

# DESAGÜES

---

## SISTEMA UNITARIO I SISTEMA SEPARADO

---

(Informe presentado al XI Congreso Internacional de Higiene en Bruselas, por el DOCTOR ED. IMBEAUX, ingeniero de puentes i calzadas, director del servicio municipal de Nancy; traducido por JORJE NEUT, ingeniero jefe de la seccion técnica de la Empresa de agua potable de Santiago).

Señores:

Hace dos meses tuve el honor de recibir del ingeniero i sabio higienista, el señor Eduardo Imbeaux, un ejemplar manuscrito del informe que se proponia someter al XI Congreso Internacional de Higiene, que despues tuvo lugar del 2 al 8 de Setiembre del presente año en Bruselas. Este informe trata de las ventajas e inconvenientes de los distintos sistemas actuales de desague de las ciudades, referidos a los dos principales, el sistema unitario i el sistema separado.

El método i la concision que admiré en este trabajo i el talento con el cual da cuenta exacta en pocas palabras del estado actual de la aplicacion del arte del ingeniero a estos trabajos me han movido a hacer de él una traduccion en la creencia que su lectura podria interesar un centro como el de esta institucion; este afan es mi disculpa para los que no participasen de mi opinion en cuanto al interes de este informe i tambien para escusar las imperfecciones que la traduccion habrá introducido en la obra orijinal.

El *Genie Civil*, en su número del 15 de Agosto del presente año, ha dado ya un resúmen de este mismo trabajo.

---

### LAS VENTAJAS I LOS INCONVENIENTES DE LAS CLOACAS DEL SISTEMA UNITARIO I DEL SISTEMA SEPARADO

Las aguas de desagües de las ciudades son de dos categorías, una son las aguas sucias (aguas fecales, aguas domésticas, aguas industriales); otra son las aguas de lluvia.

Estas dos clases de aguas se diferencian, a la vez, en cuanto a su calidad i a su cantidad. Miéntas que las aguas sucias, mui cargadas de materias orgánicas, tienen un caudal casi constante, las aguas de lluvias varian en una enorme proporcion, llegando hasta una cantidad cincuenta o mas veces equivalente a su volúmen minimum; en otros términos, las primeras dan un sewage de calidad fuerte (strong en el sentido ingles) i de poca cantidad i relativamente constante, al paso que las segundas dan, con intermitencias irregulares, masas de agua considerables, en las cuales las materias ajenas se encuentran

mui diluidas. Otra diferencia importante consiste en que las aguas sucias, teniendo un carácter peligroso, deben ser escurridas subterráneamente desde el punto de su producción, mientras que las aguas de lluvias caídas sobre los techos, patios o calles pueden correr, durante cierto tiempo, sobre el suelo, principalmente por las cunetas, antes de ser dirigidas a una alcantarilla.

El problema de la evacuación de estas dos aguas es, pues, complejo, i puede resolverse de distintos modos.

Por el hecho mismo de la diversidad de condiciones referida se llega racionalmente a examinar si hai ventaja en hacer escurrir separadamente, es decir, por dos redes de alcantarillas distintas, estas dos aguas, lo que permite relacionar, con todo provecho, el trazado, las dimensiones, las pendientes de cada red con el caudal i la naturaleza de su contenido: es éste el principio del sistema «todo a la cloaca», llamado separado (*separate system-trennsystem*). Al lado de esta solución, debe estudiarse si no es preferible juntar todas las aguas en una sola red: es el principio del sistema «unitario» o «combinado» (*combined system-Mischsystem B.*). La costumbre de designar este sistema por el de mas «todo a la cloaca» es equivocada: el sistema separado es tambien «todo a la cloaca», o bien «todo a las cloacas».

Se puede pensar tambien en un sistema misto, llamado asimismo «parcialmente separado», sea que algunas partes de la ciudad tengan una doble red separada mientras que las demas tienen la red única, sea aun que la red de las aguas sucias esté dispuesta para recibir cierta parte de las aguas meteóricas i que la red pluvial no éntre en ejercicio sino para las demas partes. (Es el caso del vertedero-interceptor de Bateman, en Manchester; de los colectores de intercepción, en Buenos Aires, del mismo ingeniero; de la cámara reguladora de Richert, etc.)

Ultimamente, M. Richert ha presentado, en este orden de ideas un notable proyecto de saneamiento para San Petersburgo: dispone dos pisos de cloacas; las del piso inferior reciben las aguas sucias de las casas i las primeras aguas de lluvia, para llevarlas al lago, i las del piso superior llevan directamente a los rios las grandes caídas de lluvias.

Cada uno de estos sistemas tiene sus ventajas i sus inconvenientes, i su comparación debe hacerse bajo los siguientes aspectos:

#### I. - COMPARACION BAJO EL PUNTO DE VISTA DE LA PROTECCION DE LOS RIOS

Desde luego, nos es permitido establecer que ningun sistema puede tener la pretensión de escurrir subterráneamente, o sea independizándose de los rios naturales, las aguas de los grandes aguaceros, i, por otra parte, las instalaciones de depuración no podrian recibir i sanear esas enormes masas de aguas si se las llevasen.

Dejando a un lado las lluvias de las rejiones tropicales, reconocemos en Europa chubascos como sigue:

|                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| Zurich, 3 de Junio de 1878.....    | 76.5 mm. en 10 minutos |
| Paris, 9 de Setiembre de 1865..... | 52 » 30 »              |
| Berlin, 10 de Setiembre de 1867..  | 24 » 15 »              |
| Jinebra, 30 de Mayo de 1827.....   | 162 » 3 horas          |

|                                      |     |        |                |
|--------------------------------------|-----|--------|----------------|
| Bruselas, 4 de Junio de 1839...      | 113 | mm. en | 3 horas        |
| Lóndres, 1.º de Agosto de 1846...    | 100 | »      | 1 hora         |
| Marsella, 15 de Setiembre de 1872... | 240 | »      | 2 horas        |
| Stuttgart, 23 de Julio de 1883.....  | 149 | »      | 3 minutos. (1) |

I para el gran chubasco del 9 de Setiembre de 1865, el señor Bechmann ha calculado que, si hubiese caído el agua sobre las 7,800 hectáreas que forman la superficie de París, habríanse reunido en una media hora 4.056,000 metros cúbicos de agua, correspondientes a 2,250 metros cúbicos por segundo, o sea el caudal de un gran río. Es efectivo que un chubasco o temporal violento no azota siempre una estension tan grande de territorio, i por otro lado, los chorros de agua no llegan todos al mismo tiempo, pues en su camino sufren atrasos que prolongan la duracion de la crecida rebajando su máximo; pero, por otra parte, dadas las dimensiones forzosamente limitadas de los canales subterráneos, debe conformarse, pasándose de cierta intensidad de lluvia, a no admitirse en ellos mas aguas i, por lo mismo, a escurrirla lo mas pronto posible en la masa de agua (mar, río o lago) mas vecina.

Reconocida esta necesidad, el sistema «unitario» la satisface reservando en ciertos puntos vertederos (deversoirs, outfalls, nothauslässe) que vaciándose a cierta altura sobre el piso (radier) de los colectores, dan salida a la lámina de aguas servidas (sewage) que, de un modo intermitente, viene a sobrepasar este nivel: éste debe ser estudiado de tal modo que, en el momento de funcionar, la diluicion sea suficiente para que la mezcla vertida (que se compone de materias fecales i aguas domésticas) pueda ser tolerada en el río. El sistema «separado completo» (absolutely separate system) dirige al río todas las aguas de lluvias, i solo éstas, lo mas directamente que sea permitido, es decir, por numerosas bocas sucesivamente escalonadas en la pasada del río por la ciudad i que corresponden a los vertederos del caso anterior: su red pluvial, concebida segun el sistema perpendicular, es, por consiguiente, formada de numerosos i cortos ramales, desembocando lo mas cerca posible en el río.

