

» Si comparamos entre sí los resultados obtenidos en esta tabla, veremos que distan mucho de concordar los obtenidos con las aguas concentradas en Madrid y con los 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.	Ácido fosfórico en gramos.
Del Paseo de las Acacias (v.) Gas.	Aguas concentradas en Ma- drid. . . . .	Reventó la vasija en el camino.				
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar. . . . .	2,900	1,67	1,23	0,35	0,191
Del Paseo Imperial (v.) Águila. . . . .	Id. concentradas en Madrid.	Reventó la vasija en el camino.				
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar. . . . .	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 concentrar. . . . .	Reventó la vasija en el camino.				
De Segovia. . . . .	Id. concentradas en Madrid.	Id.	Id.	Id.		
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar. . . . .	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 concentrar. . . . .	2,428	1,59	0,83	0,38	0,267
De Atocha ó Carca- bon. . . . .	Id. concentradas en Madrid.	3,351	1,68	1,67	0,199	0,201
	Id. traídas á Barcelona sin concentrar. . . . .	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 concentrar. . . . .	Id.	Id.	Id.		
Término medio de todos los ensayos. . .		2,679	1,655	1,020	0,218	0,180

» Si examinamos estos resultados, hemos de empezar por prescindir de las alcantarillas del Paseo Imperial (v.) Águila, de Segovia, y de Embajadores, de las cuales

unas vasijas han llegado aquí completamente vacías y otras con pequeñas cantidades de líquido: tambien hemos de prescindir de la de San Francisco y de la del Paseo de las Acacias (v.) Gas, por haberse inutilizado una de las dos vasijas: queda, pues, reducida la comparacion á la alcantarilla de Puente del Rey y á la de Atocha ó del Carcabon.

»Examinadas las cifras que resultan para las aguas de estas alcantarillas en la tabla anterior, resultan hechos muy dignos de notar, á saber:

»1.º La cantidad de residuo sólido obtenido en ambos casos, es mucho mayor en las aguas concentradas en Madrid, que en las que han venido en estado natural.

»2.º La cantidad de materias orgánicas contenidas en las aguas concentradas en Madrid, es mayor que la contenida en las traídas en estado natural.

»3.º La cantidad de ázoe contenida en las aguas concentradas en Madrid, es mayor que la contenida en las que han venido en estado natural.»



### III.

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.

Al efecto bajé á las alcantarillas á recoger nuevas cantidades de aguas en los días y horas que se expresan y acompañado por las personas cuyos nombres figuran á continuacion:

Sr. D. Félix María Gomez, Arquitecto Director de los ramos de Fontanería y Alcantarillado de Madrid.

Sr. D. Rafael Justo y Villanueva, Visitador de Fontanería y Alcantarillado.

Sr. D. Calixto Gonzalez, Visitador de Fontanería.

D. Victoriano Carmona, Inspector de vigilancia subterránea.

Francisco Amorós, Capataz de vigilancia subterránea.

D. Juan Argemi, discípulo de mi Laboratorio en Barcelona, que me acompañaba en calidad de ayudante para los trabajos de Laboratorio.

D. Manuel Latorre, en el mismo concepto.

Además iban el número de peones necesarios para las operaciones.

Las aguas se recogieron en el arco de salida de las

# DE LAS AGUAS.

CANTIDAD materia por ciento de residuo en gra- mos.		Cantidad de fosfato tribásico de cal pre- cipitado por ciento de re- siduo só- lido.	Cantidad de fosfato tribásico de cal obtenido por litro de agua natu- ral.	Cantidad de ácido fos- fórico mo- nohidratado obtenido de un litro de agua natu- ral.	Cantidad de ázoe ob- tenido por ciento de re- siduo só- lido.	Cantidad de ázoe ob- tenido de un litro de agua natural.	Cantidad de amoniaco equivalente en gramos.
orgá- ica.	Orgánica.						
2,2	47,8	3,45	0,053	0,027	1,434	0,0224	0,0272
6,3	53,7	1,25	0,049	0,025	1,510	0,0595	0,0722
8	82	0,90	0,057	0,029	2,530	0,1604	0,1947
4,5	55,5	1,65	0,072	0,037	1,565	0,0691	0,0839
2,2	47,8	2,65	0,130	0,067	1,350	0,0666	0,0808
8,9	41,1	1,93	0,078	0,040	1,113	0,0455	0,0552
2,2	47,8	2,45	0,084	0,043	1,530	0,0528	0,0641
0	50	3,94	0,096	0,049	1,600	0,0391	0,0474
8	52	2,10	0,109	0,056	1,450	0,0755	0,0916
7	63	1,40	0,136	0,070	1,990	0,1936	0,2350
2	48	2,30	0,103	0,053	1,370	0,0617	0,0749
7,1	52,9	2,85	0,197	0,102	1,687	0,1168	0,1418
4,1	55,9	2,87	0,160	0,083	1,540	0,0860	0,1044
1,7	48,3	3,40	0,154	0,079	1,549	0,0703	0,0853
6,6	34,4	0,55	0,003	0,0015	1,032	0,0068	0,0082
3,2	76,8	0,95	0,023	0,0119	2,204	0,0537	0,0652
0,7	39,3	0,10	0,002	0,0010	1,279	0,0319	0,0387
	79	0,30	0,003	0,0015	2,260	0,0264	0,0320
3,9	36,1	0,45	0,012	0,0062	1,090	0,0313	0,0380
9	48,1	0,20	0,003	0,0015	1,543	0,0268	0,0325
	35	1,85	0,015	0,0077	1,005	0,0082	0,0099





