup> ,685
Id., id. del Aguila. . . . .	595 <sup>m</sup> ,865
Id., id. del Gas. . . . .	584 <sup>m</sup> ,180
Id., id. de Embajadores. . . . .	596 <sup>m</sup> ,505
Id., id. de Atocha. . . . .	610 <sup>m</sup> ,470

Si comparamos estas cifras, veremos que es muy digno de llamar la atencion la diferencia de 31 metros que existe entre las bocas de las alcantarillas.

Los diferentes proyectos, ó mejor dicho, propósitos de proyectos concebidos hasta ahora, se apoyan todos en la idea de un canal colector que recoja las aguas de todas las alcantarillas. Yo, si hubiera de resolver ese problema como empresa concesionaria, rechazaria semejante idea; porque si examinamos el terreno comprendido dentro de la curva de nivel de 610 metros de altura, veremos que, siguiendo el rio Manzanares aguas arriba, podríamos regar una pequeña extension de terreno á derecha é izquierda de dicho rio; pero si en vez de subir bajamos, entonces la extension es naturalmente mucho mas considerable, formando una cuenca dividida en dos partes iguales por el rio Manzanares. La simple inspeccion de ese plano, del cual acompaño á V. E. una copia, hace ver que las aguas pueden aprovecharse lo mismo en la orilla izquierda que en la derecha del Manzanares: la eleccion del lugar de aprovechamiento es el estudio que ha de hacer, ya el Ingeniero del Municipio (si es que el arriendo y explotacion de esas aguas se ha de hacer por su cuenta), ya el Ingeniero de la empresa concesionaria: de todos modos, no se ve la necesidad de amontonar esas aguas en un solo cauce, y por el contrario, veo infinitas ventajas, tanto prácticas como económicas, en dividir las en dos y explotarlas con completa independencia y separacion, pudiendo muy bien hasta ser dos las empresas explotadoras.



Valor económico de las aguas y estudio de las dificultades que se presentan para la formación de un plan general de aprovechamiento, é ideas generales acerca de este objeto.

El acuerdo tomado por V. E. en 18 de Octubre de 1874, me autoriza para estudiar á fondo el problema de que me ocupo, no solamente bajo el punto de vista químico, ó sea bajo el de la riqueza de las aguas, sino «para aumentar el cánón anual que la Villa ha de percibir por fanega de tierra y hectárea que se riegue con aguas de alcantarilla» (párrafo vi), y en tal concepto, una vez apreciada la riqueza de esas aguas, una vez medido su volúmen y una vez estudiado el terreno adonde pueden conducirse, he tenido que investigar una resolución práctica que proponer á V. E., sin que esto quiera decir que la que yo propongo sea la única ni la mejor; pero como al fin y al cabo es preciso comenzar las cosas por alguna parte, la resolución que yo propongo servirá de punto de partida para la discusión, y esa ú otra modificada producirán el resultado apetecido de sanear la campiña de la Villa, produciendo una riqueza al Municipio.

Al tratar de estudiar el problema de aguas de riego, he debido hacerme las tres preguntas siguientes:

- A. ¿Está el país dispuesto para recibir el riego?
- B. ¿Se riega hoy?
- C. ¿Qué puede producirle el riego á la Villa de Madrid?



Que el país (entiéndase los agricultores) está dispuesto para recibir el riego que ha de fertilizar sus campos, es una cosa indudable que queda comprobado solamente con recorrer los cauces por donde discurren las aguas despues de salir de las bocas de las alcantarillas, y ver que todo el que puede las sangra con el objeto de llevar el agua á sus tierras; de manera que en la época de verano puede decirse que apenas desemboca una gota de agua en el rio Manzanares. Si viajamos por los cauces de esas alcantarillas y prescindimos de infinitas pequeñas tomas que se hacen y deshacen á cada momento para que no los vean los celadores, nos encontramos con los hechos siguientes.

La alcantarilla de Atocha, que es la que mayor caudal de aguas arroja, tiene delante de la calle de Tragineros una hijuela construida



con arreglo á las reglas del arte, que toma agua para regar 50 ó 60 fanegas de tierra.