Por último, en el sistema misto las lluvias medianas se reciben en la red de aguas sucias, i las lluvias mayores se separan de ésta i se escurren directamente, como en el último caso, con la ventajosa diferencia de que las primeras aguas caídas sobre el suelo se escurren, aun por la red de aguas sucias, con todo lo que se arrastren.

Es el caso de estudiar, pues, cuál es, en vista de la proteccion del río, el mas conveniente para éste, sea la mezcla que pasa por los vertederos, sea la oleada pluvial completa, sea solo la oleada escepcional de grandes aguaceros o chubascos.

Bajo este punto de vista ha habido largas discusiones entre los acérrimos partidarios

(1) Podemos llamar la atencion de los guarismo: correspondientes para Santiago: los mayores no alcanzan, ni de cerca, a los enumerados arriba, i son:

7.78 mm. por hora en 17 de Julio de 1877.

18. 1 » en 20 minutos el 14 de Octubre de 1891 (tempestad eléctrica).

3.60 » por hora el 9 de Junio de 1899.

4. 1 » en 2 minutos 50 segundos.

3. » en 10 minutos el 8 de Junio de 1900.

Ver Seccion de Meteorología 1892 a 1900 publicado por el Observatorio Astronómico, pág. 119.

del sistema unitario i los partidarios del sistema «separado». En el Congreso de Viena (1887), Durand-Claye se empeñó en demostrar que las aguas de lluvias i del lavado de las calzadas eran, a lo ménos, tan cargadas de materias ajenas i de microbios como el Sewage, propiamente dicho, i que, por lo mismo, debian ser desviadas de los rios en el mismo grado que las aguas sucias. En la asamblea de Karlsruhe de la «Asociacion Alemana para el cuidado de la salud pública» (Deutscher Verein für öffentliche Gesundheitspflege), Fränkel i Kirchner sostuvieron la misma opinion; pero admitieron tambien el peligro de los vertederos en el sistema «unitario», (sin embargo hai que escojer entre estos dos males); miéntras que los relatores Gärtner i Hertzberg habian formulado, entre sus conclusiones, la siguiente: «No hai jeneralmente inconveniente, bajo el punto de vista hijiénico, en recibir en los rios las aguas de lluvias de las calles i de los techos.»

Sin llegar a una afirmacion tan categórica, creemos, efectivamente, que el rio es ménos ensuciado (o si se prefiere, mejor protegido), recibiendo las aguas de lluvias del «separado», que si le llega la mezcla de los vertederos del «unitario». Sin duda las aguas, que han corrido por el suelo están mui cargadas de materias ajenas; pero basta referirse a los análisis de Roehling de las aguas de las calzadas de Lóndres para darse cuenta de qué se trata, sobre todo de materias minerales (arena, cal, arcilla, etc.), inertes i poco nocivas i de microbios saprofitas. Por otros análisis hechos recientemente en Charlottenburg, el señor Bretschneider demuestra que las aguas fecales i usadas son siempre mucho mas cargadas en materias orgánicas, en amoníaco i en jérmenes (principalmente patójenos) que las aguas de lluvias i de lavado de calles. Éstas serian compuestas como sigue:

45% provenientes de los techos i que son jeneralmente mui puras;

25% provenientes de los patios, que son aun bastante puras (especialmente si estos patios están cuidados con aseó);

10% caen sobre las veredas, i finalmente

20% caen sobre las calzadas.

Solo estas últimas están mui cargadas, bien que su infeccion no es digna de atencion sino para algunas calles de mucho tráfico, que son una escepcion, i de las cuales, por otra parte, se podrian escurrir las aguas de lluvias especialmente en la red de aguas sucias.

Agreguemos que una solucion parecida puede aconsejarse para las aguas de lavado i de riego de las calzadas, las cuales, en tiempo normal, pueden escurrirse en la red de aguas sucias miéntras que, en tiempo de lluvias, un aparato automático, moviéndose al principio de los aguaceros o chubascos por medio de la misma agua, cerraría la entrada a esa red i abriría el acceso a la red pluvial.

En cuanto a los vertederos unitarios, Durand-Claye ha intentado inocentarlos, alegando que servirian solo despues de un primer lavado de las superficies por las aguas del principio del aguacero, lo que procuraria en seguida un segundo flujo de aguas mucho ménos cargadas. Sin embargo, nadie que sepamos ha comprobado esta disminucion de la impureza de estas aguas en cierto momento, i hemos visto, al contrario, varias veces aumentar el número de jérmenes hasta el instante del máximum hidrométrico. El flujo que llega a la alcantarilla durante un aguacero es, por otra parte, una mezcla de las aguas caidas en diversos períodos sobre distintas rejiones: con las que han caido recien

sobre una zona cercana a la desembocadura, llegan otras que han caído varias horas ántes sobre una zona mas lejana, etc., de modo que no hai, efectivamente (salvo en el caso de un aguacero de mui larga duracion) segundo chorro, escurriéndose despues del primero sobre una superficie ya lavada, sino una mezcla variable de aguas provenientes de épocas diversas i que llegan simultáneamente de distintas rejiones de la cuenca receptora de la lluvia, aguas que son mas o ménos cargadas de impurezas segun las pendientes, el estado de la superficie del suelo, la intensidad i duracion del aguacero, la distancia al emisario, etc. (Segun nuestro modo de ver, el único medio de evitar a los rios una afluencia de aguas pluviales demasiado cargadas, es manteniendo la superficie de las calles, plazas i paseos lo mas aseadas que se pueda: es menester que en toda ciudad se haga un buen aseo diariamente.)

Ademas el señor Brechtschneider ha hecho notar con justicia que lo que pasa por los vertederos es la lámina superior de la corriente, o sea en la cual, segun las leyes de hidráulica, la velocidad, siendo la mayor, es la mas susceptible de arrastrar una gran proporcion de cuerpos en suspension, comprendidos los microbios, cuerpos flotantes (papeles, andrajos), etc., i tambien las partículas secas de las materias que se habian adherido a las paredes de las alcantarillas no mojadas durante el período seco.

Esto nos prueba que es difícil afirmar que un chubasco determinado da aguas mas impuras o no que una lluvia de menor velocidad horaria. En efecto, si la diluicion aumenta con la fuerza i duracion creciente de la caída de agua, la fuerza de arrastre i de arrancadura aumenta tambien. Sin embargo, puede suceder que, pasados ciertos límites, el aumento de diluicion llegue a vencer i que la calidad del flujo se mejore con la prolongacion del aguacero.

De todos modos, es evidente que el desagüe en el rio, con cualquier sistema, es mucho mas aceptable en época de grandes lluvias, i esto por la razon mui sencilla de que el rio, encontrándose en creciente, arrastra masas de agua mucho mayores, en medio de las cuales el grado de contaminacion, debido al sewage escurrido, llega a ser insignificante; al contrario, es especialmente en aguas bajas donde conviene librar al rio de todo desagüe urbano, i el sistema unitario, tanto como el sistema separado, consiguen convenientemente el fin buscado; sin embargo, bajo este punto de vista, estamos inducidos a dar francamente la preferencia al sistema misto, que consiste en recibir en la red de aguas sucias el producto de las lluvias ordinarias como tambien el del lavado i del riego artificial de las calles i retener solo en los colectores pluviales el producto de los grandes chubascos o aguaceros, ya que con este sistema el rio está libre no solo en época de sequía sino en tiempo de lluvias suaves.

