

DISCURSO

LEIDO ANTE

la Real Academia de ciencias exactas, físicas y naturales.

EN LA RECEPCION PÚBLICA DEL

SR. D. JOSÉ MORER.

SEÑORES:

No debo á mis merecimientos, que ningunos tengo, la alta honra que esta ilustre Corporacion me dispensa admitiéndome en su seno; sin la íntima amistad que á muchos de sus individuos me une hace ya tiempo, y la suma benevolencia de los demás, no ocuparia hoy un puesto donde han brillado los hombres mas eminentes que cultivan las ciencias en nuestra patria.

No he de encareceros mi profundo agradecimiento por distincion tan señalada como inmerecida, ni mi ardiente deseo de compartir, en la medida de mis escasas fuerzas, las útiles tareas de esta Academia, que bien pronto mis actos han de acreditarlo; pero tengo que hacerlos una súplica.

Cumplo hoy uno de mis nuevos y sagrados deberes, presentándoos un breve cuadro de lo que fueron las distribuciones de agua en la antigüedad; y yo os ruego que, al prestarme vuestra atencion, tengais presente que para reemplazar al sábio profesor y eminente astrónomo cuya prematura muerte lloran los amantes todos de las ciencias, y muy particularmente esta Academia, que ha perdido en D. Eduardo Novella uno de sus mas esclarecidos miembros, haber escogido un oscuro Ingeniero, sin otras dotes que su buen deseo, y mucho mas habituado al estudio de las construcciones que al de las árduas y profundas cuestiones científicas que en este recinto se debaten. Solo así podreis excusar la falta de interés de mi trabajo y la rudeza de su forma; y solo así espero que la Academia y el ilustrado auditorio que se ha dignado concurrir á este acto, ha de otorgarme toda la indulgencia que necesito: con ella cuento para llevar á cabo mi difícil tarea.

Si la historia no nos refiriere los gigantescos esfuerzos de los antiguos pueblos para llevar á sus muros el agua, tan indispensable á la vida y el bienestar del hombre como el aire que respira y la luz que le vivifica, las grandes obras hidráulicas que de las pasadas generaciones, cual noble herencia, hemos recibido, y las ruinas de las que no pudieron sobrevivir al estrago de las sangrientas luchas que en la sucesion de los siglos forman la historia de la humanidad, bastarian para demostrar la importancia que en todas las épocas, y en todos los países, y en todas las civilizaciones, y siempre, se ha dado al uso y aprovechamiento de las aguas.

Por eso en el Egipto se emprendian hace mas de tres mil quinientos años colosales obras de riego para fecundizar aquel árido y abrasado suelo; y en la China, dos siglos antes de nuestra era, se abrian dilatados canales de navegacion para enlazar las apartadas provincias del Imperio. Por eso se unió el Eufrates al Tigris, y se construyeron los acueductos de la Palestina, Egipto, la Grecia, Méjico y el Perú, y mas modernamente introducian los árabes sus sistemas de riego y de cultivo en nuestras provincias de Levante y Mediodia.

Ninguna nacion, sin embargo, excedió ni aun igualó al pueblo romano en el arte de utilizar las aguas, y sobre todo en el de llevarlas y distribuirlas á las grandes ciudades. Los acueductos que el poderoso génio de aquel

pueblo levantó en toda Europa y en una gran parte del Africa y del Asia, han sido la admiracion de los pasados tiempos; y sus ruinas asombran hoy al siglo XIX, que con sus portentosas invenciones, su vastísima ilustracion y sus inmensos recursos, no ha eclipsado aun la grandiosidad, la belleza y el atrevimiento de las construcciones de Augusto y de Trajano.

Roma, centro y capital del Imperio, contó hasta catorce acueductos distintos para su abastecimiento; y las dificultades que en su edificacion fué preciso vencer, los grandes volúmenes de agua que conducian á la ciudad, y el órden admirable y perfecta regularidad con que la distribuian en el interior, hicieron que Plinio el naturalista los tuviese por la primera maravilla del universo.

Yo voy á bosquejar lijeramente la historia del servicio hidráulico de la antigua Roma; á examinar con el criterio científico del siglo XIX la solucion que los arquitectos romanos dieron á las principales cuestiones de la conduccion y distribucion de las aguas, y á comparar estas soluciones con las que la ciencia moderna ha desarrollado en nuestros dias.

