

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.

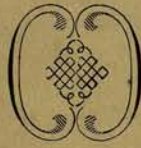


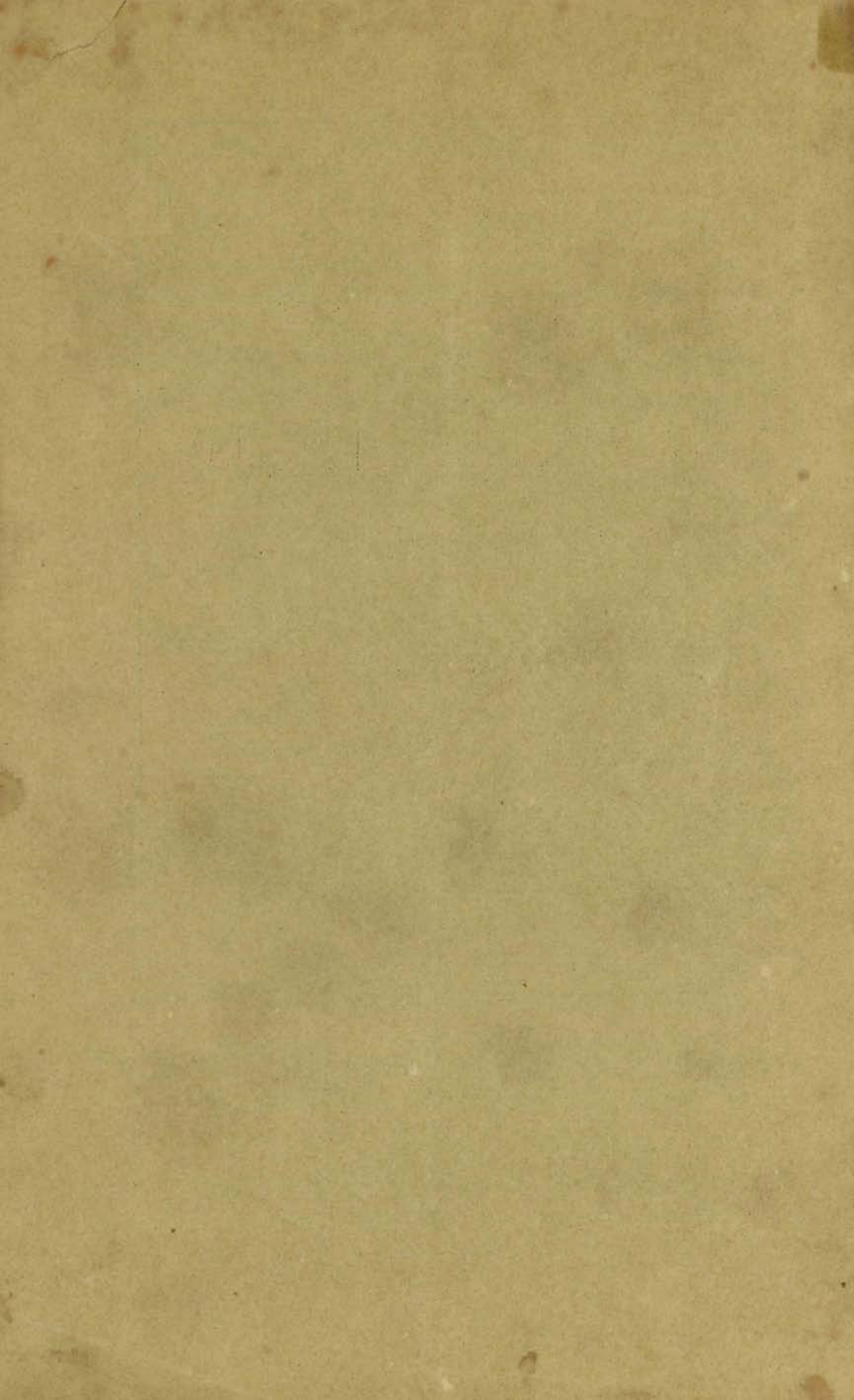
MADRID:

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE EDUARDO CUESTA,

CALLE DEL ROLLO, NÚM. 6, BAJO.

1874.



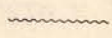


6343
3000/125

A-Caj. 119/2

$\frac{2}{80508}$

MEMORIA.



MEMORIA



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.



MADRID:

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE EDUARDO CUESTA,

CALLE DEL ROLLO, NÚM. 6, BAJO.

1874.

MEMORIA

QUE CONTIENE EL ESTADO DE LOS NEGOCIOS

DE LA EMPRESA

APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS

QUE DISCURRE POR LAS AGRICULTURAS DE MADRID





EXCMO. SR.:

La acumulacion de personas para formar las grandes poblaciones impone á las autoridades, que con el nombre de Ayuntamientos, ó con cualquier otro, estén encargadas de velar por ellas, deberes especiales que no son conocidos ni necesarios en las pequeñas poblaciones. Hay en aquellas más motivos de goce, tanto moral como material; hay tambien en cambio mayor número de orígenes, de enfermedades, que si bien cuando la autoridad que vela sobre los intereses comunales carece de los conocimientos científicos que deben adornarla, aumentan de una manera extraordinaria la insalubridad pública, cuando sucede lo contrario, pueden llegar á ser hasta un origen de riqueza. Esto sucede, por ejemplo, con las materias fecales. La familia que vive en el campo, el conjunto de vecinos que constituyen los caseríos, las aldeas y las villas de corto vecindario, no se preocupan ni

poco ni mucho del problema de las materias fecales. En el patio de la casa ó en el campo que la rodea, ó en la cuadra en donde tiene los animales hacen sus necesidades corporales, y arrojan á la calle las aguas procedentes de lavar la ropa, de fregar su menaje y de lavar sus cuerpos: las calles anchas y las casas bajas permiten que el aire y el sol, esos dos agentes que no dejan parar un momento á la molécula orgánica, se encarguen de destruir las que existan en todas esas masas, para transformarlas en nuevo origen de vida.