En este orden de ideas, los colectores pluviales quedarian en seco, salvo en épocas de grandes lluvias; nada impide, sin embargo, escurrir a ellos en tiempo normal ciertas aguas limpias, como las de pilas monumentales, establecimientos de baños, aguas de condensacion, ciertas aguas industriales despues de su depuracion.

## II.—COMPARACION BAJO EL PUNTO DE VISTA DE LA FACILIDAD DE LA EVACUACION

Conviene primero fijar algo mas la importancia de los volúmenes por evacuar. En el sistema separado completo, este volumen se acerca al caudal de la distribucion de

agua (aumentado, si hai necesidad, por las aguas que tengan otros orijenés), i en las ciudades de Europa se establece un promedio anual entre 100 i 200 litros por cabeza i por dia, de modo que los cálculos se basan a menudo en el guarismo intermediario de 150 litros; sin embargo, para el escurrimiento debe tomarse en cuenta las variaciones horarias (la hora de mas densidad escurre, mas o ménos, los 7% del caudal diario), i las de las distintas estaciones del año (el máximum diario estival equivale a 1.5 veces la media anual), i se llega a calcular las cloacas de aguas sucias para un caudal horario máximum de 10% del caudal diario medio (sea una media de 15 litros por cabeza i por hora i para un barrio que cuenta 500 habitantes, unos dos litros por hectárea i por segundo).

Con el sistema misto, debe aumentarse este guarismo del producto de las lluvias ordinarias para la red de aguas sucias, lo que depende, por cierto, del límite mismo de esta admision: si se quiere adoptar como el profesor Richert, una lluvia de 2 mm. por hora, de la cual se supone que el 60% llegue a la alcantarilla, se llega así a un suplemento de 3.3 litros por segundo i por hectárea que debe escurrirse, de modo que las dimensiones deben ser calculadas para un caudal de 5 a 5.5 litros por hectárea i por segundo.

Por último, en el sistema unitario el claro máximum de las alcantarillas debe igualmente limitarse artificialmente, para que corresponda precisamente al momento en que los vertederos principian a funcionar: esto se ha basado comunmente en la intensidad del gran *aguacero acostumbrado* (i no escepcional) i se ha admitido en la alcantarilla una fraccion que varia de  $\frac{1}{3}$  a  $\frac{1}{2}$  de su producto, lo que ha dado por hectárea i por segundo, guarismos que varian entre:

21 litros en Berlin;

23 a 35 litros en Lóndres;

27 litros en Viena;

39 litros en Hamburgo;

42 litros en Paris;

62 litros en Roma; etc. . . . o sea una media conveniente de 30 a 40 litros.

En presencia de estas cifras, es claro que se puede, con los reducidos caudales de la red separada, contentarse por mucho tiempo con pequeñas secciones circulares; pero se debe, inversamente, con los grandes caudales de la red unitaria o de la red pluvial, llegar luego a las grandes secciones de las alcantarillas visitables.

Jeneralmente, en el primer caso, se dispone de cañerías que escurren a veces llenas o a mitad de la seccion, i en el segundo, de enormes acueductos, sobre cuyo radier corre, en tiempo normal, un hilo delgado i que no se llenan sino escepcionalmente los dias de grandes lluvias; ademas, los golpes de agua (chasses), tan indispensables para un buen arrastre de las materias, pueden fácilmente llenar la luz de los cañones, miéntras que no producen sino una super-elevacion en los grandes colectores.

Por eso se comprende que el escurrimiento i el arrastre (el water-carriage) se hacen mejor, siendo por otro lado iguales las pendientes i demas condiciones, en un cañon lleno o poco ménos que sobre el radier de una gran alcantarilla, aunque ésta se construya con la cuneta angosta destinada a escurrir las aguas bajas (forma ovoide) mui puntiagudo en la base, cuneta dispuesta en el radier con vereda lateral, canalito especial como en el sis-

tema de *sobre vertedero* (Surverse, etc.); esto se produce especialmente por el hecho de que el líquido forma carga (principalmente en el momento de los golpes de agua) en los cañones, los cuales funcionan entonces bajo presión, como en las cañerías forzadas. En cambio, las obstrucciones son más frecuentes en las cañerías i más difíciles de arreglar, la limpia es menos cómoda, i por último, como consecuencia de la presión, los escapes son más temibles, i, cuando se produzcan, deben contaminar mucho el subsuelo de los alrededores.

En el sistema unitario, todo marcha bien mientras que las pendientes sean subidas i el agua abundante: es casi un axioma. Es necesario, pues, para el arrastre de las materias, sobre todo de las arenas (más pesadas), que la velocidad en servicio mínimo (etia ge) en las alcantarillas elementales llegue de 0,60 m. a 0,80 m. por segundo, lo que corresponde, por una lámina de agua de 0,10 m. de altura en una cuneta de 0,5 m. de diámetro, a un mínimo de pendiente de 0,005 m. por metro. Esto no significa que no se pueda ejecutar una cloaca unitaria con menor pendiente—los colectores generalmente tienen mucho menos—en cambio debe preverse, en este caso, sea una masa de agua normalmente más abundante (la velocidad, siendo derivada del caudal como segundo factor), sean golpes naturales o artificiales de agua que traen momentáneamente un suplemento de masa i, por consiguiente, de velocidad. En consecuencia, la canalización única a gran sección está indicada en las ciudades con fuertes declives, o para los barrios de una ciudad que tengan esta ventaja; las cañerías del separado que, por otro lado, no recibiendo nada o muy poco de arena, necesitan menos velocidad (de 0,30 m. bastarian) prevalecen en las regiones de pocas pendientes (o sea menor que 0,005 m. para fijar las ideas). Por eso, en una misma ciudad se podrá, como para Carlsbad i Colonia, aplicar el separado para las partes bajas, mientras que las demás están servidas por una red unitaria.

Esta superioridad del separado es aun más notable en las partes que carecen totalmente o casi totalmente de pendiente, como sucede en ciertas ciudades del litoral o de grandes valles fluviales. En estas partes, para conseguir un arrastre suficiente, se debe suplir artificialmente la falta de declive, sea disponiendo puntos bajos desde los cuales el sewage debe ser relevado mecánicamente (estación de bombas, ejector Shone, etc.), sea provocando en las cañerías el vacío (sistema aspiradores Lienur, Berlier, de Levallois-Perret, etc.) Estos procedimientos no se acomodan con las grandes alcantarillas, i es evidente que la relevación mecánica de las considerables masas de agua que trae por momentos el sistema unitario necesita instalaciones mucho más poderosas i costosas que la del sewage separado, de caudal muy moderado i casi constante. Haremos notar también que con las cañerías se puede ganar cierta pendiente, por el hecho de poder colocarse en el orfjen, a muy poca hondura: se puede así aprovechar la diferencia de altura que tiene la cañería con un gran acueducto.