Situada á orillas del Tiber, no lejos de su confluencia con el Anio ó Teverona, y descansando en las últimas colinas que separan ambos rios, Roma no usó en los cuatro primeros siglos de su fundacion mas agua que la del Tiber, ó la de los pozos abiertos en sus márgenes. En el año 441 Apio Claudio *el Ciego*, que unió su nombre á todo lo grande y útil que hizo la Roma de los Cónsules, colocó la primera piedra del soberbio monumento hidráulico de la Ciudad Eterna, construyendo un pequeño manantial que brotaba á 16 kilómetros de la poblacion.

No habian trascurrido cuarenta años, y ya otros Censores, imitando tan útil ejemplo, derivaron las aguas del rio Anio, tomándolas poco antes de su desembocadura en el Tiber, y las condujeron á la Trigémína por un acueducto mucho mas importante que el primero, y sostenido sobre arcadas en una extension de medio kilómetro.

Ciento veintisiete años mas adelante, el Pretor Marcio Rex, horadando cerros y salvando valles, lleva al Capitolio las aguas de los montes Pelignos, las mas puras del universo segun Plinio, y construye un acueducto que diez y ocho siglos despues utilizaran los habitantes de Roma para conducir el agua *Felice*, que actualmente surte á la ciudad.

Trascurren diez y nueve años mas, y en el de 627 otro nuevo acueducto se añade á los antiguos, y lleva el agua *Tépula*, aprovechando las arcadas del agua *Marcia*, sobre las que se levanta un segundo órden de pilares para sostener el nivel mas elevado de la nueva conduccion; y finalmente, al lanzar la república su postrer aliento, y como última manifestacion de su gloriosísima existencia, se construye el acueducto del agua *Julia*, colocando un tercer órden de arcadas sobre las de los dos acueductos mas modernos.

Con el Imperio empieza la gran importancia de Roma como ciudad monumental.

Terminadas las guerras civiles que en sangre romana habian ahogado la república, toda la energia y actividad del pueblo se consagró á mejorar y embellecer la poblacion. En el confuso laberinto de calles tortuosas y de casas sin alineacion que cubrian las siete colinas en que descansa la ciudad, Augusto trazó su division en catorce regiones ó barrios distintos, para organizar la administracion y policia municipal; abrió nuevas y mas anchas vias; levantó suntuosos edificios; reemplazó los groseros é informes materiales con que la república habia construido sus mas gloriosos monumentos, por el mármol, el pórfido, el bronce y los metales preciosos; y este movimiento de regeneracion, continuado por los sucesores de Augusto, hizo de Roma la primera ciudad del universo, dándole en tiempo de Aureliano una extension ochenta veces mayor que la primitiva, y llevando el muro de recinto á la posición que actualmente ocupa.

Las obras hidráulicas participaron tambien de la reforma y engrandecimiento de la ciudad. Agripa, no contento con dar á Roma el *Panteon* que lleva su nombre y al Im-

perío el puerto *Julio*, cuyos restos desaparecieron en el terremoto del año 1538, restanra los antiguos acueductos, levanta otros nuevos que llevan á la poblacion las aguas *Virgen*, *Alsetina* y *Augusta*, y construye en el interior quinientas fuentes y setecientos estanques, adornados con molduras y estatuas de mármol y de bronce. El emperador *Caligula* pone los fundamentos de otros dos nuevos acueductos, que termina su sucesor *Claudio*; y tanta es la grandiosidad y hermosura de la obra de aquellos dos monstruos de iniquidad y demencia, que cuatro siglos mas tarde el poeta *Rutilio*, á la vista de sus majestuosas arcadas, compara el poder del génie romano al de los gigantes que intentaron escalar el firmamento.

Nerva completa la obra de sus predecesores, confiando la administracion de las aguas de Roma á *Sexto Julio Frontino*, uno de los hombres mas eminentes de su tiempo, y el mas á propósito tal vez para desempeñar tan difícil cargo. Este celoso é inteligente administrador, que habia sido Pretor de la ciudad, Cónsul tres veces, jefe de las legiones de la Gran Bretaña, y autor de un libro sobre las estratagemas de la guerra, y de un pequeño tratado de agricultura, despues de estudiar minuciosamente los servicios cometidos á su cuidado, escribió una obra titulada *Comentarios de los acueductos de Roma*, en la que indica el origen de cada uno de ellos, su longitud, la cantidad de agua que llevaba á la ciudad, y la manera con que ella se repartia; el nombre de los fundadores, el producto de la venta de las aguas, y por último, las leyes, reglamentos y *senatus-consultus* promulgados para la policia y conservacion de las obras. Gracias á este importante y curioso trabajo, tenemos en el día una idea completa y exacta del servicio hidráulico de Roma á fines del siglo I de nuestra era, y de él he tomado las noticias que anteceden, y algunas de las que expondré mas adelante.