Las Municipalidades de las grandes poblaciones tienen el deber ineludible de impedir que todas esas materias fecales y todas esas aguas sucias vayan á la via pública y vicien con los productos que de ellas han de resultar á causa de la fermentacion pútrida, el aire atmosférico, tan necesario para la respiracion como escaso á causa de la estrechez de las calles y de la altura de los edificios.

Poco hay que decir acerca de este problema al Excmo. Ayuntamiento de Madrid, pues establecidos hace muchísimos años los comunes en todas las casas, construido en el antiguo recinto de la poblacion su nuevo alcantarillado, y en proyecto su continuacion, tiene completamente prohibido arrojar á la calle ninguna de estas materias, que arrastradas por las abundantes aguas, discurren por sí solas hasta llegar al Manzanares, ventaja de que no se goza, no solo en gran número de poblaciones de España, sino en muchas capitales de los países extranjeros.

Pero si la Villa de Madrid ha resuelto el problema de la extraccion de sus deyecciones, no las aprovecha como

se hace en otra porcion de ciudades, ya antiguas ya modernas.

Sabido es que en la naturaleza *nada se pierde ni nada se crea*: la materia no hace más que cambiar de forma. Nace la yerba, sirve ésta de alimento á un animal, por ejemplo, un carnero que se asimila las moléculas de aquella; este carnero sirve de alimento al hombre, que á su vez se asimila las moléculas del carnero; este hombre muere, se transforma en gases y cenizas, los gases y cenizas en que se ha transformado el hombre, los excrementos y deyecciones de este hombre, así como los de la planta y los del animal, se transforman en agua, ácido carbónico, hidrógenos carbonados, amoniaco, etc., y van á concurrir á la formacion de otros animales ó de otras plantas. Bajo este punto de vista, las materias fecales y las aguas sucias que discurren por las alcantarillas de Madrid no son perdidas, pues no pudiéndose reducir á la nada, irán á fertilizar una comarca más ó ménos próxima; pero sí lo son, en el concepto de que Madrid no saca provecho ninguno de ellas, siendo así que racionando por analogía con lo que pasa en otros países, pudiera ser este un nuevo origen de riqueza, que sin más gravámen para el Ayuntamiento, le diese con el tiempo un ingreso anual ochenta veces mayor que el que en la actualidad tiene por este concepto.

La indicacion del aprovechamiento de estas materias fecales, ni es nueva ni presenta dificultad de ninguna especie. Los autores griegos y latinos hacen algunas vagas indicaciones acerca del uso como abono de los excrementos

humanos. Varron, libro I, capítulo xxxviii, y Columela, libro II, capítulo xiv, colocan estos excrementos inmediatamente después de los de los pájaros, bajo el punto de vista de su acción sobre las plantas. Columela de Re, rústica, libro II, capítulo xiv; de Arboribus, capítulo xxiii; Plinio, libro xvii, capítulo vi, y Palladio, libro iv, capítulo viii, y libro xi, capítulo viii, nos enseñan la costumbre que tenían los agricultores en su tiempo de regar los manzanos, los olivos, los limoneros, los granados, las cepas, etc., con orines humanos ó de los animales domésticos, después de haberlos dejado podrir y mezclado con un volumen igual al suyo de agua.

Herrera, en su *Agricultura general*, publicada en 1513, dice, en el capítulo v del libro iv, que estas materias fecales se utilizan en Milan, siendo la *hurina pudrida* la mejor manera de estiércol para los árboles.

Pero todo esto ha estado reducido á prácticas y esfuerzos puramente individuales, como sucede, por ejemplo, en Barcelona, en donde desde hace siglos cada labrador recoge, no solamente las materias fecales de su casa, sino que también viene con un carro llamado *la caja* á la ciudad á comprar las materias fecales recogidas en los depósitos de las casas.

Otra cosa sería si cuando lo permite la disposición del terreno, se recogieran todas esas materias fecales, todas las aguas de las alcantarillas y demás líquidos de una población, y se condujeran por canales convenientemente dispuestos para fertilizar grandes llanuras agrícolas. Una aplicación de este principio es el Canal de Betabia, que desde

la Edad media recoge las aguas de las alcantarillas de Milan, y fecundiza con ellas las praderas situadas en sus dos riberas, en una longitud de más de veinticinco kilómetros.

A principios de este siglo, se introdujo este sistema en Escocia. Las praderas de Kraingentiny, pertenecientes al Sr. Miller, y á los Condes de d'Haddington y Moray, en las inmediaciones de Edimburgo; las de las inmediaciones de Maybole en Ayrshire, pertenecientes al Sr. D. Quintin Kennedy; finalmente, las que poseía cerca de Krief D. Alejandro M' Laurin, fueron regadas por canales abiertos, por donde corrían los productos de las alcantarillas de varias poblaciones.

Desde 1830 á 1850, se siguió el mismo sistema de regadío en Inglaterra, en Tabistok, por el Sr. Duque de Bedford; en Harrow, en Crediton, en Pusey; en Clipstone por el Sr. Duque de Portland.

El uso del riego con los abonos líquidos, se introdujo en Francia en 1849. El Sr. Batailler, ingeniero de caminos y canales, le estableció en la hacienda de Pantail, situada en las inmediaciones de Montargis (Lairat).