El  
pocas de las alcantarillas, llenando tres o cuatro veces el  
frasco con esas mismas, a fin de permitir que el líquido  
que lo hubiera podido quedar de contenidos anteriores

Los frascos eran de vidrio blanco con tapón de  
rubro.

En seguida de haberse lavado se colocaron al la-  
boratorio provisional, lavados en una de las dependien-  
cias de la tercera casa del Ayuntamiento de Madrid, en  
donde mediante los hornillos para gas, que yo había traído  
de Madrid, se procedió al estudio de dichas aguas.  
Al efecto se tomó un litro exacto de cada una de ellas

y se guardó y se quedó en el laboratorio provisional  
para análisis que continúe.

Los análisis, sin embargo, empezados fueron con-  
ducidos al Laboratorio de Barcelona.

La hora en que se recogieron las aguas, la tempera-  
tura ambiente, el estado del cielo, etc.

de Barcelona, la cantidad total de residuos que han  
y el número de habitantes de cada una de ellas, y  
los que se encuentran en la siguiente tabla:

N.º	Nombre	Superficie	Población	Residuos
1.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
2.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
3.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
4.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
5.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
6.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
7.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
8.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
9.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200
10.	Barceloneta	1.200	1.200	1.200



bocas de las alcantarillas, llenando tres ó cuatro veces el frasco con ellas mismas, á fin de quitar cualquier residuo que le hubiera podido quedar de contenidos anteriores.

Los frascos eran de vidrio blanco con tapon esmerilado.

En seguida de haberlos llenado se condujeron al Laboratorio provisional, instalado en una de las dependencias de la tercera casa del Ayuntamiento de Madrid, en donde mediante los hornillos para gas, que yo habia traído de Barcelona, se procedió al estudio de dichas aguas.

Al efecto se tomó un litro exacto de cada una de ellas, y se evaporó á sequedad en baño de María, á fin de obtener las sales que contenia.

Estas sales, cuidadosamente enfrascadas, fueron conducidas á mi Laboratorio de Barcelona.

La hora en que se recogieron las aguas, la temperatura que estas marcaban, su graduacion en el areómetro de Beaumé, la cantidad total de residuo que han dejado, y cuánto de este es orgánico y cuánto inorgánico, son datos que se encuentran en la siguiente tabla:

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 residuo por litro en gramos.	Grados del areómetro de Beaumé.	Densidad.	Residuo por litro en gramos de sustancias.	
				Inorgánicas	Orgánicas.
<b>Aguas recogidas por la mañana.</b>					
Gas.....	6,340	2°	1,011	1,141	5,199
San Francisco.....	4,940	1°,75	1,006	2,578	2,362
Aguila.....	4,420	1°,75	1,005	1,966	2,454
Segovia.....	4,090	1°,75	1,004	2,409	1,681
Embajadores.....	3,945	1°,50	1,004	1,826	2,119
Puente del Rey.....	3,455	1°,25	1,003	1,803	1,652
Atocha.....	1,565	1°,25	1,002	0,816	0,749
<b>Aguas recogidas por la tarde.</b>					
Gas.....	9,730	2°,50	1,016	3,600	6,130
San Francisco.....	6,925	2°	1,012	3,261	3,664
Segovia.....	5,590	2°	1,010	2,465	3,125
Embajadores.....	5,210	2°	1,009	2,500	2,710
Puente del Rey.....	4,540	1°,75	1,005	2,347	2,193
Aguila.....	4,505	1°,75	1,0045	2,342	2,163
Atocha.....	2,448	1°,25	1,0026	1,224	1,224
<b>Aguas recogidas por la noche.</b>					
San Francisco.....	2,878	1°,50	1,0028	1,839	1,039
Gas.....	2,495	1°,50	1,0025	1,514	0,981
Embajadores.....	2,441	1°,50	1,0024	0,566	1,875
Segovia.....	1,740	1°	1,0018	0,903	0,837
Aguila.....	1,170	1°	1,0018	0,245	0,925
Puente del Rey.....	0,822	0°,75	1,0009	0,534	0,288
Atocha.....	0,660	0°,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 alcanta-