La muerte de *Frontino*, acaecida el primer año del siglo II, nos privó del conocimiento exacto y detallado de las obras que los sucesores de *Nerva* emprendieron para engrandecer el abastecimiento de la capital: la historia, sin embargo, refiere que los emperadores *Trajano*, *Antonino*, *Septimio Severo* y *Alejandro Severo* aumentaron el número de los acueductos, y que en tiempo de *Justiniano*, es decir, á principios del siglo VI, se contaban 815 baños públicos y particulares, 1352 estanques y depósitos, 15 ninfas, 6 naumaquias y 14 grandes termas.

Los acueductos vertian el agua en dos clases de depósitos. Los unos, llamados *Castella limaria*, corresponden á nuestros modernos depósitos de sedimentacion. Su objeto era clarificar el agua por el reposo, separando las arenas y la mayor parte de la arcilla que en los acueductos arrastraba y llevaba en suspension. Seis de los nueve que habia en Roma en tiempo de *Frontino*, llevaban el agua á estos depósitos: el agua *Virgen* y el agua *Apia* no lo necesitaban por su inalterable transparencia y pureza; el agua *Alsetina*, siempre turbia, se dedicaba, sin clarificar, al riego y á las naumaquias.

Los otros depósitos, llamados *Castella divisoria*, no se conocen en nuestras modernas distribuciones. Los romanos dividian el agua conducida por los acueductos, excepto la de aquellos que consagraban á un uso exclusivo, en tres partes: una destinada al servicio de las concesiones particulares, otra al de los baños, y la tercera al de las fuentes y lavaderos públicos. *Vitrúvio*, en su tratado de arquitectura, enseña la manera de hacer esta division. Para ello se construía en el extremo final del acueducto un pequeño registro ó partidior, desde cuyo fondo, tres tubos conducian el agua á tres depósitos (ó tres compartimientos de un solo depósito) dispuestos de tal modo, que el del centro, destinado al servicio de las fuentes públicas y de los lavaderos, recibiese el agua sobrante de los otros dos. Desde estos depósitos partian las cañerías de barro cocido ó de plomo empleadas en la distribucion, y ramificandose por las calles servian separadamente y con entera independencia, unas las casas y palacios ocupados por la parte rica de la poblacion, otras las termas y baños públicos, y las últimas los lavaderos y las fuentes, á donde la inmensa mayoría del pueblo tomaba el agua necesi-

ria para los usos domésticos. A estas cañerías hay que agregar las que, arrancando de los acueductos destinados á un uso especial y del pylon de las fuentes monumentales, surtian los circos, los anfiteatros, las naumaquias y cloacas.

Tal era el conjunto de las obras que la antigua Roma habia creado para el servicio de las aguas. De su importancia y magnitud puede juzgarse por los números que nos ha trasmitido la historia.

Al principiar el reinado de *Trajano*, la longitud total de los nueve acueductos era de 418 kilómetros: de estos, 364 estaban construidos bajo la superficie del suelo; 4 $\frac{1}{2}$ sobre muros, y cerca de 49 sobre arcadas, que llegaban hasta 33 metros de altura.

El volúmen de agua que conducian á la ciudad era enorme. *Frontino* midió cuidadosamente el caudal de todos los acueductos, tanto en su origen como á su llegada á la poblacion, y encontró para la suma la cifra de 24.805 quinarios. El quinario era la unidad ó marco de los fontaneros romanos, y representaba el caudal que sale por un orificio circular de $\frac{5}{8}$ de dedo de diámetro, con una carga de 15 dedos sobre el centro. En nuestras modernas medidas equivale muy próximamente á 60 metros cúbicos por día; así, la cantidad de agua que los nueve acueductos llevaban diariamente á Roma era de un millon cuatrocientos ochenta y ocho mil trescientos metros cúbicos.

No ha habido poblacion en el mundo, ni la hay en el día, que disponga de un volúmen de agua que á este pueda compararse. *Londres*, la mayor ciudad de Europa, solo cuenta con la octava parte de aquella cifra; *París* hace un año apenas llegaba al décimo, y cuando termine las obras que ha emprendido recientemente y las que proyecta para atender á las necesidades del porvenir, no habrá reunido ni aun la quinta parte del agua que Roma consumia en el siglo I de nuestra era.