En 1844, el Sr. Harrey, Director de un gran establecimiento de destilación de granos y de una vaquería, situados en las puertas de Glasgow, empezó á regar sus fincas con las materias fecales y residuos de su fábrica.

En 1848, el Sr. Huxtable de Sulton-Waldron en el Dorsetshire, introdujo la misma práctica.

En 1849, D. F. W. Kennedi, arrendatario de la quinta de Myer-Mill, cerca de Maibole en l'Ayrshire, estableció en su finca el uso de los abonos líquidos.



Con posterioridad á esta fecha, se ha establecido este sistema en casa de los propietarios siguientes:

Inglaterra.

- Sr. Telfer, en Canning-Parc, cerca de Air.
- Sr. Mechi, en Triptree-Tarm, cerca de Kelvedon, Essex.
- Sr. J. Dow, en Saint-Georges-Clist, cerca de Exeter (Devon).
- Sr. Conde de Essex, en Cashioboury, cerca de Watford (Hertshire).
- La quinta de Hulme-Walfield, cerca de Congleton (Cheshire).
- Sr. H. Littelade, en la quinta de Liscard, cerca de Birkenhead (Cheshire).
- El Sr. Robert Nelson, en la quinta de Alewood, cerca de Liverpool (Lancashire).
- El Sr. Duque de Sutherland, en su hacienda de Hanchurk, cerca de Krentham (Staffordshire).
- Lord Grey, en Howich, cerca de Alnwich (Nort-humberland).
- El R. R. W. Bosamguet, cerca de Alnwich.
- Sr. D. T. Stainer, en el Staffordshire.
- Sr. Cholmeley, en el Lincolnshire.
- Sr. D. James Weble, en Bulmarshe-court, cerca de Reading (Berhshire).
- Sr. Naylor, cerca de Welshpool (Glamorganshire).
- Sr. Romilly, en la quinta de Port-Kewy, cerca de Cardiff (Glatnorganshire).

Escocia.

Sr. James Kennedi, en el Dunfrieshire.

Sr. D. T. Mas-Connell, en el Dunfrieshire.

Sr. D. Baird, en el Dunfrieshire.

Sr. D. N. Malcolm, en la Argyleshire.

Lord Strathallon, en el Perthshire.

El Duque de Argyle, en la Argyleshire.

Irlanda.

La Quinta-Modelo de Glasmerin.

Sr. D. J. Faggen , en Turvey-House.

El feliz éxito obtenido aprovechando las inmundicias de las fincas particulares para regar sus tierras, excitó á algunos agricultores inteligentes á aprovechar las aguas que discurren por las alcantarillas de las poblaciones: con el mismo objeto y bajo este punto de vista, nos encontramos desde 1840 á 1850 con los trabajos siguientes:

Trabajos del Sr. Walker, en Newbold-Grange, para las inmundicias de Rugbi.

Del Sr. Worsley, para los de Rusholme, pequeña villa vecina de Manchester.

Del Sr. Conde de Essex, para las inmundicias de Watford.

Finalmente, los ejecutados para la aplicacion como abono, de las inmundicias de la prision de Dartmoor.

Visto el buen éxito que se habia obtenido en estos en-

sayos, ya de alguna importancia, la Compañía metropolitana inglesa de abonos de ciudades habia ejecutado en 1850 algunos trabajos con el objeto de proporcionar á la agricultura el abono que Lóndres produce, pero sus tentativas no produjeron resultados por entónces.

Los buenos resultados obtenidos en Inglaterra, deciden á Francia á seguir el mismo camino, y los Sres. Moll y Mille ensayaron en la quinta de Vanjours, cerca de Bondy, la aplicacion del sistema tubular para el esparcimiento de las inmundicias de Paris. En 1856 los Sres. Moll y Mille habian empezado con una subvencion de veinte mil francos, dada por la Administracion municipal de Paris, para ensayar los efectos de las inmundicias sobre distintas clases de cosechas. En 25 de Julio de 1857, fué constituida por amigos del progreso agrícola, una Sociedad por acciones, con un capital de ciento veinte mil francos para la explotacion de la finca de Vanjours, que forma una especie de claro en el bosque de Bondy, y está situada á la orilla del Canal Oureg. Las inmundicias son llevadas en barcos provistos de bombas, para poderlas repartir en seguida sobre las tierras de la quinta. La ciudad de Paris ha abonado á esta empresa una suma de treinta mil francos, y el Sr. Ministro de Agricultura, de Comercio y Trabajos públicos, dos subvenciones que suman setenta mil francos. Estas señales de vivo interés dadas por las primeras autoridades del país, demuestran que hoy dia se conoce la importancia de las materias fertilizantes formadas por las defecaciones urbanas. Se sabe que se podrian transformar en comida, pan y vestidos las inmundicias de las ciudades,

purificando éstas con beneficio de la agricultura, en vez de dejar aquellas que continúen formando focos de infección.

Con posterioridad á los trabajos de los Sres. Moll y Mille, varios agricultores de los departamentos franceses del Orme, del Pas-de-Calais y del Bajo-Rhin, han hecho ensayos con más ó ménos perfeccion para usar los abonos líquidos con el sistema tubular. En Alemania se hacen tambien algunos ensayos con el mismo objeto. El Sr. Nollowski está trabajando para establecerle en grande escala en Polonia en los alrededores de Varsovia.

Los periódicos agrícolas de 1869 nos han dado la noticia de que con las aguas procedentes de las alcantarillas de la ciudad de Leipzig se riegan las praderas inmediatas.