### III.—COMPARACION BAJO EL PUNTO DE VISTA DE LA FACILIDAD DE DEPURACION

Bajo este aspecto, el sistema separado completo tiene francamente la ventaja. No lleva, en realidad, a los campos de derramamiento o a la usina de tratamiento sino el caudal reducido i constante de que hemos hablado, que además es más a propósito al tratamiento o a la extracción de los productos, por cuanto se trata de un sewage de cali-

dad fuerte muy constante en su composición i teniendo, por consiguiente, un máximo de valor en principios fertilizadores: el director de la operación de depuración, sea agrícola, química o bacteriológica, sabe, por consiguiente, sobre qué puede calcular i llega a hacer sus operaciones sobre seguro.

No se puede decir lo mismo del sistema unitario que envía de repente, en el momento de las lluvias, un enorme sobrante que no se puede depurar o que necesitaría extensiones considerables i casi impracticables de instalación. Este sobrante es aun más incómodo, pues siendo poco cargado de materias orgánicas, en cambio arrastra una gran cantidad de materias minerales, otro inconveniente para la depuración, i que exigen una extracción previa de lo más odiosa, o si no, vienen a llenar de barro los tranques, velar (feutrer) el suelo, o a tapar los lechos bacterianos, etc.

El sistema misto, que recibe las lluvias ordinarias en la red de aguas sucias, se encuentra, en este punto, inferior al separado completo, tanto por el aumento del caudal, como por el arrastre de estas materias minerales de que hemos hablado. En cambio, estas aguas que llegan generalmente de un modo repentino producen en la red un arrastre ventajoso i gratuito. Se puede, sin embargo, conseguir este arrastre con aguas menos cargadas de arena i de fango, haciendo desembocar de vez en cuando, en las cloacas de aguas sucias, los cañones de bajada de los techos.

Debe, sin embargo, notarse bien que todas las materias ajenas que están alejadas por el sistema separado de la instalación de depuración son arrastradas, por lo mismo, en el río. Este está, por consiguiente, más estorbado con este sistema que con el unitario, pues éste manda a los depósitos de arena i a la depuración una parte notable del agua de lluvia. Esto no tiene inconveniente cuando la red pluvial desemboca en el mar o en un río ancho i rápido, pero las circunstancias serán distintas si se refieren a un río pequeño, cuyo lecho habría que aliviar de vez en cuando por costosos dragajes.

#### IV.—COMPARACION BAJO EL PUNTO DE VISTA DEL GASTO

Este es punto capital: los dos sistemas i sus intermediarios satisfacen de ordinario, de un modo conveniente, las exigencias de la higiene; lo importante es conocer cuál es, en resumidas cuentas, la solución más económica. I, en principio, no hai respuesta categórica a esta pregunta, pues, según las condiciones locales, es a veces uno o a veces otro el sistema más ventajoso.

Por consiguiente, para un caso dado, será necesario hacer un exámen comparativo juicioso, elaborando frente a frente un proyecto de cada sistema, i comparando todos los elementos del problema, es decir, no solamente el costo de primera instalación de la red o de las redes (comprendidos los ramales para las casas), sino también, si hai lugar, el de las usinas de elevación i las instalaciones de depuración, sin dejar de capitalizar i de añadir los gastos de explotación i conservación anuales de todo este conjunto; se tomará, en seguida, la determinación con pleno conocimiento del problema. Pero conviene precisar algo más las bases sobre las cuales estos proyectos comparativos tendrán que elaborarse. Ya hemos indicado estas bases para los caudales que deben preverse, de los cuales se deduce fácilmente, según la población i superficie de los barrios, así como de las pendientes, las dimensiones que deben adoptarse para las cloacas elementales de cada siste-



ma, en seguida las de los colectores, i por último, el establecimiento de las usinas de elevacion i de depuracion. El precio de costo de estas últimas, que depende esencialmente de los volúmenes por levantar o depurar, será fácil de estudiar, sin necesidad de entrar en muchos detalles; pero no sucede lo mismo respecto al desarrollo de las canalizaciones, pues este desarrollo es algo elástico, sobre todo para la red pluvial del separado.

Desde luego, está claro que la red del unitario de una parte i la red de agua sucia (reseau-vanne) del separado de otra parte, tendrán que colocarse en todas las calles, debiendo, en principio, servir los water-closets i desagües de todas las casas; se pueden representar, tanto una como otra, como un árbol cuyo tronco es el emisario; las ramas gruesas, los colectores i las ramitas, las cloacas elementales colocadas en todas las calles, los estanques de golpes de agua que terminan cada trozo a su oríjen pueden aun compararse a la hoja terminal de cada ramita. En el oríjen, mucho mas si las pendientes son grandes, la red unitaria podrá contentarse de cañones; pero no podría formarse así, sino en pequeños desarrollos i, como ya lo dijimos, se tendrá que llegar mui luego a las grandes secciones visibles (no siendo de construccion ni explotacion prácticas los intermedios entre el cañon de 0.50 m. i el acueducto ovoide de 1.80 m. de altura); esta red será, pues, mucho mas costosa de construccion que la red de agua sucia del separado que puede establecerse de cañerías en casi todas partes; pero debe tomarse en cuenta la red pluvial del separado, i es claro que si debe igualmente extenderse a todas las calles, llegaría a costar casi tan caro como la red unitaria, por cuanto sus dimensiones, que obedecen al caudal de agua de lluvia, serian sensiblemente las mismas; la doble red costaría mas cara que la red única; la diferencia sería representada mas o ménos por el costo de la red de agua sucia del separado. Esta diferencia sería talvez menor por el hecho de que podría construirse mas económicamente en hormigon, por ejemplo, o en cemento armado; la red pluvial del separado que no arrastre aguas cargadas de ácidos destructores, puede ser tambien de ménos hondura.

Felizmente, este caso se presenta mui poco; en jeneral, en la práctica, la red pluvial queda siempre mui reducida: cortada en sus dos extremos, no es ya el árbol que se estiene a todas las calles, i no comprende sino una serie de troncos gruesos, cortos i de poca ramificacion, desembocando lo mas cerca posible en el río. En estas condiciones se concibe que esta red simplificada puede llegar a ser económica i que su costo, junto con el de la red de aguas sucias, puede quedar notablemente inferior en costo al unitario.

Estas simplificaciones de la red pluvial pueden hacerse en las circunstancias i medidas siguientes: al oríjen de las ramificaciones, no vemos ningun incóveniente para cierto número de calles cortas o poco habitadas en admitir — a lo ménos provisoriamente i hasta que una mayor densidad de poblacion o una mejor situacion financiera permita mejorarla — el escurrimiento de las aguas pluviales en las cunetas; éstas son como una especie de prolongacion abierta de la red pluvial, i de hecho, la ciudad se ha contentado desde hace siglos de este escurrimiento en largos trayectos. La necesidad de la evacuacion subterránea de las aguas pluviales no principia sino en los puntos en los cuales peligra la inundacion de las calles en casos de aguaceros; existe un lugar jeométrico de estos puntos (lugar obligado para la colocacion de los primeros resumideros de aguas de lluvias) que divide a la ciudad en dos zonas i admitimos, a lo ménos para ciudades de importancia

media, que no buscan un gran lujo, que la zona de aguas arriba no necesita que la red pluvial subterránea se prolongue por ella. Mas tarde, cuando ciertas partes de esta zona sean mas ricas i mas pobladas (que las superficies edificadas i pavimentadas aumenten en perjuicio de los jardines i la cantidad de agua que se escurre aumenta tambien paralelamente) nada impedirá construir progresivamente alcantarillas pluviales; se podrá así, si la necesidad se impone para ciertas rejiones mas en peligro de ser inundadas, recibir momentánea i escepcionalmente todo o parte de las aguas pluviales en la red de aguas sucias. Existe en este estudio una valiosa elasticidad que permite, segun los recursos municipales, suspender para mas tarde la construccion del complemento de la red pluvial hácia aguas arriba.