Se ignora en cuánto se aumentó el volúmen de 1.488.300 metros por la construccion de los cinco acueductos que desde el principio del siglo II al IV se añadieron á los nueve existentes: los sucesores de *Frontino* en la administracion de las aguas no imitaron su ejemplo, ó al menos no ha llegado á nuestra época noticia alguna de sus trabajos: solo se sabe que los catorce acueductos surtian las 46.000 casas de enormes dimensiones, completamente aisladas entre sí, formando cada una lo que en el día se llama una isla ó manzana, que contenian la gran masa de los habitantes de Roma; 1.700 palacios ó casas inoumentales, habitacion de los ciudadanos opulentos; 936 baños públicos, 3 teatros, 3 anfiteatros, y circos y 5 naumaquias.

Ni la traslacion de la córte á Constantinopla, ni las primeras invasiones de los bárbaros, tuvieron influencia alguna en el servicio hidráulico de Roma: los acueductos continuaron llevando á los habitantes el inapreciable beneficio de sus abundantes y cristalinas aguas como en los tiempos en que la Ciudad Eterna era la reina y señora del universo.

Los visigodos, los vándalos, los suevos y los hérulos, pillaron y saquearon á los aterrados habitantes de la ciudad destronada de cuanto en ella se encerraba de algun valor, haciéndoles sufrir la justa expiacion de los innumerables despojos que en pasados tiempos habian ellos cometido, y preludiando los que en tiempos venideros habian de llevar á cabo los ejércitos de la civilizada Europa: pero con mas veneracion que estos últimos á las supremas manifestaciones del arte, los bárbaros respetaron al menos la mayor parte de los grandes monumentos que habian hecho de Roma la maravilla del mundo.

Cuando en el año 476 *Odoacro* se proclamó rey de Roma, y esta habia ya sido saqueada por *Alarico*, por *Genserico* y por *Ricimer*, quedaban intactos y sin la menor traza del fuego ni del hacha de los bárbaros el foro romano, el de César, el de Augusto, el de *Nerva* y el de *Trajano*; los edificios sagrados del Capitolio; las Basílicas *Julia*, *Ulpia*, y la de *Constantino*; la mayor parte de los templos, los teatros, anfiteatros, y las naumaquias de *Augusto* y de *Adriano*. Las líneas monumentales de los acue-

ductos no presentan la menor solución de continuidad, y las termas de Caracalla, de Diocleciano y de Constantino recibían el agua con la misma abundancia que antes de la primera invasión.

Era imposible, sin embargo, que el continuado y tremendo embestir de aquellos pueblos bárbaros, que cual hambrientos chacales acudían á devorar el cadáver del imperio Romano, quedasen eternamente en pie obras de tal importancia para la población, que daban fácil medio á los invasores de ponerla á su merced y discreción, y así sucedió en efecto; porque cuando en el siglo VI Wisigis, al frente de 150 000 ostrogodos, puso sitio á Roma, que los bizantinos defendían dirigidos por Belisario, cortó los catorce acueductos que surtían á la ciudad, pensando así, no solo privarla del agua, sino impedir la fabricación de la harina, que los romanos habían establecido por medio de molinos movidos por el agua de los acueductos. Y aun cuando esta medida no produjo el resultado que esperaba el jefe godo, porque el pueblo bebió las aguas del Tiber, y Belisario trasladó los molinos al río, dándoles movimiento por medio de ruedas que, suspendidas entre dos barcas, giraban á impulso de la corriente, quedó por primera vez interrumpido el servicio hidráulico de la ciudad, y los acueductos no fueron reparados, acabándose de arruinar en las invasiones y guerras sucesivas de los godos, los lombardos y los francos.

Entonces el pueblo, como en los primeros tiempos de la fundación de Roma, no usó mas agua que la del Tiber durante dos siglos y medio. En el año 784 el Papa Adriano I restauró cuatro de los acueductos arruinados; y 75 años despues, Nicolás I restableció el de Trajano, trabajo inútil, porque las invasiones continuas de los alemanes y normandos, y las discordias civiles de la edad media, no dejaron en pie obra alguna de abastecimiento de aguas, hasta que á fines del siglo XVI, y bajo los pontificados de Pio VI y Pio V, se reedificó el antiguo acueducto del agua *Virgen*, y bajo Sisto V se levantó el magnífico monumento del agua *Marcia*, llamado hoy del agua *Felice* á causa del nombre de aquel ilustre soberano. Por último, Pablo V completó el nuevo abastecimiento de Roma en el siglo XVII, derivando algunos manantiales y las aguas del lago Bracciano por un nuevo acueducto que tomó y conserva aun el nombre de agua *Paola*.

Estos tres acueductos son los que hoy existen y llevan diariamente á la ciudad 108.000 metros cúbicos, cantidad exigua comparada con la que Roma disfrutaba en tiempo de los emperadores, pero aun así, muy superior á las necesidades de la actual población, y á la que consumen las mayores capitales modernas.