Desde esta fecha es imposible seguir ya paso á paso á multitud de ensayos llevados á cabo en extensiones de tierra de consideracion; así vemos, por ejemplo, las barcazas ó cajas que sirven para conducir estas aguas por el Sena á distancias de cuarenta y cincuenta kilómetros de la capital, habiéndose construido en determinados puntos pequeños muros de descarga en donde una bomba, fija, envia el agua desde la barcaza al depósito que el agricultor tiene construido en su finca.

En este mismo Paris vemos las bombas rotatorias que recogiendo el agua que sale por la boca de las alcantarillas, la envian á la llanura de Bondi, situada á veinticinco kilómetros y con un desnivel de tres metros sobre el punto de toma de agua.

Hago alto aquí porque seria prolongar inmensamente



este escrito con las numerosísimas citas que podría hacer acerca de esta materia.

Dedicado toda mi vida al estudio de la agricultura, por mas que no tenga la honra de poseer títulos que me den aptitud legal para ello, uno de los problemas que más han llamado mi atención ha sido el del aprovechamiento de los residuos de las poblaciones para abonos de las tierras. Guiado por esta idea fundé en Barcelona la fábrica de abonos denominada la *Agricultora Catalana*, que continúa en estado próspero despues de once años de existencia. Dedicado al estudio de la resolución de estos problemas, tanto en España como en el extranjero, me lamentaba siempre de lo sensible que es, bajo el punto de vista agrícola, la pérdida de esas enormes cantidades de materias orgánicas que discurriendo por las alcantarillas de Madrid van á hacer insalubres, aunque por breve tiempo, las aguas del rio Manzanares: cuando si se aprovechasen, no solo no infectarian el caudal de aguas de dicho rio, sino que fecundarian una inmensa extensión de terrenos, y serian para el Ayuntamiento un manantial de riqueza que creo no exagerar fijando la cifra de treinta á cuarenta mil duros anuales una vez regularizado que sea.

Circunstancias especiales, que no creo del caso narrar aquí, me hicieron entrar en relaciones con el Sr. D. Félix María Gomez, Arquitecto Director de Fontanería y Alcantarillado de Madrid, quien entusiasmado por la resolución de este problema me incitó á que empezase á estudiar estas aguas, comprendiendo perfectamente que el primer paso que habia que dar era reconocer su riqueza para formular

despues un proyecto de aprovechamiento, ya bajo la base de regar con estas aguas, campos más ó ménos próximos á Madrid, ya bajo la de extraer las materias orgánicas que contienen, precipitándolas por la alúmina ó por cualquier otro procedimiento, para venderlas en mercados en donde los abonos tengan salida.

No se me ocultaba en manera alguna las dificultades con que yo habia de tropezar para hacer estos análisis, dificultades que la práctica ha venido despues á confirmar. Siendo yo catedrático de la Escuela de Ingenieros Industriales establecida en Barcelona, no puedo residir en Madrid sino muy pocos días, y no tengo tampoco en esa Villa laboratorio para hacer esta clase de trabajos. Era, pues, preciso que yo llevase las aguas á Barcelona, pero ¿podia hacerse esto? Hé aquí la primera duda que se me ocurrió. No se debe olvidar que se trata de materias orgánicas, que estas materias orgánicas están en condiciones apropiado para experimentar la fermentacion pútrida. Detener esta fermentacion por medio del ácido sulfuroso, por la extraccion del aire, etc., etc., era poco ménos que imposible, pues cualquiera de esos procedimientos que se pusiese en planta modificaria las condiciones del líquido en cuestion. El único recurso que me quedaba era el de concentrar estas aguas al pié mismo de las bocas de las alcantarillas.

Expuestas todas esas dificultades al Sr. D. Félix María Gomez, se hizo cargo de ellas, y resolvimos hacer un primer ensayo para ver hasta qué punto era factible cualquiera de los dos procedimientos; es decir, tomar grandes can-



tidades 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.

La concentracion de aguas se hizo en la Casa de máquinas de la Montaña, en donde en un rincon cualquiera se construyó un hornillo de campaña, y encima se puso un caldero grande de cobre. Las aguas concentradas se ponian en vasijas de hoja de lata que se soldaban en caliente. Las aguas naturales se recogian en las mismas bocas de las alcantarillas, en las vasijas de hoja de lata en que habian de ser conducidas á Barcelona, y acto continuo se soldaban estas vasijas, tan llenas como era posible.

I

Convenido ya el plan y preparados los aparatos de la manera que queda dicha, bajé á todas las alcantarillas, en los dias que á continuacion se expresan y acompañado por las personas siguientes:

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

Sr. D. Valentin Gomez, Ayudante facultativo de Fontanería.

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

Enrique Gomez, Oficial de visita de Fontanería.

Martin Gordo, Ayudante de visita de Fontanería.

Me acompañaban además el número de peones necesarios para los trabajos que debíamos hacer en las alcantarillas.

Los dias en que se hizo la operacion de recoger los líquidos que circulaban por estas alcantarillas fueron los siguientes:

DIA 23 DE JULIO DE 1873.

A las nueve y cuarenta y ocho minutos de la mañana:
Alcantarilla del Paseo de las Acacias, llamada del Gas.

A las diez y cuarenta y cinco minutos de la misma:
alcantarilla del Paseo Imperial, llamada del Águila.

DIA 24 DE JULIO DE 1873.

A las ocho y quince minutos de la mañana: alcantarilla de San Francisco.

A las nueve de la misma: alcantarilla de Segovia.

A las diez de la misma: alcantarilla del Puente del Rey.