Del lado de los extremos de desagüe, la importancia de esta red depende esencialmente de las facilidades de desembocadura, mas o ménos grande, que ofrecen el o los rios receptores. Si los puntos de evacuacion son mas cómodos, numerosos i cercanos a los centros servidos, se evitan entónces los largos colectores laterales, los trayectos son cortos i la red es mui económica; si, al contrario, por motivos del alejamiento del rio se necesitan largos emisarios para llegar a éste, la ventaja desaparece. Por lo mismo, en el cálculo comparativo que se haga, se puede afirmar que el beneficio del sistema separado será mayor a medida que las circunstancias locales permitan a la red pluvial quedar mas rudimentaria: si se puede, como en Cannes i Toulon, dirijir casi directamente las cunetas al mar, o como en Lille i Avignon, escurrirlas a mui poca distancia en los brazos de rios que surcan estas ciudades, se llega entónces a la supresion casi completa de la red pluvial i a una economía mui séria en favor del separado. Volveremos a hablar de estos ejemplos; pero para precisar bien la importancia del punto tratado, debemos citar el ejemplo bien típico a que se refiere el señor Bredtschneider para un barrio nuevo de Charlottenburg. Este barrio, de una superficie de 550 hectáreas, se estiende entre el Spree, el canal de Spandau i un canal de union; de modo que la vecindad de estas corrientes de aguas, capaces de recibir las aguas pluviales, parecia dar la ventaja al Trennsystem, aun con una red pluvial completa i le aseguraba, efectivamente, una economía de un millon de marcos aproximadamente. La ciudad iba a escojer, pues, el sistema separado, cuando el Estado o Gobierno real le hizo saber que prohibia toda desembocadura en el canal de Spandau: los dos proyectos paralelos fueron revisados por lo mismo, i esta vez la ventaja dió 430 mil marcos (sin contar la disminucion de gastos para los arranques de las casas) en favor del mischsystem, que fué aprobado en definitiva.

Existe igualmente un caso frecuente en el cual el sistema separado se impone. Es el hecho de contar la ciudad con una red de antiguas alcantarillas, que prácticamente no conviene trasformar (radiers planos, falta de pendiente, etc) en cloacas unitarias, recibiendo las materias fecales, pero que pueden continuar haciendo el servicio de cloacas pluviales: no se debe entónces instalar sino la red de aguas sucias i la red pluvial no cuesta casi nada. Es sobre esta base que está basado el proyecto de saneamiento de Reims por M. Bourguin.

Debemos, ademas, hacer notar que en el sistema separado, las cloacas de las dos clases, i especialmente las alcantarillas pluviales, pueden ser ménos hondas, lo que ofrece una gran ventaja cuando la napa subterránea está mas cerca de la superficie. Por este

hecho las cloacas están mas espuestas a la helada (lo que interesa solo a los países muy frios); pero, en cambio, las inundaciones en los subterráneos i subsuelos son menos frecuentes, i si se producen son menos desagradables.

En cuanto a los ramales de casas se debe decir que, siendo dobles, son mas costosos que el arranque unitario: el señor Bredtschneider avalúa la diferencia en 100 marcos por casa; pero hace notar que estos gastos suplementarios son de obligacion de los propietarios i no gravan al erario municipal. Con el separado, no se coloca ya el sifon de base o sifon terminus (Disconnecting trap); debe decirse que hai tendencia actualmente de suprimirlo tambien con el otro sistema.

Por último, se avalúan los gastos de explotacion i de conservacion de la doble red, que son mas elevados que para la red única. Esto se produce, por una parte, por el menor desarrollo de la canalizacion i, por otra parte, por la mayor comodidad de limpieza i visita que presenta incontestablemente el sistema unitario.

#### V.—ESTADÍSTICA I EJEMPLOS COMPARATIVOS (PRINCIPALMENTE EN FRANCIA)

El sistema unitario ha gozado de la preferencia en las grandes capitales (Lóndres, Paris, Berlin, Bruselas, Viena, Roma, Nueva York, Filadelfia, etc.) i en muchas grandes (Marsella, Milan, Francfort sobre el Mein, Dresde, Cleveland, etc.) i se puede decir que es a lo menos en Europa, el sistema mas aplicado. Sin embargo, desde que en 1848, lord Morpeth propuso la doble canalizacion, el sistema separado se estendió rápidamente en Inglaterra; en los Estados Unidos, despues del ejemplo de Memphis, canalizado en 1879 por el coronel Waring, el referido sistema ha llegado casi a ser una regla; las ciudades, atendiendo a su progreso, construyen en ese país primero la red de aguas sucias, como la mas urjente; en Alemania i en Francia, los progresos del separado fueron mas lentos i mas discutidos, pero en estos últimos tiempos son de los mas serios.

He aquí, por lo demas, un resumen de estadística del saneamiento en esos países. En los demas, el saneamiento está aun bastante atrasado; sin embargo, deben llamar la atencion los esfuerzos recientes de la Italia: Roma i Milan han sido completamense canalizadas por el sistema unitario; Turin, por el separado (dos redes de direccion perpendicular); Nápoles sigue un sistema misto (doble cloaca en los barrios bajos i de altura mediana), etc., i se han elaborado proyectos para muchas otras ciudades: están concebidos en el sistema separado para Palermo, Catania, Macerata; Spezia, Nepi, Aniguillora i varias ciudades de la Liguria.

*Inglaterra.*—Es, sin duda, el país mas adelantado bajo este respecto. En 1900, segun Broom i Moore, no existian sino 24 ciudades (de las cuales 15 eran obreras de importancia, la mayor parte situada en el Lancashire) que usaban en grande el sistema de los pozos fijos (son ciudades en las cuales el agua es escasa i cara) i 4 aplicaban el de los depósitos móviles (Rochdale, Warrington, Hull i Darwen). Todas las otras ciudades han adoptado el «sewage» o «water-carriage», i entre ellas, en 1892, el Local Government Board señalaba a lo menos 40 que aplicaban, mas o menos, el separate-system: de 1892 a 1898 se contaron de 25 a 30 nuevas o sea un total minimum de 65 a 70. Podemos citar entre todas: Croydon, Dudley, Hormslow, Leicester, Oxford, Reading, Sutton, Wimbledon, Wolverhampton, etc., que no son ciudades chicas. Ademas: Aldershot, East-

bourne, Darlaston, Dorking, Felixsbowe, Fonton, Hasting, Hoatley, Hampton-Wick, Hoston i Isleworth, Honley, Ipswich, Loyland, Lowestoft, Norwich, Oldham, Preston, Southampton, Southwold, Stafford, Staines, Stockport, Teddington, Wallingford, Warrington, etc., que tienen ejecutores Shone. Debemos advertir que en el mismo Londres i por no recargar los colectores, se ha admitido recientemente que el sistema separado seria mejor para las estensiones de la red.