Tal es, bosquejada á grandes rasgos, la historia del abastecimiento de aguas de la ciudad de Roma. En ella se encuentran acumulados todo el génio y todos los conocimientos hidráulicos de la antigüedad; y yo voy á examinar su valor científico despues de quince siglos de progreso.

El estudio de abastecimiento de agua de las poblaciones puede reducirse al de cuatro puntos principales, que dominan y comprenden toda la cuestión, á saber: calidad y cantidad de las aguas, sistema de conducción y de distribución de las mismas. ¿Cuál es la solución que á cada uno de ellos se daba en los primeros siglos de la era cristiana? Voy á presentarlas sucesivamente.

Los romanos utilizaban todas las aguas para el surtido de las poblaciones. Manantiales, arroyos, ríos, lagos, todo pagaba su tributo, y servía así á la capital del imperio como á las poblaciones que en Europa, en Africa y en Asia de él formaban parte; y si no aprovechaban, como los modernos, las aguas artesianas, era porque desconocían su teoría, y el arte de abrirles paso al través de las rocas que las cubren. Pero sabían muy bien, sin embargo, como sabemos hoy, que no todas las aguas son igualmente propias para la bebida y demás aplicaciones urbanas; y á pesar de que carecían de toda noción relativa á la composición atómica de los cuerpos, con un sentido práctico maravilloso y tacto médico exquisito, hicieron una

clasificación de las aguas potables que apenas puede alterarse en el siglo XIX.

Celso, que escribía en tiempo de Tiberio, dice en su *tratado de medicina*, que las aguas de lluvia son las mas ligeras que se beben, y coloca á continuación y sucesivamente las de los manantiales, los ríos, los pozos, y las de nieve y hielo, terminando por las de los lagos, que dicen ser mas pesadas, y pesadísimas y peores que todas las de los pantanos (1).

¿Es este el orden en que la ciencia moderna coloca las aguas potables y las escoje para llevarlas á las poblaciones? Cuestión es esta que no ha recibido completa y definitiva solución, á pesar de los extraordinarios adelantos que la higiene, la fisiología, y especialmente la química, han hecho en los últimos tiempos. No se conoce suficientemente la acción que las materias extrañas, que en disolución llevan todas las aguas, ejercen sobre el organismo humano; y no es unánime, y mucho menos sobre este punto, el parecer de los fisiólogos é higienistas.

Mas si la teoría no ha podido aun dar una solución directa y *a priori* de tan vital é importante cuestión, la observación y la experiencia de lo que durante siglos tiene lugar en las principales ciudades de Europa, permite, en mi concepto, suplir esta falta y establecer principios y deducciones que sirvan de segura guía en el difícil problema de la distribución de las aguas: que la satisfacción de las necesidades del hombre, ni admite siempre dilación, ni puede aguardar á que la ciencia haya encontrado la expresión matemática de la solución, de un valor inestimable siempre como expresión exacta de la verdad, pero tardía en muchas ocasiones é inaplicable en algunas otras.

Sabido es que todas las sustancias que contienen las aguas potables pueden clasificarse en tres grupos distintos: gases, materias fijas y sustancias orgánicas.

Los gases, que en proporción notable contienen las aguas, son los que entran en la composición del aire: es decir, el oxígeno, el nitrógeno y el ácido carbónico. Y en esta parte hay completa conformidad entre los hombres de la ciencia: el aire, segun ellos, es un elemento esencial de las aguas; las hace agradables al paladar y de fácil digestión; y tambien están acordes en que esta doble y benéfica influencia se debe muy principalmente al oxígeno y despues al ácido carbónico.

Léjos de mi la idea de combatir una opinion que cuenta con la autoridad de los primeros nombres de la ciencia de Hipócrates y Galeno: talento, instrucción y experiencia me faltan para semejante empresa; pero si creo que los hechos demuestran con irresistible evidencia, que ó no es tan absoluta como se supone la exactitud de aquel principio, ó no tiene importancia práctica ninguna.

Hay un gran número de poblaciones que beben el agua casi completamente privada de aire. La mayor parte de las que se surten de aguas de filtración, de pozos ordinarios y de pozos artesianos se hallan en este caso; y entre los numerosos ejemplos que pudiera citar, indicaré uno tan solo que es de todos vosotros conocido.