DIA 26 DE JULIO DE 1873.

A las ocho y treinta minutos de la mañana: alcantarilla de Atocha ó del Carcabon.

A las diez de la misma: alcantarilla de Embajadores.

En todas estas alcantarillas se recogió el líquido en el mismo arco de la boca de entrada, con el objeto de que participase de todas las materias que á la alcantarilla pudiesen acudir.

Para recoger estos líquidos se llenaron cubas de madera con sus correspondientes tapas que, una vez llenas, fueron masticadas con el mastic de fontanero, á fin de que no tuvieran pérdida en el camino.

Las cubas llenas fueron conducidas por el carro de Fontanería á la Casa de máquinas sita en la Montaña del Príncipe Pio, en donde, como ya se ha dicho, gracias á la benevolencia de los Sres. Comisarios y Arquitecto Director de Alcantarillado y Fontanería se habia construido el hornillo para concentrar los caldos antes citados á fin de reducirlos á una cuarta parte de su volúmen.

Al principiar esta operacion estudié si la filtracion pré-

via podria servir de algo: empecé por usar filtros de papel; pero estos se entrapaban en seguida y no dejaban pasar el líquido: ensayé luego las mangas de lana y sucedia lo mismo poco más ó ménos; en los primeros momentos pasaba sin filtrarse y despues se entrapaba el paño y no filtraba, así que tuve que abandonar estos procedimientos y limitarme á concentrar el líquido hasta que quedase reducido á unos diez ó doce litros; caliente aún, fué depositado en vasijas de hoja de lata construidas por el hojalatero del ramo de Fontanería.

Se puso el líquido caliente dentro de las vasijas con el objeto de que, emitiendo vapores al tiempo de ser estas soldadas cuando luego se enfriase, quedase un vacío que sirviese para el caso en que los líquidos contenidos entrasen en fermentacion durante el viaje.

Soldadas las vasijas, fueron colocadas inmediatamente en un cajon de madera, construido en el taller de carpintería del ramo antes citado, y conducidas desde la Casa de máquinas á la estacion del ferro-carril de Madrid á Zaragoza y Barcelona.

Todas estas operaciones han sido hechas con arreglo á mis instrucciones y bajo mi vigilancia; por consiguiente yo no puedo echar á nadie la culpa mas que á la imposibilidad material de la cosa del mal éxito que han tenido estos trabajos preparatorios.

Llegado yo á Barcelona y recibido el cajon en que venian las citadas vasijas, procedí á su apertura, y encontré:

1.º Que solo estaban en el estado en que salieron de Madrid las latas pertenecientes á las alcantarillas de

San Francisco.

Atocha ó Carcabon.

Puente del Rey.

Habiendo reventado en el camino las correspondientes á:

Aguila.

Segovia.

Gas.

Embajadores.

Y llegado aquí por consiguiente nada más que con una parte del liquido que salió de Madrid.

II.

He dicho que temiendo ya el hecho que se acaba de citar, había pensado en recoger otra cantidad de agua y traerla á Barcelona en su estado natural. Al efecto, el día 2 de Agosto de 1875 bajé á las alcantarillas acompañado por los señores antes citados, y recogí en todas ellas aguas á las horas que á continuacion se expresan:

A las ocho de la mañana: alcantarilla de Atocha ó Carcabon.

A las ocho y treinta minutos de la misma: alcantarilla de Embajadores.

A las nueve de la misma: alcantarilla llamada del Gas.

A las nueve y treinta minutos de la misma: alcantarilla llamada Águila.

A las diez de la misma: alcantarilla de San Francisco.

A las diez y treinta minutos de la misma: alcantarilla de Segovia.

A las once de la misma: alcantarilla de Puente del Rey.

En todas estas alcantarillas se recogió el líquido en el arco de la boca de entrada con el objeto de que participase de todas las aguas que á ella pudiesen afluir.

Recogidas estas con las debidas precauciones y depositadas despues en vasijas de hoja de lata, construidas por el hojalatero del ramo de Fontanería, fueron convenientemente soldadas y colocadas dentro de un cajon y condu-

cidas á la estacion del ferro-carril de Madrid á Zaragoza y Barcelona, verificándose estas operaciones segun mis instrucciones y bajo mi inmediata vigilancia.

Llegado yo á Barcelona y recibido el cajon en que venian las citadas vasijas, procedí á su apertura, y encontré:

1.º Que solo estaban en el estado en que habian salido de Madrid las latas pertenecientes á las alcantarillas de:

Puente del Rey.

Gas.

Atocha ó Carcabon.

2.º Que habian reventado en el camino por efecto de la fermentacion pútrida, llegando aquí próximamente con la mitad del líquido, las correspondientes á las alcantarillas de:

Embajadores.

San Francisco.

3.º Que habian reventado en el camino, llegando aquí completamente vacías, las correspondientes á las alcantarillas de:

Segovia.

Águila.

Con lo expuesto se ve la imposibilidad en que me encuentro de poder hacer estos estudios en Barcelona; pues á pesar de haber sido traídas estas aguas á gran velocidad y en wagon cerrado, sin embargo, han sufrido alteraciones que anulan la exactitud del trabajo que yo he hecho, el cual no puede admitirse mas que como un tanteo prévio.

III.

Muchas son las aplicaciones que pueden darse á estas aguas, pero como alguna habia de ser la primera que empezara yo á estudiar, me fijé en la que en mi concepto tiene más importancia, cual es el uso de estos líquidos para el riego de los campos, llevando así á ellos, no solo el agua, sino la materia fertilizante. Considerada la cosa de este modo, habia que determinar en estas aguas las condiciones siguientes:

- 1.^a La cantidad de residuo que dejan por su evaporacion.
- 2.^a Qué parte de este residuo es orgánica y cuál inorgánica.
- 3.^a La cantidad de ázoe.
- 4.^a La de ácido fosfórico.