*Estados Unidos.*—Una anotacion que tuvimos el cuidado de tomar de una estadística de la situacion de las ciudades de este inmenso pais, nos enseña que en 1898, sobre 708 ciudades de mas de 5,000 almas, 243 (o sea mas o ménos un tercio) no tienen aun cloacas, 26 no tienen sino alcantarillas pluviales (Storm-sewers) i por último 301 tienen cloacas tanto para las lluvias como para las materias fecales i aguas usadas, unas veces (i es el caso mas jeneral) las dos redes son separadas, otras veces, el escurrimiento es combinado en una canalizacion. Varias ciudades importantes (Portsmouth, Lynn, Fairhaven, Ithaca, Charleston, White-Plains, Worcester, Pougheepsie, Sacramento, etc.), han aplicado el sistema Shone.

*Alemania.*—Al Congreso aleman de Karlsruhe (1897) el profesor Gärtner (Iena), ha dado la situacion existente en 1892. Sobre las 565 ciudades de mas de 5,000 habitantes, 453 tenían aun pozas fijas, 24 cubas o depósitos móviles, 68 los dos sistemas juntos i solamente 20 recibían las materias fecales en las cloacas; cerca de 200 ciudades no tenían ninguna canalizacion, 227 tenían partes canalizadas, por lo jeneral mui defectuosamente para las aguas pluviales i domésticas, i solo 152 tenían una red mas o ménos completa.

De las 20 ciudades que aplican el «todo a la cloaca», una sola usaba el sistema separado: desde entónces las ciudades de Norderney, Tempelhof, Allenstein, Binz, Greifswalde, Luckenwalde, Soest, Sylt, Zoppot, han escogido el sistema separado para toda la ciudad, mientras que Giessen, Homburg, Elberfeld, Colonia, lo han adoptado solo para ciertos barrios.

En 1900 el imperio aleman esponia en Paris un mapa de las ciudades de mas de 15,000 almas, indicando su sistema de provision de agua i de saneamiento. Bajo este último aspecto anotamos que en 268 ciudades, 36 (de las cuales 14 clarifican el sewage i 15 lo depuran por el desparramiento agrícola), habiendo 8 de ellas de mas de 100,000 habitantes, son enteramente canalizadas segun el sistema unitario i no tienen ni fosas ni cubas; 95 (de las cuales 20 clarifican el sewage i 2 lo depuran por el desparramiento agrícola) son tambien enteramente canalizadas (algunas segun el sistema separado) pero toleran todavía cubas i fosas; 94 (de las cuales 30 clarifican el sewage i 4 lo depuran por el desparramiento agrícola) son canalizadas en parte i usan las cubas i las fosas i por último 31 no tienen sino fosas, 1 sola usa cubas o depósitos móviles i 11 usan a la vez fosas i cubas. Son especialmente las ciudades de ménos de 15,000 habitantes las que necesitan ser saneadas.

*Francia.*—Acabamos de concluir una investigacion sobre la alimentacion en agua i el saneamiento de las ciudades de mas de 5,000 almas i los resultados son los siguientes: En estas 616 ciudades 294, o sea cerca de la mitad, no tienen ninguna cloaca; 257 tienen alcantarillas pluviales (que no reciben a lo ménos oficialmente las materias fecales) que forman jeneralmente una red mui incompleta i defectuosa; por último, 65 gozan

del «todo a la cloaca», pero en un grado mas o ménos completo, hasta el mismo Paris tiene cierto número de fosas fijas, cubas móviles, etc. Solo Paris i Reims depura el sewage por irrigacion; 27 ciudades mas pequeñas desparraman mas o ménos regularmente su desagüe en unos potreros para irrigarlos. Entre estas ciudades citamos: Paris, Saint-Denis, Marsella, Niza, Nancy, Montpellier, Nimes, Rennes, Grenoble, Dijon, Saint Etienne, Boulogne sur mer, que tienen el todo a la cloaca unitaria; Vichy, que concluye en estos momentos su grandioso proyecto (gasto de mas de 4 millones) de distribucion de agua i saneamiento éste en cloacas unitarias gran parte en cañerías i colectores en cemento armado, con usina de levantamiento i depuracion agrícola; por último, las tres únicas ciudades que por ahora tienen el sistema separado Cannes, Trouville i Levallois-Perret. La red de Cannes, esclusivamente reservada a las materias fecales i aguas domésticas (no tiene red pluvial) es formada de cañones de tierra cocida i barnizados de 0.15 m. a 0.50 m. ha sido construido en 1891, ha costado 1 millon de francos i desagua en el mar. En Trouville se ha aplicado, en 1897, el sistema Liernur (aplicado tambien en Amsterdam, Riga, Leiden i Koertingsdorff). La red de aguas sucias se distribuye entre 11 secciones con estanque de distritos i una usina de aspiracion i de esterilizacion de las materias, situada a 2 kilómetros de distancia (costó un millon). La red mui rudimentaria de las antiguas cloacas sirve para las lluvias i desemboca en varios puntos del puerto. En Levallois-Perret se aplica tambien desde 1892 un sistema aspirador, derivado del sistema Berlier (en el cual se ha simplificado mucho el aparato de la casa) i se arroja el producto de la aspiracion en el colector de Paris, llamado de Asnières.

Por último señalaremos todavía a Mónaco i sus anexos, que poseen una buena red de cloacas: desde 1899, las aguas usadas de la Condamine se arrojan del otro lado del morro por tres ejectores Shone.

Un gran número de ciudades han estudiado proyectos de saneamiento que desgraciadamente no se apresuran a realizar; varios parecen, despues de comparacion con el unitario, obligados a dar la preferencia al sistema separado, i es interesante estudiar un momento estos casos: los planos de saneamiento de Toulon, Lille i Reims figuran en la esposicion anexa al Congreso i podrán ser examinados con detencion.

#### PROYECTO DE TOULON

Elaborado desde 1885 por el señor Dyrion, este proyecto sufrió numerosas vicisitudes, i últimamente retocado por el señor Valabregue, fué aprobado. Actualmente Toulon no posee sino una alcantarilla, la del boulevard Strasbourg. Esta quedará como única alcantarilla pluvial; las aguas de lluvias de las otras calles serán dirigidas directamente al mar por las cunetas, desembocando en la rada o en el puerto. La red de aguas sucias tendrá 40 kilómetros de canalizacion tanto en cañones de tierra cocida de 0,20 m. a 0,50 m. de diámetro o de cemento armado de 0,60 m. i 0,70 m. como en colectores visitables de forma ovoide de 1,70 m. de altura interior (con pendiente que no baja de 0,003 m. para las cañerías i de 0,0007 m. para los colectores). El colector principal atravesará la ciudad de Este a Oeste para llegar a la usina levantadora principal (3 máquinas a vapor de 100 a 120 caballos vapor) que se establecerá un poco afuera de la «Puerta Nacional»; el colec

tor recibe en camino las aguas de las 9 cuencas secundarias, de las cuales dos (las de Mourillon i de L'abattoir) tendrán que levantar el sewage (acumulado en puntos bajos) hasta dentro del colector cerca de la puerta «d'Italie» por medio de dos estaciones de fuerzas servidas por la fuerza orijinada en la usina principal (no se ha resuelto aun si este transporte de fuerza se hará por el aire comprimido o por la electricidad i si se apelará a los ejectores Shone o a las bombas eléctricas). De la usina principal, el sewage será repelido por una cañería de fierro fundido de cerca de 2 kilómetros de largo hasta un punto alto situado cerca de la Riviere Neuve i del Cementerio. Es en este punto en que, segun el proyecto adoptado, serian instaladas las camas bacterianas i los septictanks, ocupando 35,000 metros cuadrados i pudiendo depurar 12,000 metros cúbicos por día; pero no se ha aun desistido de la idea de llevar el sewage al cabo Sicié por un emisario de cerca de 15 kilómetros. Se ha calculado la seccion de las cloacas sobre la base de 100 litros por cabeza i por día, que podrian evacuarse en 4 horas. El gasto está avaluado en 3.450.000 francos, suma evidentemente mui moderada, porque el sistema separado tiene aquí grandes ventajas, pues la red pluvial puede quedar casi nula (por causa de la proximidad del mar) i porque los volúmenes por levantar i depurar son reducidos i constantes, etc. Además el clima de Toulon da lugar a pocas lluvias, pero a veces mui intensas (de 30 a 40 mm. por hora), i existe en verano un período de sequía de tres meses durante los cuales el sewage se habria depositado sobre el radier de las grandes alcantarillas unitarias.