Cien metros mas allá de la boca de la alcantarilla existe una presa debidamente construida en la cual hay dos tomas de agua, la primera y mas importante por la cual pasa agua para regar 80 ó 100 fanegas de tierra. Estas aguas caminan por una mina de unos 200 metros, construida por el propietario de los terrenos que se riegan.

La otra sirve para el riego de un jardin-vivero que posee la Empresa del ferro-carril del Mediodía, de unas siete fanegas de extension.

Prescindiendo de varias tomas, cada una de pequeña importancia, que encontramos en esta alcantarilla, tropezamos con dos de consideracion: son dos norias, la una construida á cierta distancia de la alcantarilla, de la cual recibe el agua por medio de una mina; la otra construida sobre un andamio, y que por consiguiente toma el agua de la misma alcantarilla.

Aun hay mas: la alcantarilla de Atocha, por efecto del abandono en que ha estado hasta ahora (cosa nada censurable puesto que sus aguas no tenian valor) ha derivado de su curso, y en vez de caminar dentro del término de Madrid, ha dejado los mojones á la derecha, y se ha introducido en el término de Vallecas, y los vallecános riegan con sus aguas.

---

Si dejando la alcantarilla de Atocha pasamos á la de Segovia, nos encontramos con las huertas situadas al lado del puente que riegan desde tiempo inmemorial.

---

En el interior de la alcantarilla del Aguila existe tambien otra toma que riega 40 ó 50 fanegas, y además en su embocadura una rueda hidráulica destinada á serrar las traviesas viejas de ferro-carril.

---

La alcantarilla de puente del Rey corre á la orilla misma del rio, y parece por consiguiente que no tuviera servidumbre alguna, puesto que nada se puede regar con ella; pero sin embargo, existen multitud de norias que, ya haciendo pozos inferiores al nivel del canal de conduccion, ya construyendo minas mas ó menos disimuladas que van hasta el mismo, absorben las aguas de dicha alcantarilla.

---

Con lo dicho queda probado que el pais, no solamente está dispuesto á recibir el riego, sino que le ansia y le desea, y los agricul-



tores se exponen con su ánsia á caer bajo la accion del Código penal por tomar sin permiso de su dueño esas aguas tan codiciadas.

## B

¿Se riega hoy?

Si entendemos por riego echar el agua en un campo nivelado ó sin nivelar y dejarla correr en virtud de la gravedad y en cantidad desconocida, entonces en Madrid, se riega; pero si se entiende por riego el uso del agua para el crecimiento de las plantas, entonces en Madrid no se riega. Más aun: hay un precepto legal que tambien lo es moral, que prohíbe causar daño á tercero y que por consiguiente impide que se arrojen las aguas ya en exceso, ya sin salida, de tal modo, que su encharcamiento pueda producir á los terrenos inferiores enfermedades pútridas, segun ha sucedido en el barrio de las Peñuelas, en donde simplemente, por no estar preparado el terreno para el riego de la manera conveniente, V. E. ha experimentado este año disgustos que pueden llegar á ser de la mayor gravedad, como sucedió años atrás en el Urgel, en donde el Canal del mismo nombre, que será un dia una de las mejores joyas de España, hizo que pueblos enteros quedasen completamente abandonados á causa de las tercianas que se desarrollaron por el estancamiento de sus aguas, cuya enfermedad va desapareciendo á medida que adelanta la construccion de los canales de desagüe, y esta despoblacion sucedió en tales términos, que se han vendido muchas fanegas de tierra al precio de once duros una.

Este es el porvenir que queda reservado al término municipal de Madrid y de los colindantes, si V. E. no exige que se riegue *con medida y con inteligencia*.

Conste, pues, que regar es: arrojar sobre una superficie nivelada la cantidad de agua estrictamente necesaria para fecundizar las plantas, puesto que si se arroja en exceso se perjudica á los terrenos inferiores en nivel, ya en su produccion, ya en su salubridad.