No entraré á explicar aquí la série de operaciones químicas que he practicado para llegar á obtener estos resultados, pues no lo creo necesario, limitándome á presentar la tabla siguiente que los contiene. En ella figuran en primer lugar las aguas que fueron concentradas en Madrid, que son las recogidas en los dias 23, 24 y 26 de Julio, y despues las que se trajeron en su estado natural á Barcelona, que son las recogidas en 2 de Agosto de 1873.

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

	FECHA de la recolección de las aguas.	NOMBRES de las alcantarillas.	CANTIDAD recogida en litros.	Temperatura termómetro centigrado.	GRADOS del areómetro.	CANTIDAD del residuo obtenido 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 recogieron 72 grms.
	23 de Julio de 1873. } 10 h. 45' mañana.	Paseo Imperial (v.) del Aguila.	39	18°	2	Perdido: se recogieron 129 grms.
	24 de Julio de 1873. } 8 h. 45' mañana.	San Francisco.	39	16°	2	97
	24 de Julio de 1873. } 9 h. mañana.	Segovia.	34	16°	1,5	Perdido: se recogieron 167 grms.
	24 de Julio de 1873. } 10 h. mañana.	Puente del Rey.	38	18°	1	119
	26 de Julio de 1873. } 8 h. 30' mañana.	Atocha ó Carca-bon.	37	17°	1,5	124
	26 de Julio de 1873. } 10 h. mañana.	Embajadores.	38	17°	1,5	Perdido: se recogieron 135 grms.
AGUAS NATURALES.	2 de Agosto de 1873. } 8 h. mañana.	Atocha ó Carca-bon.	6,75	17°	1	13
	2 de Agosto de 1873. } 8 h. 30' mañana.	De las Acacias (v.) Gas.	6,5	17°	1	19
	2 de Agosto de 1873. } 9 h. mañana.	Embajadores.	Perdido en parte: llegaron 3,010 lit.	17°	2	Perdido: se recogieron 21 grms.
	2 de Agosto de 1873. } 9 h. 30' mañana.	Aguila.	Perdido.	»	»	»
	2 de Agosto de 1873. } 10 h. mañana.	San Francisco.	Perdido en parte: llegaron 3 litros.	17°	2	Perdido: se recogieron 12 grms.
	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

laboratorio particular establecido en el Instituto Agrícola Catalan de recogidas en las alcantarillas de Madrid.

Cantidad del residuo por litro en gramos.	Cantidad obtenida p ^o /o de residuo sólido.		Cantidad obtenida por litro de agua natural.		Cantidad de ázoe obtenido p ^o /o de residuo sólido en gramos.	Cantidad de ázoe obtenido por litro de agua en gramos.	Cantidad de ácido fosfórico obtenido p ^o /o de residuo sólido en gramos.	Cantidad de ácido fosfórico obtenido por litro de agua en gramos.
	Materia inorgánica.	Materia orgánica.	Materia inorgánica.	Materia orgánica.				
»	34,00	66,00	»	»	1,400	»	12,800	»
»	48,25	51,75	»	»	5,750	»	9,90	»
2,487	55,33	44,66	1,37	1,11	5,100	0,126	4,70	0,116
»	43,25	56,75	»	»	8,400	»	5,70	»
3,131	78,87	21,13	2,46	0,67	1,400	0,043	5,80	0,181
3,351	50,48	49,72	1,68	1,67	5,950	0,199	6	0,201
»	58,42	41,58	»	»	1,400	»	7	»
1,776	65,60	34,40	1,16	0,61	12,500	0,212	7	0,124
2,900	57,75	42,25	1,67	1,23	12,200	0,35	6,60	0,191
Dudoso. 6,774	59,60	42,40	Dudoso. 1,86	Dudoso. 1,37	11	Dudoso. 0,74	Dudoso. 8,70	Dudoso. 0,589
»	»	»	»	»	»	»	»	»
Dudoso. 4	65,33	34,67	Dudoso. 1,16	Dudoso. 0,61	12,500	Dudoso. 0,50	Dudoso. 5,50	Dudoso. 0,220
»	»	»	»	»	»	»	»	»
2,428	65,33	34,67	1,59	0,83	16	0,38	11	0,267

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.	Azoe en gramos.	Acido fosforico en gramos.
Del Paseo de las Acacias (v.) Gas.	Aguas concentradas en Madrid	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.) Aguila.....	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 obténido 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.

Estos resultados son lógicos, pues el movimiento de descomposicion de las materias, ha debido ser distinto en esas aguas que venian ya en un gran estado de concentracion, que no en las otras, que venian en el estado natural. Del exámen de este hecho resulta que las cifras que figuran en todo este trabajo, son inferiores á la realidad, es decir, que si la evaporacion de estas aguas hasta sequedad, se hubiera hecho en Madrid, el resultado seria superior á lo que es ahora, siendo probable que por lo ménos se doblaran las cifras obtenidas.



IV.

Si comparamos ahora las cifras que figuran en esta tabla, con las que se obtienen en el extranjero, veremos que estas aguas son mucho más ricas que las de otras poblaciones europeas.