#### PROYECTO DE REIMS

Este proyecto, elaborado en 1900 por el señor Bourguin, es netamente concebido con la idea de utilizar las alcantarillas actuales (que se desarrollan en 44 kilómetros por 120 kilómetros de calles i además tienen pendientes jeneralmente suaves i radiers planos que no pueden aprovecharse para el unitario) como red pluvial, i de hacer completamente nueva una red de agua sucia, trayendo el sewage a los campos de depuracion. Pero los colectores pluviales no desembocarian en la Vesle (rio mui reducido cuyo caudal baja a 100 i aun 25 litros por segundo) sino en tiempo de lluvias mui copiosas por medio de cinco vertederos; en otros tiempos, no alcanzándose al nivel de los vertederos, el colector pluvial llevaria las aguas al sifon de Clairmarais, punto en el cual caerian al colector de aguas sucias que llega al mismo punto i las llevaria a la irrigacion. Es, pues, una de las combinaciones mistas que hemos señalado como ventajosa. La red de agua sucia (réseau-vanne) se formaria completamente, salvo para los tres colectores ovoides visitables, de cañones de tierra cocida de 0,20 m. a 0,45 m. de diámetro, colocados a 2,50 m. de hondura i en las calles anchas esta canalizacion seria doble (como en Berlin) i colocada bajo las veredas. Las pendientes de los cañones no baja de 0,003 m. i la de los colectores de 0,0005 m.

Se ha calculado sobre un caudal de 100 litros por cabeza i por día de aguas fecales i domésticas escurridas en 12 horas; además han querido admitir tambien las aguas industriales que dan un caudal de 20 a 25,000 metros cúbicos diarios. El gasto previsto es de 3.500,000 francos para la red de agua sucia, comprendidos 268,000 francos para los ramales de casas (hasta de 1,50 m. de las fachadas). El arreglo de la red pluvial no costaria sino 500,000 francos. El señor Bourguin ha avaluado que la solucion unitaria habria costado 7.000,000 de francos.

## PROYECTO DE LILLE

En Lille, en 187 kilómetros de calles existen solo 69 kilómetros de cloacas, la mayor parte en mal estado; pero la ciudad está surcada de numerosos canales i brazos del Deule, la mayor parte abovedados, que reciben en su curso el producto de las cloacas, las materias fecales de los riveranos, las aguas de los mataderos, etc., i se juntan estramuros, para formar el Basse-Deule, verdadero colector descubierto. El saneamiento por el sistema unitario abarcaba la refaccion de las cloacas existentes (2.000,000 de francos), la construccion de 118 kilómetros de cloacas nuevas (8 a 9.000,000), el abovedamiento de los canales i de la Basse-Deule, (4.000,000), o sea 15.000,000 en todo. Existe el grave inconveniente de disponer solo de pendiente mui reducida i de tener que depurar, no solamente el sewage, sino las aguas de los canales i del Basse Deule, que dan un volúmen enorme. El proyecto elaborado por el señor Howatson deja las alcantarillas actuales i el Basse-Deule para el escurrimiento de las aguas pluviales i reserva a las aguas fecales, domésticas e industriales una red completa de cañones de tierra cocida (de m. 0.30 a m. 0.50) en los cuales se darán golpes de aguas dos veces al dia. Para salvar la falta de pendiente, la ciudad será dividida en 22 distritos, que tendrá cada uno en su punto bajo, un ejector Shone para recibir el aire comprimido de una usina central; las cañerías repelentes, de fierro fundido llegarian aisladamente a una usina de depuracion químico-bacteriana (sistema Howatson: ferozona i cama bacteriana).

Se ha calculado sobre 140 litros por cabeza i por dia (comprendidas las aguas industriales) con un máximo de una vez i media, la media, lo que da 31,000 metros cúbicos diarios; el gasto de construccion está avaluado en 9.000,000.

## PROYECTO DE AVIGNON

Avignon tiene de parecido con Lille que está tambien surcada de canales (El Sorgue i los Sorguettes) pero existen ademas los peligros de inundacion por las creces del Ródano, que no permite la instalacion de vertederos. Algunas calles están provistas de alcantarillas pluviales. Era indicado, en estas condiciones, respetar este sistema pluvial (cunetas, trozos de alcantarillas, canales...) i de proponer la creacion de una red de agua sucia separada. Los dos proyectos presentados están concebidos en este sentido.

El primero, del señor de Montricher, de 1896, divide la ciudad en cinco cuencas, que tienen cada una un colector de segundo orden para juntar las aguas traidas por tubos de tierra cocida barnizados (de m. 0.20 a m. 0.50) que recorren las calles. Esos colectores, hechos tambien de cañones, desembocan en un colector jeneral, que atraviesa la ciudad en diagonal i llega, despues de un primer levantamiento en el «Cours de la République», a una usina afuera de la ciudad que repele los productos a la depuracion (sistema Howatson). Se han previsto disposiciones para evacuar en la red de aguas sucias, que es mas honda, las aguas que en caso de inundacion puedan quedar en ciertos puntos bajos. El gasto previsto es de 1.900,000 francos (de los cuales 420,000 para la depuracion).

El segundo proyecto ha sido presentado en 1900 por la Compañía de Salubridad de Levallois-Perret, según el sistema aspirador de esta Compañía. Las cañerías están provistas de fierro fundido (de m. 0.125 a m. 0.350 de diámetro; el primer diámetro parece demasiado reducido i facilita mucho las obstrucciones; no debería usarse calibre menor de 0.20 i aun de 0.250), con un desarrollo de 33 kilómetros; el colector está proyectado por la Avenida de Cintura interior de las fortificaciones, i la ciudad está dividida en 14 cuencas. La usina de aspiracion está a 400 metros afuera de la ciudad i está provista una usina de depuracion a tres kilómetros. El gasto presupuesto sería de 1.203,286 francos; pero en esta suma la depuracion no aparece sino con un valor de 55,000 francos, lo que es insuficiente.

#### PROYECTO DE NIMES

En Nimes, el señor de Montricher habia tambien presentado un proyecto separado. La ciudad ha dado la preferencia, en 1896, a un proyecto unitario (24 cuencas que disponen cada una de un colector ovoide i una red de cañones de tierra cocida) con cuatro vertederos, pero no se han construido hasta hoy sino algunas secciones.

#### PROYECTO DE MONTLUÇON

La Compañía de Levallois-Perret habia presentado en 1898 un proyecto separado para Montluçon; estaba avaluado en 940,000 francos para la red de agua sucia sola (de los cuales 340,000 francos eran para la usina aspiradora). Pero la ciudad ha preferido un proyecto unitario de los señores Dupin i Doërr, que comprenden 11.781 metros de cloacas visitables i 40,640 metros de cañerías de hormigon (de m. 0.25 a m. 0.50) i avaluado en 1.850,000 francos, no comprendida la usina de elevacion en el extremo i los campos de depuracion de 75 hectáreas.