## C

¿Qué puede producir el riego á la Villa de Madrid?

Con arreglo á las facultades que me da el citado acuerdo de V. E. de 18 de Octubre de 1874, he tratado de investigar el número de fanegas que hoy se riegan; digo mal, á que hoy se echa agua procedente de las alcantarillas de Madrid; y segun mis datos, resulta ser de unas 500 en número redondo, apreciadas á la simple vista; pues V. E. comprenderá que yo ni tengo autoridad ni recursos pecuniaros para medir toda esa série de propiedades particulares.



Si V. E. cobrase el arrendamiento de las aguas empleadas en regar esas 500 fanegas, lo cual no ha sucedido hasta ahora, percibiría al año 2.000 duros (en el ejercicio 75 á 76 ha cobrado 191'92 pesetas, y en el 76 á 77 solo 221'92 pesetas). Pero prescindiendo de que se haya cobrado ó no, ¿á cuánto es á lo que puede aspirar la Villa de Madrid?

Cuestion difícil de resolver y compleja es esta; sin embargo, creo que debe procederse por analogía con lo ya conocido, y por consiguiendo con algunas de las poblaciones inglesas que ya tienen instalado el riego, si bien la comparacion es difícil, por cuanto en casi todas ellas la municipalidad ha hecho las obras necesarias para conducir las aguas al punto de aprovechamiento; es decir, en la generalidad de los casos ha adquirido terrenos de mayor ó menor extension, ya en compra, ya en arrendamiento; ha conducido á ellas las aguas, por regla general elevándolas con motor, puesto que las grandes poblaciones inglesas, por efecto de las condiciones climatológicas y topográficas, se encuentran mas bajas que los campos adonde deben ser conducidas las aguas.

En mi primera Memoria cité ya algunos casos particulares de esto, presentando la siguiente

Tabla de los gastos de instalacion y explotación anual (incluyendo en esta última cifra el 10 por 100 de capital de instalacion) en varias explotaciones por hectárea.

	Instalacion. Reales.	Explotacion. Reales.
Myer Mill. . . . .	753,35	133,57
Wilmont. . . . .	4985,60	475
Canning Park. . . . .	997,50	137,34
Havey. . . . .	1102	311,16
Voujours. . . . .	1972,20	380
Rugby. . . . .	1497,20	240,50
Bris Bangy. . . . .	991,80	»
<i>Sumas.</i> . . . .	12299,65	1677,57
<i>Término medio.</i> . . . .	1757,09	279,595

Es decir, que segun este resúmen, los gastos de explotación, incluyendo en ellos el respectivo tanto por ciento de los gastos de instalacion (1), ascienden á 280 rs. en números redondos por hectárea;

(1) Entiéndese por gastos de instalacion la compra de las tierras, la nivelacion de las mismas, la mina ó canal para la conduccion de aguas desde la boca de la alcantarilla por donde salen á la entrada de la finca (puesto que los gastos dentro de la finca deben ser de cuenta del propietario), las máquinas ó aparatos que en cada caso deban emplearse para elevar las aguas si hubiere desnivel, y el combustible, instalacion de aparatos elevatorios ó bien de caballerías,



y admitiendo que una hectárea tiene una fanega y 55 cénts. del marco real de Castilla, resulta que el arrendamiento de una fanega es por término medio en todas estas instalaciones nueve duros, mientras que V. E. arrienda una cantidad de agua sin medida á razon de cuatro duros por fanega.

Con posterioridad á los datos que acabo de citar se ha publicado una obra que contiene el «extracto de las Memorias de la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia, titulada *Assainissement des villes et des cours d'eau Egouts et Irrigations*, par M. A. Ronna;» en ellas puede verse que en todas partes se saca un arrendamiento excesivamente superior al que impone V. E.; pero que tambien allí el Gobierno, la Provincia ó la Municipalidad han hecho los primeros gastos ó han subvencionado á Sociedades determinadas para que los hagan y conduzcan las aguas por cauces especiales, como se practica en toda empresa de riego hasta ponerlas al alcance de los regantes, los cuales, por el mero hecho de tales (y mucho mas en España, segun la ley vigente de aguas) adquieren el compromiso de regar sin perjuicio á tercero, ya nivelando sus tierras, ya construyendo las acequias de esorro que impidan el estancamiento en los terrenos inferiores, tanto para evitar el perjuicio causado á su propietario como para impedir los relativos á la salubridad pública.