El profesor Way analizó por orden del gobierno en 1859 y 1861 las cantidades de ázoe que contenian las aguas de las alcantarillas de Lóndres, y obtuvo los resultados siguientes:

NÚMERO DE ENSAYOS.	FECHA.	LOCALIDADES.	ÁZOE POR LITRO, TÉRMINO MEDIO.
3..	{ 1859. Marzo. Abril. }	Lóndres.	0gr,1096.
12.	{ 1861. Abril. Junio. }	Croydon. Coventry. Rugby.	0gr,055

Como se ve, las aguas de las alcantarillas de San Francisco, de Atocha, Embajadores, de las Acacias y Puente del Rey, son muy superiores á estas en la cantidad de ázoe que contienen, llegando algunas á doblar la cifra.

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

	GRAMOS.	GRAMOS.
Residuo orgánico.....	0,427	»
Conteniendo de ázoe.....	»	0,099
Residuo inorgánico.....	0,855	»
Conteniendo:		
Ácido fosfórico.....	»	0,014
Potasa.....	»	0,042
Materias inertes.....	»	0,798
<i>Suma</i>	1,282	

Si se compara este resultado con el que yo he obtenido, se ve que todas las aguas de las alcantarillas de Madrid, son mucho más ricas que estas en la totalidad de materias orgánicas é inorgánicas; y tambien lo son todas ménos una en ázoe y en ácido fosfórico.

El Dr. Hervé 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
Ázoe.....	0,058	0,07	0,04	0,04	0,026
Cenizas.....	1,506	1,24	1,19	1,03	1,242
Pesos totales de los residuos sólidos por litro.....	2,194	2,21	1,56	1,26	2,843

Comparando los resultados fijados en esta tabla con los que yo he obtenido en el análisis, se ve que la totalidad de residuos contenida en las aguas de Paris, es mucho menor que las que contienen las aguas de Madrid.

No cito más análisis que estos por no alargar de una manera desmesurada este trabajo, pero téngase entendido



que cuantos análisis se han publicado acerca de estas materias fecales, presentan una riqueza inferior á la que yo he obtenido con las de Madrid.

Discurriendo un poco acerca de las causas que pueden motivar la mejor calidad de las aguas de Madrid que las de Paris y Lóndres, no hay más remedio que fijarse en dos hipótesis; ó bien en las alcantarillas de Paris y Lóndres discurre para la limpieza mayor cantidad de agua por habitante que la que discurre por las de Madrid; ó bien las materias fecales y los residuos de las fábricas de Madrid son más azoadas que las de los habitantes y fábricas de aquellas otras dos capitales.

No podemos discutir acerca del primer punto, porque el Sr. Arquitecto Director de Fontanería y Alcantarillado me ha manifestado, que si bien podría decir con bastante exactitud la cantidad de agua que arrojan los viajes y fuentes que son propiedad del Excmo. Ayuntamiento, no tiene dato fijo acerca de las que vierten en las alcantarillas procedentes del Canal del Lozoya: por lo tanto, no sabiéndose la cantidad total de agua gastada, no se puede sacar el promedio de consumo por habitante.

No tendría tampoco nada de particular que sucediese el segundo extremo; esto es, que las materias fecales secretadas por el habitante de Madrid fueran más ricas en ázoe y en fósforo que las del de Paris ó de Lóndres, pues el primero tiene por base de su alimentación las leguminosas, y muy principalmente el garbanzo, mientras que los otros reconocen como tal la carne.

V.

Debe comprenderse perfectamente que es imposible en un trabajo preliminar como este formar presupuestos ni dar valores, y esta imposibilidad depende de dos causas. En primer lugar porque un solo análisis no basta para fijar la riqueza de estas aguas; es necesario repetirle varias veces tomando las aguas á diferentes horas del dia y en diferentes estaciones del año, con el objeto de obtener un término medio final. Se comprenderá perfectamente esta necesidad si nos fijamos en que la alcantarilla de Atocha, por ejemplo, adonde afluyen las aguas sucias del Hospital, tendrá una composición muy diferente á la hora en que discurran por ella las materias acumuladas en aquel establecimiento durante la noche, que en el resto del dia, y que esta composición variará tambien en las diferentes épocas, segun el mayor ó menor número de estancias que haya en aquel asilo. En el mismo caso están las alcantarillas adonde vierten los cuarteles; su composición será muy distinta, segun el número de individuos que en estos haya. En segundo lugar, no tengo dato exacto acerca de las industrias que existen en Madrid que vierten sus aguas en las alcantarillas, y que por consiguiente pueden aumentar la riqueza de estas. Y en tercer lugar, porque, como ya he dicho antes, no conozco el volúmen de agua sucia que sale de dichas alcantarillas. Pero si no es

posible fijar estos datos con exactitud, puedo hacer algunas reflexiones á fin de que se tenga una idea, siquiera sea aproximada, de lo que puede ser en Madrid el asunto de las aguas fecales (1).

La poblacion de Madrid puede fijarse en números redondos en trescientos mil 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 dia 625 gramos de materias fecales líquidas y 125 gramos de materias fecales sólidas, dosando en conjunto tres por ciento de ázoe. Tomando como punto de partida este dato, tendremos que las trescientas mil personas producirán por dia:

Materias fecales líquidas.....	625gr.×300000 =	187500 kilogramos.
Id. id. sólidas.....	125gr.×300000 =	37500 »
	<i>Suma.....</i>	225000 kilogramos.
Dosando en junto de ázoe á razon del 3 p ^o /o.....		6750 »

Y por año:

Materias fecales líquidas.....	187500×365 =	68437500 kilogramos.
Id. id. sólidas.....	37500×365 =	13687500 »
	<i>Suma.....</i>	82125000 kilogramos.
Dosando en junto de ázoe.....	6750×365 =	2463750 »

(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, y las certificaciones que en la oficina de Fontanería y alcantarillas existen en la carpeta núm. 68, expedidas por mí en 22 y 30 de Setiembre de 1873, 11 de Octubre de 1873, 27 de Enero de 1874 y 2 de Marzo de 1874, en las que se explican los procedimientos para obtener los resultados reseñados en esta MEMORIA, y de las que se ha dado conocimiento al Municipio en las minutas que para el BOLETIN OFICIAL del Ayuntamiento remite el ramo de Fontanería semanalmente.