rillas de Madrid es la que deja mayor residuo, durante las veinticuatro horas del día, resulta la tabla siguiente:

ALCANTARILLAS.	Por la mañana.	Por la tarde.	Por la noche.	Promedio
	Gramos.	Gramos.	Gramos.	Gramos.
<b>Residuo contenido en un litro.</b>				
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
Águila.....	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
<b>Residuo inorgánico contenido en un litro.</b>				
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
Águila.....	1,966	2,342	0,245	1,517
Atocha.....	0,816	1,224	0,432	0,824
<b>Residuo orgánico contenido en un litro.</b>				
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
Águila.....	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.

Águila.

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.

Águila.

Puente del Rey.

Atocha.

Considerando las sustancias inorgánicas, aparecen en el orden siguiente:

San Francisco.

Gas.

Segovia.

Embajadores.

Puente del Rey.

Águila.

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.—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 del 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 AMONIACO EN GRAMOS QUE CORRESPONDE POR LITRO DE AGUA NATURAL DURANTE LAS VEINTICUATRO HORAS.

ALCANTARILLAS.—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 este trabajo y sacando el promedio general de la riqueza de las aguas de todas las alcantarillas de Madrid, resulta por litro :



	Gramos.
Residuo 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.
Residuo sólido.....	3,805
Sustancias inorgánicas.....	1,729
Sustancias orgánicas.....	2,076
Acido fosfórico monohidratado .	0,038
Amoniaco equivalente en ázoe. ....	0,072 (1).

(1) Segun 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.

Para que pueda hacerse alguna comparacion entre las cifras que figuran en este trabajo y las que han resultado en los análogos de los paises extranjeros, cito los casos siguientes:

*Londres.*— Los Sres. Way y Odling analizaron las aguas de las alcantarillas de Londres, tomando muestras cada media hora durante doscientos tres dias, á saber: desde el 18 de Marzo hasta el 7 de Octubre de 1865; en primer lugar, midieron la cantidad de agua que salia por las bocas de las alcantarillas, que era por término medio cada dia:

En tiempo seco.....	124,330 metros cúbicos.
En tiempo húmedo.. . . . .	151,240 id. id.

En segundo lugar, dosaron el ázoe que contenian estas aguas, resultando como término medio de los 9744 análisis:

Amoniaco por litro.. . . . .	0,117 gramos.
------------------------------	---------------

El Sr. Way, dado el valor que entonces tenia el amoniaco en el comercio de Londres, y la poblacion que arrojaba la estadística, presenta los resultados siguientes:

Valor de un metro cúbico de agua.....	0,25 francos.
Producto anual por habitante. . . . .	10,40 id.

El Sr. Denton ha combatido estos valores y todos los que se han presentado en análisis sucesivos, fundándose, no en su falta de exactitud, sino en que no se toman en las condiciones convenientes para su aplicacion. Partiendo este señor del punto de vista de que estas aguas han de servir para la agricultura, dice que de este dato ha de partirse; y sienta la hipótesis de que para que esto suceda, se necesita que cada habitante produzca 33 metros cúbicos por año, y que las aguas de lluvias que afluayan durante el año á esas alcantarillas, no sean mas que el 25 por 100 del volúmen anterior. Cuando se reunan todas estas condiciones, el Sr. Denton dice que el precio de un metro cúbico de líquido es 0,10 céntimos de franco (1).

*Dublin.* — El Sr. Cameron ha hecho muchos análisis de las aguas de Dublin, cuyo valor fija de la manera siguiente:

---

(1) No habiendo datos para conocer la cantidad de líquido que sale por las alcantarillas de Madrid por habitante y por año, así como tampoco para saber las cantidades de agua de lluvia que por ellas salen, no puede averiguarse si se está dentro de las condiciones exigidas por el Sr. Denton.