En el año 1833 se emprendió en París la perforación de un pozo artesiano, que por la localidad en que está situado tomó el nombre de *pozo de Grenelle*. Al cabo de ocho años de trabajo subió el agua á la superficie del suelo, pero las obras no quedaron completamente terminadas hasta el de 1852, desde cuya época se están distribuyendo y usándose en varias calles y algunos edificios públicos, entre ellos el hospital *des Enfants* y el de *Necker*. El análisis de las aguas ha hecho ver que apenas contienen algunos átomos de oxígeno, hallándose, por el contrario, fuertemente cargadas de nitrógeno; y sin embargo, ni en las casas particulares ni en los hospitales se ha observado inconveniente alguno ni alteración de ninguna especie en la salud de los habitantes por beber un agua privada de aire atmosférico; y lo mismo sucede en otras muchas lo-

(1) Aqua levissima pluvialis est: deinde fontana: tum ex flumine: tum ex puteo: post hæc ex nive, aut glacie: gravior his, ex lacu: gravissima, ex paluda.

calidades donde desde tiempo inmemorial se usan aguas no aireadas, ó que carecen totalmente de oxígeno en disolución.

Yo sé que los que defienden la necesidad del aire en las aguas potables dirán, que aun cuando estas no lo contengan en el punto y en el momento en que se toman, no pueden llegar al contacto con la atmósfera sin disolver todo el que permite su temperatura; y que es tal la *avidéz* del agua por el aire, que le bastan muy pocos instantes para saturarse y convertirse en lo que vulgarmente se llaman *aguas aireadas*, de modo que en definitiva se beben siempre en las poblaciones aguas de esta clase, cualquiera que sea su procedencia. Mas si esto es así, y si, como lo demuestran los experimentos de Mr. Boussingault, es infinitamente mas difícil obtener un agua sin aire que airear la que naturalmente carece de él, hasta el punto de que en el laboratorio, y á pesar de las operaciones mas minuciosas para impedirlo, la disolución del aire y la saturación del agua se verifica con suma rapidez; si esto es así, repito, ¿qué importancia práctica puede tener el principio de la influencia del aire en la calidad de las aguas para el surtido de las poblaciones? Ninguna, seguramente, porque desde el sitio y el instante en que se toman hasta aquel en que se consumen, hay espacio y tiempo sobrado para que las aguas adquieran todo el aire que necesitan, si es que de él carecen en su origen.

No es tan unánime el parecer de los médicos acerca de la influencia que las materias fijas ejercen en la economía animal, pues mientras unos, y especialmente los ingleses, gradúan la bondad de las aguas potables en razon de su pureza, otros sostienen que deben contener materias extrañas á su composición atómica, y especialmente carbonato de cal y cloruro de sódio.

Interin se discute la cuestion, y llegan los maestros de la ciencia á ponerse de acuerdo sobre tan importante asunto, séame permitido observar que las aguas que se están bebiendo de tiempo inmemorial en todo el mundo, ofrecen tan enormes diferencias de composicion, que en ellas se encuentran desde el agua destilada hasta las aguas gordas, imputables para todo el que no haya vivido largo tiempo en la localidad. El procedimiento ideado en Inglaterra por el Doctor Clark, y perfeccionado y generalizado en Francia por los Sres. Bontron y Boudet, permite apreciar la cantidad total de sales calizas y de magnesia que contienen las aguas, expresándola en grados de una escala hidrotimétrica en la que el agua destilada marca 0 grados, y las buenas potables pasan de 25.

Pues bien, mientras en algunas localidades, como en el Ardeche y el Puy-de-Dome en Francia, las aguas señalan 2, 1, y hasta medio grado, y en Madrid las del Lozoya marcan 2 1/2 solamente; es decir, mientras en estas localidades se usan aguas que apenas difieren del agua destilada, en otras, el hidrotimetro acusa 60, 80, 100 y mas grados de impureza. En nuestras provincias del Mediodia las aguas contienen cantidades enormes de sales calizas. Una de las fuentes de la ciudad de Málaga que he tenido ocasion de examinar recientemente, señala 72 grados; y en Francia las de Marsella llegan hasta 138°, y las de Versailles á 160.

¿No se puede deducir de estas observaciones, que si las aguas que contienen fuertes dosis de materias extrañas no son tan agradables al paladar como las que se aproximan al estado de pureza, son por lo menos completamente inofensivas para la salud de las poblaciones? ¿No ha habido ocasion y tiempo sobrado para que, en caso contrario, su accion se manifestase y pudiera determinarse con precision, ó al menos señalarse?

Otro tanto puedo decir, y por las mismas razones, de la influencia de las materias orgánicas, y eso que sobre este punto es unánime la opinion de todos los facultativos. El agua es tanto menos propia para la bebida, cuanto mayor es la cantidad de materias orgánicas que contiene.