Supongamos ahora que los residuos de las fábricas que existen en Madrid, la sangre del Matadero, las deyecciones de los animales, las aguas de la limpieza de las casas, etc., nos dan una cantidad de ázoe tal, que si la valoramos en la décima parte del anterior, resultará:

Ázoe procedente de las personas por año.....	2463750 kilogramos.
Ázoe procedente de los demás usos.....	246375 »
	<hr/>
Suma.....	2710125 kilogramos.

Considerando el problema en general, 2 kilogramos de ázoe producen 500 kilogramos de paja y grano de trigo, ó su equivalente en otra materia vegetal cualquiera; por consiguiente, los 2710125 kilogramos de ázoe que resultan arriba deberán producir: $2:500 :: 2710125:406518750$ kilogramos de paja y trigo. Admitiendo como término medio que una hectárea produce en regular cultivo 20 hectólitros de trigo de un peso medio de 80 kilogramos, que hacen $20 \times 80 = 1600$ kilogramos, y que el peso de la paja sea el doble del grano, resultará que la materia vegetal producida por una hectárea pesará en trigo y paja $1600 + 1600 \times 2 = 1600 + 3200 = 4800$ kilogramos ó su equivalente en otra. Dividiendo, pues, los 406518750 kilogramos de paja y trigo que hemos hallado antes por 4800, resultará que con el ázoe que suponemos que sale por las alcantarillas de Madrid podrian cultivarse 84691 hectáreas de tierra segun estos datos.

Si examinamos minuciosamente los resultados de algunos de los ensayos hechos y citados anteriormente acerca

de los gastos de instalacion y explotacion de este sistema por hectárea, se puede formar la siguiente:

TABLA de los gastos de instalacion y explotacion anual (incluyendo en esta última cifra el diez por ciento del capital de instalacion) en varias explotaciones por hectárea.

	INSTALACION.	EXPLORACION.
	REALES.	REALES.
Myer Mill.....	753,35	133,57
Wilmont.....	4985,60	475,00
Canning-Park.....	997,50	137,34
Havey.....	1102,00	311,16
Voujours.....	1972,20	380,00
Rugby.....	1497,20	240,50
Bris Bangy.....	991,80	»
SUMAS.....	12299,65	1677,57
Término medio.....	1757,09	279,595

Resulta, pues, como término medio para gastos de instalacion 1757,09 rs. vn. por hectárea y para gastos anuales de explotacion 279,59 rs. vn. incluyendo en esta cantidad el diez por ciento del capital anterior. Compréndese bien que estas dos cifras podrán elevarse más ó menos segun la distancia adonde se hayan de conducir los líquidos y las dificultades con que se tropiece en el camino.

Yo no conozco bien la agricultura de Castilla, é ignoro por consiguiente lo que se gasta en esta comarca en abonar una hectárea de tierra, por lo tanto tengo que recurrir á tomar estos datos de la Agricultura catalana.

En Cataluña se abona ó con guano del Perú, ó con estiércol de cuadra, ó con materias fecales humanas ó con

hormigueros y estiércol. El coste de la cantidad gastada de cada una de estas materias, por hectárea, es el siguiente:

1.º	9 quintales de guano del Perú á 60 rs. (sin los portes)...	540 rs. vn.
2.º	9 botas de materias fecales humanas á 70 rs. vn. siempre que la distancia del porte no pase de una legua...	630 » »
3.º	28 carros de estiércol de cuadra tirados por tres caballerías, á 60 rs. uno (siempre que la distancia no pase de una legua).....	1680 rs. vn.
	Y como este abono sirve para tres años resulta anualmente.....	560 » »
4.º	900 hormigueros á un real uno....	900 rs. vn.
	14 carros de estiércol á 60 rs.....	840 » »
	SUMA.....	1740 rs.
	Como este abono sirve para tres años resulta anualmente.....	580 » »

Vemos, pues, que en Cataluña, abonando con guano del Perú, se gastan 540 rs. vn. anuales por hectárea; con materias fecales humanas, 630 rs. vn.; con estiércol de cuadra, 560 rs. vn.; con hormigueros, 580 rs. vn.: término medio de todo, 560 rs. vn. anuales. A esta cantidad habria que añadir el valor del agua de riego que suponiendo el tipo mas barato que yo conozco en España, será de cuatro duros por hectárea, lo cual da 640 rs. vn. por hectárea y por año. Entre esta cantidad y la de 279,59 rs. vn. que ha resultado como término medio en las explotaciones extranjeras, hay una diferencia de 360 rs. vn. por hectárea, que es la que deberá repartirse como ganancia líquida entre el Municipio que cede las aguas, la Sociedad explotadora (si es que no lo hace el mismo Municipio) y el particular que las utiliza.

Si con estos datos consigo fijar la atención del Excelentísimo Ayuntamiento de Madrid, de cuya Villa soy natural, quedarán satisfechos todos mis deseos y aspiraciones; así como los de los Sres. Comisarios y facultativos del ramo de Fontanería y Alcantarillas.

Barcelona 17 de Abril de 1874.

LUIS JUSTO Y VILLANUEVA.



1039754