Estos y otros trabajos análogos son los que voy á emprender ahora si el Ayuntamiento lo aprueba y la Direccion del ramo continúa prestándome su cooperacion.

## VALOR DE 100 METROS CÚBICOS DE LÍQUIDO.

CANTIDAD de materias contenidas en 100 metros.		PRECIO por kilogramo.	VALOR de los 100 metros cúbicos de líquido.
En disolución.	Kilogramos.	Francos.	Francos.
Ázoe. . . . .	7,37	1,75	12,89
Acido fosfórico. . . . .	1,66	1,00	1,66
Sales de potasa. . . . .	2,28	0,50	1,14
Sales de sosa. . . . .	7,29	0,03	0,21
TOTAL. . . . .	18,60	»	15,90
<b>EN SUSPENSION.</b>			
Ázoe. . . . .	1,26	1,75	2,22
Fosfato insoluble. . . . .	0,82	0,20	0,16
Materia orgánica. . . . .	6,25	0,01	0,06
TOTAL. . . . .	8,33	»	18,34

Segun la tabla anterior, resulta que en Dublin vale

Un metro cúbico de agua de alcantarillas. . 18,34 francos.

*Glasgow.*—El Sr. Anderson ha analizado todas las aguas que salen por las bocas de las alcantarillas de Glasgow, resultando tal diferencia en su composición, que fijándose en el ázoe, hay una que tiene una cantidad diez veces mayor que otra, estando comprendidos todos los resultados entre 0,0227 gramos y 0,0019 gramos por litros.

El Sr. Anderson no ha podido hacer el considerable número de análisis que hizo Way en Lóndres, y por esta razón los Sres. Bateman y Bazalgette han establecido, fundándose en consideraciones teóricas, los resultados siguientes:



Cantidad de amoniaco contenida en un litro. 0,037 gramos.  
 Valor de un metro cúbico de líquido..... 0,066 francos.

El Dr. Voelker analizó en 1865 las aguas de las alcantarillas de Lóndres, y encontró la siguiente composicion por litro de agua:

	Gramos.	Gramos.
Residuo orgánico.....	0,427	»
Conteniendo de ázoe.....	»	0,099
Residuo inorgánico.....	0,855	»

Conteniendo:

Acido fosfórico.....	»	0,014
Potasa ..	»	0,042
Materias inertes ..	»	0,798
<i>Suma</i> .....	1,282	»

El Dr. Herve Mongon analizó en 1866 las aguas de las alcantarillas de Paris, y los resultados obtenidos figuran en la siguiente tabla:

ANÁLISIS.	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º
Productos volátiles no comprendiendo el ázoe.....	0,630	0,90	0,33	0,19	1,575
Azoe.....	0,058	0,07	0,04	0,04	0,026
Cenizas.....	1,506	1,24	1,19	1,03	1,242
<i>Pesos totales de los residuos sólidos por litro.....</i>	2,194	2,21	1,56	1,26	2,843

V.

No insisto en las razones que presenté en mi primera Memoria acerca de la imposibilidad de fijar, ni siquiera de una manera aproximada, el valor de los líquidos que afluyen por las bocas de las alcantarillas, puesto que ni se sabe el volúmen efectivo de estos ni su riqueza real y positiva; para conocer la cual se necesitarían hacer ensayos diarios por lo menos durante un año como lo hicieron los Sres. Way y Odling en Lóndres; pero, en fin, valiéndome de los resultados que he encontrado con los ensayos de un solo día, formo el presupuesto siguiente (1):

El censo de poblacion de Madrid de 1874 arroja la cifra de 335,229 habitantes.

Segun los experimentos hechos por los Sres. Boussingault, Liebig y otros químicos, cada individuo de la raza humana produce por término medio y por día 625 gramos de materias fecales líquidas y 125 de materias fecales sólidas, dosando en conjunto 3 por 100 de ázoe. Tomando como punto de partida este dato, tendremos:

Por día:	<u>Habitantes.</u>	<u>Gramos.</u>	<u>Kilógs.</u>
Materias fecales líquidas. . . . .	335,229	$\times 625 =$	209,518
Id. id. sólidas. . . . .	335,229	$\times 125 =$	041,903
		<i>Suma.</i>	<u>251,421</u>

(1) Véanse los informes del Arquitecto de Fontanería y Alcantarillas D. Félix María Gomez, de 30 de Octubre de 1865, 6 de Febrero de 1868, 22 de Setiembre de 1871 y 23 de Marzo de 1873.