Es cierto que la inestabilidad de estas sustancias produce su descomposicion y convierte el agua mas pura en una bebida infecta y del todo inadmisibile: mas tambien lo es que mientras la descomposicion no se verifica, no puede

ser tan nociva como se supone la presencia de las materias orgánicas. ¿Cómo, si no, se concibe que muchas poblaciones beban impunemente aguas que recubren en pocos dias de una gruesa capa vegetal los pilones y esculturas de las fuentes; que no pueden conservarse mucho tiempo sin alteracion en las habitaciones; y que en ciertas épocas del año adquieren un sabor herbáceo muy pronunciado, que demuestra claramente su naturaleza y procedencia?

Por no dar mayores proporciones á esta digresion, ya demasiado extensa, no citaré mas que un solo ejemplo, pero notable por la intensidad del fenómeno, y por ser casi universalmente conocido.

Desde principios de este siglo hasta el año actual, mas de la mitad del agua que consume la poblacion de Paris procede del canal de navegacion llamado *Canal de Ourcq*, por ser este rio el que principalmente sirve para su alimentacion. Las clases pobres y una parte de las acomodadas no beben otra agua, porque es la que la municipalidad da gratuitamente en las fuentes de vecindad, y porque cuesta la mitad que las demás á los que la reciben en el interior de sus casas. Los extranjeros tambien la bebemos, porque en las fondas y cafés generalmente no usan otra, si bien tienen la precaucion de filtrarla, para quitarle la tierra y demás sustancias que siempre lleva en suspension. Su mala calidad es casi proverbial; difícilmente se encuentran aguas menos gratas; y personas hay que sufren en los primeros dias que las beben, una muy sensible perturbacion en las funciones digestivas. En su mayor parte todos estos fenómenos son debidos á la excesiva cantidad de materias orgánicas que en disolucion contienen. Seria preciso compararlas con las que hace veinte ó treinta años distribuian algunas compañías de Londres, tomándolas del punto en que desagaban en el Támesis las principales alcantarillas, para encontrar aguas mas cargadas de sustancias procedentes del reino animal y vegetal. Y á pesar de esto, ¿qué ha podido observar la ciencia en el dilatado periodo de mas de medio siglo? ¿Qué accidentes ni endémicos ni epidémicos han podido atribuirse fundadamente al uso de estas aguas?

Preciso es conocer que el organismo humano, dotado, por decirlo así, de cierta flexibilidad, se acomoda á las condiciones químicas de las aguas; y esto entre límites tan extensos, que puede utilizar higiénicamente como potables casi todas las que se conocen con el nombre de *aguas dulces*.

Mas si la bebida no es una aplicacion que permite clasificar las aguas de una manera precisa y rigorosa sin dejar campo alguno á la discusion, hay otras en cambio, que definen y determinan sin la menor duda ni vacilacion los caracteres que debe presentar el agua para el servicio de las poblaciones. Me refiero á la mayor parte de los usos domésticos y á los industriales.

Las aguas cargadas de materias extrañas consumen inútilmente una gran cantidad de combustible, porque llegan con suma lentitud á la temperatura de la ebullicion; no cuecen bien las legumbres, ni son propias para la preparacion de los alimentos; impiden, ó al menos retardan la formacion de la aroma del té y del café, inutilizando una buena parte de estas sustancias; cortan el jabon, ocasionando pérdidas importantes, que en algunas localidades se elevan á varios millones todos los años; dan lugar á la formacion de concreciones en los generadores de vapor; no avivan suficientemente los colores en las tintorerias; dificultan y encarecen la fabricacion del papel; revisten los acueductos y cañerías de sedimentos y concreciones que se endurecen hasta tomar la consistencia de las piedras mas resistentes, menguando la capacidad de los acueductos; incrustan los tejidos vegetales, disminuyendo y aun anulando su permeabilidad, hasta llegar á impedir en ocasiones la nutricion de las plantas; y en una palabra, son un obstáculo perenne para todas las aplicaciones y usos en que entran como agente químico ó mecánico.

Para todos ellos el agua es tanto mas propia y conveniente cuanto mayor es su pureza; y como entonces es tambien mas agradable como bebida, creo que en el día

puede establecerse su clasificación, dando la preferencia á las que en igualdad de condiciones tengan menos cantidades de materias ajenas á su composición atómica.

(Se concluirá.)

PARTE OFICIAL.

15 de Julio. Ley autorizando al Gobierno para otorgar en pública subasta y sin subvención alguna del Estado la concesión de un ferrocarril que, partiendo del punto mas conveniente de la línea general de Andalucía, en las inmediaciones de Mengibar, pase por Jaén, Alcaudete y Alcalá la Real, terminando en Granada, sin empalme previo en otra línea.