### CONCLUSION.

Difícil es sacar una conclusion exacta de todo este trabajo si se atiende á la atmósfera que se ha creado acerca de este asunto; pues en Memorias, en periódicos y aun en discursos, se ha hecho creer al pueblo de Madrid y á V. E. mismo, que esta iba á ser una especie de mina de oro que habia de producir pingües cantidades para las arcas municipales. Yo no niego la posibilidad de esta produccion; más aun, la afirmo; pero así como no se puede coger sin sembrar, tampoco hay industria alguna que produzca interés sin haber desembolsado capital. Partiendo, pues, de esta idea, voy á ver si logro presentar á V. E. un resumen claro y exacto del estado de la cosa.

1.º Es un hecho que por las bocas de las alcantarillas de Madrid,

molinos de viento, etc., coste de construccion de los estanques en donde se recogen esas aguas para que experimenten la fermentacion pútrida, etc., etc.; todos cuyos objetos tienen una duracion limitada, y por consiguiente hay que cargar en su cuenta: 1.º, el interés del capital empleado en su construccion; 2.º, el del empleado en las reparaciones; 3.º, el tanto por ciento de amortizacion, así que si suponemos que la empresa ha de ser solo de cincuenta años, será al 2 por 100 de amortizacion; si de veinticinco años, el 4, y así sucesivamente.



segun la medicion hecha por mí, sale una cantidad de agua fecal de 3,760 rs. fontaneros en números redondos.

2.º Es un hecho que parte de estas aguas se utilizan hoy en el riego de unas 500 fanegas del marco real de Castilla, por lo cual debiera percibir V. E. la cantidad de 2,000 duros anuales, de los que habria que deducir los sueldos de los vigilantes, empleados, etc.

3.º Es un hecho que como las diferentes tomas de aguas que hoy se practican lo son sin módulo ni medida alguna, y los terrenos sobre que se arrojan no están nivelados, mientras los primeros regantes toman el agua en exceso y la dejan correr sin cauce alguno á inundar los terrenos inferiores con perjuicio de la salubridad pública, los últimos carecen de ella en la época mas crítica del cultivo, que es la del verano.

4.º Es un hecho que no habiéndose formulado hasta ahora plan alguno para el aprovechamiento de estas aguas, V. E. no ha podido, más aun, no ha debido hacer obras de ninguna especie, mas que las estrictamente necesarias para sacarlas de la parte habitable de la capital.

De cuyos cuatro hechos resulta: que V. E. se encuentra en la condicion de todo aquel que tiene un mineral muy rico, pero que no le ha puesto en explotacion; ahora bien, el dilema que se presenta es el siguiente:

¿Debe V. E. explotar por cuenta propia? ¿Debe V. E. ceder esa explotacion á un particular ó Empresa con determinadas condiciones?

Si estuviéramos en Inglaterra, yo no vacilaria en proponer á V. E. la primera solucion; pues segun ha podido ver en mi segunda Memoria impresa, allí no solo las poblaciones, no solo las parroquias rurales, sino las cárceles, los establecimientos de beneficencia y multitud de fábricas particulares, recogen sus aguas fecales y las de lluvia que caen sobre la superficie del terreno de su propiedad y las emplean en el cultivo del terreno, con cuyos productos vegetales mantiene á sus detenidos, á sus asilados, á sus propios trabajadores; pero en España, ni nuestras leyes, ni nuestras costumbres, ni la manera de formar nuestros presupuestos municipales, permiten que V. E. lleve á cabo esta explotacion por cuenta propia á menos de seguir un largo y costosísimo expediente, y de emprenderla con pocas probabilidades de éxito para las arcas municipales. Debo, pues, por consiguiente proponer á V. E. que enajene esta explotacion á favor de un particular ó Empresa, ya por concesion, ya por subasta.