#### PROYECTO DE ROUEN

No existen, en Rouen, sino 50 kilómetros de cloacas sobre 160 kilómetros de calles i son jeneralmente de radier plano e incapaces de recibir el todo a la cloaca. Dos proyectos unitarios han sido presentados: el uno del señor Gogear, abarca 115,423 metros de canalizacion nuevas i costaria 6.980,000 francos de construccion i 105,333 francos de gastos anuales de explotacion; el otro, del señor Aymond, se diferencia del anterior por la colocacion de la usina de elevacion i de los campos de irrigacion. Un proyecto separado, con conservacion de las cloacas actuales, como red pluvial, ha sido propuesto en 1895 por el señor Howatson: la red de agua sucia, de un desarrollo de 149,525 metros de canalizaciones nuevas, está dividida en cuatro cuencas con eyectores Shone, está avaluado en 6.554,215 francos con 82,380 francos de explotacion anual; la depuracion se haria por el procedimiento químico-bacteriano jeneralizado por el autor, se podría ejecutar, cuando se quisiera, la red de cada una de las cuatro cuencas.



## PROYECTO DEL HAVRE

Desde 1884, Le Havre habia dado la preferencia, despues de un concurso, a un proyecto del señor Pontzen, segun el separado Waring; pero la ciudad ha aprobado recientemente otro proyecto elaborado por el señor Février en el sentido unitario: refaccion de 44 kilómetros de cloacas existentes, construccion de nuevas alcantarillas (parte en cañones, parte en galeria) en los 80 kilómetros de calles que están desprovistas de alcantarillas, creacion de una gran usina de elevacion (400 caballos) en el fuerte des Neiges, para asegurar el escurrimiento aun sobre las mas altas mareas. Gasto al rededor de 3.000,000.

## PROYECTO DE LYON

En 1898, el señor Resal presentó un proyecto de saneamiento de Lyon, concebido segun el sistema unitario; pero con el establecimiento de una red especial para las aguas industriales, el sobrante del lago de la «Tete D'or», etc. Actualmente, sobre 240 kilómetros de calles, hai 135 canalizadas; pero estas alcantarillas reciben mui pocas materias fecales i deben ser refaccionadas completamente, con un gasto de 1.160,000 francos; se construirán nuevas cloacas, 35 kilómetros en albañilería i 85 kilómetros en cañería por una suma de 4.304,500 francos; los colectores nuevos i la usina de primera elevacion costarán 3.022,500 francos; la usina de segunda elevacion i el empuje a los campos de depuracion, 3.212,500 francos; por último, el arreglo de estos campos (3,700 hectáreas) 2.560,000 francos.

En cuanto a la red para las aguas industriales (75,000 metros cúbicos diarios mas 50,000 m. c. provenientes del lago de la Tete d'or), será formada de tres colectores principales que desembocarán directamente al Ródano i costarian 1.194,800 francos. Valor total del proyecto: 17 millones.

Al lado de esta combinacion, el señor Howatson acababa de presentar otra netamente separada. Las alcantarillas actuales formarian la red pluvial e industrial, i una red de agua sucia (reseau-vanne) completamente nueva seria instalada con ejectores Shone para levantar el sewage de los puntos bajos i se haria la depuracion químico-bacteriana respectiva.

El gasto no seria sino de 11 millones. Sin pretender resolver el problema, nos parece que en Lyon la cercanía de dos rios, la falta de pendiente de las partes riberanas, la importancia del caudal de aguas industriales, forman circunstancias que aconsejan el sistema separado.

## PROYECTO DE CLERMONT-FERRAND

El señor Dalechamps acaba de elaborar un proyecto que consiste en el arreglo de las alcantarillas actuales para la evacuacion de las aguas de lluvias, i en la creacion de una red de agua sucia completa con usina de aspiracion segun el sistema de Levallois-Perret para las aguas fecales, domésticas e industriales.

Estas aguas se dirijirian miéntras tanto al rio Allier, pero ulteriormente serian depuradas por la irrigacion agrícola. El gasto previsto es de 1.265,000 francos.

#### PROYECTOS DIVERSOS

Tenemos noticias, ademas, de los proyectos presentados por las compañías de salubridad de Levallois-Perret, etc., conforme a su sistema para Aix, Caen, Hyeres i Troyes, como tambien de otros presentados por la Compañía Jeneral Francesa de Saneamiento de las Ciudades i Comunas (85, calle Boursault, Paris), segun el sistema Liernur para Hyeres, Epinal, La Rochelle i St. Malo

#### VII. CONCLUSIONES

En resúmen del análisis, de las ventajas i de los inconvenientes de cada sistema, como de la experiencia de las ciudades ya saneadas i del estudio de los proyectos comparativos de las ciudades por sanear, nos parece que se pueden sacar las siguientes conclusiones:

I.— Los sistemas de «todo a la cloaca» unitario i separado, lo mismo que los sistemas mistos intermediarios, satisfacen convenientemente, si están bien aplicados, las exigencias de la hijiene para la evacuacion rápida de las materias i aguas usadas como tambien las aguas pluviales.

II.—Bajo el punto de vista de la proteccion de los rios, el desagüe de las aguas pluviales aisladas del sistema separado es a lo ménos tan tolerable como el de la mezcla que pasa en grandes lluvias por los vertederos unitarios. Bajo este aspecto, la mas perfecta combinacion parece consistir en admitir el producto de las lluvias ordinarias en la red de aguas sucias del separado (vertedero interceptor o colector interceptor de Bateman, cámara reguladora de Richert, etc.)

III.— Para la evacuacion, el sistema unitario queda como el mas perfecto en razon de su simplicidad i de la facilidad para su limpieza i conservacion siempre que las pendientes sean subidas i que el funcionamiento se haga sencillamente solo por la gravedad; sin embargo, exige gran abundancia de agua.

IV.— En cambio el separado es mui ventajoso en las localidades en que la pendiente falta, i por ser de poco volúmen cuando hai que efectuar una reelevacion mecánica, se adapta mui bien a los procedimientos aspiradores o de compresion. Hai, segun eso, ventaja a veces en ciertos casos en dividir la ciudad segun su topografía en zonas distintas i en servir las zonas bajas por el separado i lo demas por el unitario.

V.— El separado será tanto mas económico que la red pluvial podria quedar mas rudimentaria, es decir, de una parte la ciudad será ménos exigente para las alcantarillas pluviales elementales, i de la otra parte se presentan, por las disposiciones locales, mayores facilidades para la aduccion rápida de las aguas pluviales al rio o al mar. Este sistema goza de cierta elasticidad financiera a consecuencia de la posibilidad de poder dejar

para mas tarde la ejecucion de las últimas ramificaciones de agua arriba de la red pluvial i aun de una gran parte de esta red.

VI.—El separado da un sewage que, por su volúmen reducido, su calidad i constancia, se adapta mucho mejor que el del unitario a la estraccion de materias útiles o la depuracion, especialmente a la depuracion agrícola, química o bacteriana.

VII.— Un gran número de ciudades, especialmente en Francia, no poseen sino procedimientos de evacuacion nulos, malos o insuficientes, i su saneamiento jeneral se impone; es necesario un grande i urgente esfuerzo en este sentido.

DOCTOR ED. IMBEAUX