Idem á la Sociedad especial minera *La Carbonera española*, de un ferrocarril por un sistema económico, que, partiendo de Manresa, en el de Zaragoza á Barcelona, termine en Guardiola por la cuenca carbonífera de Berga.

Idem al Gobierno para otorgar en pública subasta la concesión de un ferrocarril que, partiendo del de Zaragoza á Barcelona, en la estación de Selgua, termine en Barbastro.

Idem del de Zaragoza á Escatron en Val de Zafán, terminando en Utrillas, y atravesando la cuenca carbonífera de Gargallo y Andorra.

Idem del que, partiendo de Osuna y pasando por Agnadulce y Estepa, empalme en Casariche con la línea de Córdoba á Málaga.

Idem del que, partiendo de Jerez de la Frontera, termine en el puerto de Bonanza, pasando por Sanlúcar de Barrameda.

21 de Julio. Ley autorizando al Gobierno para otorgar sin subvención alguna del Estado, y cumplidos que sean los requisitos legales, á D. Domingo Gallego y compañía la concesión de un ferrocarril que, partiendo de Alicante y pasando por Elche, se acerque cuanto sea posible á Crevillente, siguiendo entre Catral y Dolores á Callosa y Orihuela, para dirigirse á empalmar con la línea de Albacete á Cartagena en el punto mas conveniente, con dos ramales: el uno de Elche, que empalmará con la línea del Mediodía en Novelda, y el otro á las salinas del Estado en Torrevecija.

SUBASTAS.

9 de Agosto. De las obras de la travesía de Calamocha en la carretera de segundo orden de Zaragoza á Teruel. Presupuesto 6.738 escudos 331 milésimas.

Idem. Del arriendo del portazgo de Cuesta de San Marcos, situado en la carretera de Villacastín á Vigo, por tiempo de tres años y cantidad de 770 escudos en cada uno.

23 de Agosto. De las obras necesarias para el paso del río Azuel, en la carretera de primer orden de Puerto-Lápiche á Ciudad-Real. Presupuesto 11.488 escudos 248 milésimas.

Idem. De las obras de los trozos 4.º y 5.º de la carretera de segundo orden de Silla á Alicante, comprendidos entre la plaza de Villajoyosa y Altea. Presupuesto 221.306 escudos 246 milésimas.

NOTICIAS VARIAS.

Por Real orden de 15 de Julio último se ha dispuesto que, en atención á las dificultades materiales que, señaladamente por razon del local, se oponen en la actualidad al planteamiento de la facultad de ciencias, en consonancia con lo dispuesto por los Reales decretos de 24 de Octubre del año último, se verifique el ingreso para el próximo año académico en las Escuelas de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, de Minas, de Montes é Industriales, con sujeción á las disposiciones que ántes regian.

* *

El Ingeniero D. José Bellon, Jefe que era de la provincia de Baleares, ha sido trasladado con igual cargo á la de Soria, reemplazándole en aquella el Ingeniero D. Eduardo O'Kelly, que desempeñaba la Jefatura de esta última.

* *

El Ingeniero 2.º D. Laureano Gomez Santa María, que servía en la provincia de Ciudad-Real, ha sido trasladado á la de Logroño.

Por las noticias y artículos no firmados,

F. GONZALEZ.

SUMARIO.

Las Obras públicas de España en la Exposición de París.—Electricidad y magnetismo. Resultados experimentales y teorías diversas, por Don José Echegaray. (Continuación).—Comentarios al pliego de condiciones generales, por el Ingeniero Jefe D. Mauricio Garran, por B.—Discurso leído ante la Real Academia de ciencias exactas, físicas y naturales, en la recepción pública del Sr. D. José Morer.—Parte oficial.—Noticias varias.

ANUNCIO.

COMENTARIOS

AL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES PARA LAS CONTRATAS DE OBRAS PÚBLICAS,

aprobado por Real decreto de 10 de Julio de 1861,

por el Ingeniero Jefe

D. MAURICIO GARRAN.

Se halla de venta en Madrid, al precio de 10 reales, en las librerías de Bailly-Bailliere, plaza del Príncipe Alfonso; de Duran, Carrera de San Gerónimo, núm. 2, y en la Administración de este periódico.

EDITOR RESPONSABLE D. FRANCISCO GONZALEZ.

MADRID.—1867.

IMPRENTA Á CARGO DE FRANCISCO ROIG.

Arco de Santa María, núm. 59.