---



Costumbre es en España hacer la enajenacion de las obras públicas á un largo plazo que generalmente es el de 99 años, y V. E. recibió ya una proposicion hace años ofreciéndole por estas aguas 50,000 rs. anuales y la construccion de costosísimas obras que se evaluaban nada menos que en 12.000,000 de rs., que se habian de practicar en el plazo de tres años, cuyas obras, construidas bajo la vigilancia de la inspeccion facultativa municipal debian ser entregadas á V. E. al cabo de los 99 años en perfecto estado de conservacion. Esta empresa debia ir indudablemente ligada con otra industrial ó comercial, pues no se comprende sino cómo de 3,760 reales fontaneros se habia de sacar

Para el Ayuntamiento. . . . .	50,000
Interés y amortizacion de los 12.000,000 al 6 por 100. . . . .	720,000

A lo cual hay que agregar los sueldos de los empleados, reparacion de obras, etc.

Yo comprendo la concesion á esos largos plazos de obras cuyo estudio esté ya hecho y en las que por consiguiente se tenga el conocimiento de la cosa, pero no en aquellas en que, como la que nos ocupa en este momento, no son conocidas ni por el cedente ni por el concesionario.

---

Fundado, pues, en estas razones, propongo á V. E. que conceda ya con las formalidades de subasta, ya sin ellas, el aprovechamiento de aguas que salen ó deban salir por las bocas de las alcantarillas de Madrid, con las condiciones siguientes:

1.<sup>a</sup> La explotacion será á un corto plazo que no deberá exceder de veinticinco años, y que tal vez convendria que pudiera ser rescindible por ambas partes, en periodos de diez años; pudiendo, por el contrario, prolongarse á voluntad de las mismas por cierto espacio de tiempo despues de su conclusion.

2.<sup>a</sup> El concesionario hará las obras que tenga por conveniente para la mejor explotacion de estas aguas, sin tener mas traba que la de no perjudicar á la salubridad pública ni á los intereses creados de la municipalidad. Mientras él esté en el disfrute de la explotacion, la municipalidad de Madrid no le deberá abonar nada, y solo en el dia en que cese la concesion aquella deberá abonarle las obras que existan en aquel momento prévia tasacion.

3.<sup>a</sup> No podrá regarse de una manera que perjudique á la salubridad pública, por consiguiente dentro de un plazo dado deberá establecer las correspondientes acequias de escurro para los terre-



nos que hoy se riegan, y en lo sucesivo antes de conceder el riego á una comarca habrán debido construirse aquellas.

4.<sup>a</sup> El agua se concederá á los regantes por medio de módulos, fijándose en el contrato el número de reales fontaneros que deban darse para cada fanega del marco real de Castilla.

5.<sup>a</sup> Los regantes de una sola boca ó de varias reunidas establecerán entre sí el oportuno sindicato para la distribucion de los dias y horas de riego, imposicion de multas á los delincuentes y demás efectos de que habla la ley de aguas vigente bajo cuya proteccion hará el Ayuntamiento que se desarrolle esta empresa.

6.<sup>a</sup> El precio del agua será por reales fontaneros ó por fanegas de tierra, debiendo por lo menos duplicar el que hoy tiene establecido V. E.

7.<sup>a</sup> El concesionario satisfará anualmente al Ayuntamiento el 20 por 100 de lo que recaude por el terreno regado.

8.<sup>a</sup> El Ayuntamiento protegerá al concesionario, ayudándole en cuantos casos fuere necesario con su fuerza moral y autoridad, para que pueda llevar á efecto la empresa, sin menoscabo de sus legítimos intereses.

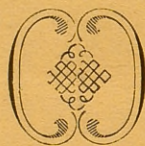
Es todo lo que creo deber decir á V. E. segun mi leal saber y entender.

Madrid 31 de Julio de 1877.











FM  
1253

BIBLIOTECA HISTORICA MUNICIPAL



1200084982