

INFORME

A LA SUB-COMISION DEL ALCANTARILLADO DE SANTIAGO, SOBRE TRES PUNTOS RELACIONADOS CON EL VALOR TÉCNICO DE LAS PROPUESTAS PRESENTADAS PARA LA CONSTRUCCION DE DICHO ALCANTARILLADO.

(Continuacion)

Para el proyecto B:

$$\text{En toda la ciudad } \frac{19}{20} \times \frac{3}{4} = 0,71$$

Queremos admitir que el coeficiente $\frac{1}{3}$ adoptado en este proyecto para tomar en cuenta la influencia de los codos en el trazado en zig-zag, compensa efectivamente dicha influencia, que es comparable en el proyecto oficial, sin ser despreciable.

No por eso bastaria el solo valor de los coeficientes apuntados para apreciar la capacidad relativa de ámbas redes, pues no son los mismos, en ámbas, ni las pendientes, ni los diámetros mínimos (0,20 en el proyecto oficial, 0,35 en el proyecto B), ni los excesos de las secciones totales sobre las secciones mojadas.

Resulta de ahí que, para tener una base de apreciacion completa, seria menester desde luego efectuar, para la mayor parte de la red, cálculos análogos a los que damos en los Anexos números XII i XIII, para lo cual no alcanza el tiempo que se nos ha concedido.

En seguida, i tomando debidamente en cuenta los coeficientes que hemos apuntado, restaria comprobar cuál seria, entre las lluvias mas desfavorables prácticamente atendibles, la lluvia mayor aceptable en cada una de las dos redes.

Pero, a falta de esta base completa, puede decirse a lo ménos que, en el centro, el valor de los coeficientes de reduccion en ámbos proyectos será prácticamente comparable en los colectores, miéntras que no lo será para los barrios escéntricos, en los cuales la capacidad relativa del proyecto B será mayor que la del proyecto oficial.

No pretendemos decir con esto que la Solucion *B* sea del todo lójica, pues el hecho de no tomar en cuenta casi ninguna reduccion por permeabilidad del suelo, coloca al proyecto *B* en condiciones que, si no son inferiores en cuanto al buen escurrimiento de las lluvias de 30 litros aceptada, implican, en cambio, un mayor desembolso injustificado i quitan, en parte, a esa red la condicion de igual capacidad que se trata de satisfacer en los alcantarillados modernos; en otros términos, no realiza para la red *tomada en su conjunto*, la mayor capacidad posible con un presupuesto dado; vamos a ver, sin embargo, que no es lícito desentenderse aquí de esa mayor capacidad, desde que la cifra de 30 litros por segundo i hectárea adoptada por ámbos proponentes no corresponde a la lluvia mas desfavorable entre las que rejistra el Observatorio Astronómico de Santiago.

La eleccion de la lluvia de 30 litros es debida indudablemente a que las cifras suministradas por la mayor parte de las publicaciones del Observatorio se refieren a la cantidad total de agua caida i a la intensidad *media* correspondiente.

De ahí que la cantidad de agua que ámbos proyectos toman en cuenta por hectárea i por segundo, sea solamente un *término medio*.

Ahora bien, de hecho la intensidad de una lluvia, es decir la cantidad de agua caida por segundo, es esencialmente variable de un momento a otro de su duracion total, pudiéndose producir en períodos de 5, 10 o 30 minutos de una lluvia dada máximos incomparablemente mas desfavorables que el término medio total.

Así, por ejemplo, el 16 i 17 de Junio de 1902, se observó en Santiago una lluvia que duró desde las 2h.4 P. M. del dia 16 hasta las 10.42 A. M. del dia 17 con una altura total de agua caida de de 70,5 mm., o sea, para las 24 horas i 38 minutos que duró esa lluvia, una altura media, por hora, de 3,42 mm., equivalente a *9,5 litros por hectárea i por segundo*.

Miéntas tanto, en los diagramas de un pluviómetro que el señor Krahnas ha instalado, en los últimos años, en el Observatorio, puede observarse que, durante la misma lluvia que acabamos de citar, cayeron:

Durante	2 minutos	73,4	litros por hectárea	i por segundo				
»	5	»	63,7	»	»	»	»	»
»	10	»	55,0	»	»	»	»	»
»	15	»	51,2	»	»	»	»	»
»	20	»	45,3	»	»	»	»	»
»	30	»	39,5	»	»	»	»	»

De esta lluvia, los anteriores máximos son los que tendrian mayor interes para el cálculo de la red; miéntas tanto *las cifras que han servido de base a los proyectos en estudio* (Anexo 7, páj. 200, etc. de la Memoria Oficial) *son de la misma índole que los 9½ litros por hectárea i segundo citados como término medio* para la lluvia que hemos tomado como ejemplo.

Los guarismos que directamente podrian servir entre los apuntados en ese Anexo, son los que se refieren a chubascos i que consignamos en el siguiente cuadro:

Lluvias máximas

AÑOS	Fecha	Duración en minutos i segundos	Velocidad por hora en milímetros	Cantidad caída por segundo i hectárea en litros
1891	Octubre 15	20	54,3	151
1900	Junio	2,50	86,5	241
1900	» 8	5	36	100

En el Anexo número XIV se consignan los resultados mas interesantes suministrados por los diagramas del pluviómetro del señor Krahnas.

Basta mirar esos diagramas para convencerse de que, en Santiago, los chubascos, léjos de producirse comunmente en forma aislada, no son en general sino recrudescencias mas o ménos cortas de lluvias prolongadas, circunstancia que es indispensable tomar en cuenta para fijar los valores locales de los coeficientes de reduccion enumerados anteriormente, ya que en muchos casos las aguas caídas ántes de cada chubasco serán suficientes para saturar de humedad la atmósfera, impregnar el suelo i llenar parcialmente los conductos de la red.

Examinando las intensidades medias de cada lluvia apuntadas en el Anexo XIV para intervalos de tiempo creciente, salta a la vista una gran diferencia entre las intensidades que corresponden a duraciones cortas i las que corresponden a duraciones relativamente mayores, hasta de 30 minutos o mas.

Refiriéndonos a lo dicho anteriormente, debemos observar que los elementos principales de una red desagüan superficies mucho mayores que los elementos de órden inferior de la misma, demorándose mas el agua en llegar a los primeros que a los segundos desde los puntos mas alejados del perímetro de las zonas servidas correspondientes: resulta de ahí que las intensidades de cada lluvia, apuntadas en las primeras columnas del cuadro, interesarán a los elementos de órden inferior, mientras que los de órden inmediatamente superior deberán relacionarse con los datos de las últimas columnas, o con los volúmenes de agua caídos en intervalos de tiempo aun mayores.

Estas consideraciones hacen ver cuán lójico i necesario es tomar en cuenta el coeficiente de reduccion que hemos definido en el número 4.º de las bases (páj. 30.)

Sin embargo, debemos observar que, en los proyectos sometidos a nuestro exámen se produce para las cañerías cierta compensacion a la prescindencia de ese coeficiente, por el hecho de haber partido, independientemente de las consideraciones de volumen por escurrir de diámetros mínimos fijos de 0,20 en un proyecto, i de 0,35 en el otro.

Esa compensacion se desprende del exámen de las últimas columnas de los anexos XII i XIII, relativos a una cañería situada entre los colectores Búlnes i Esperanza del proyecto oficial, i a la cañería 21 de Mayo hasta Riquelme, inclusive del proyecto B.

¿Hasta qué punto existe compensacion semejante en todas las partes de la red? Es lo que no es posible decir *a priori*; pero el anexo VII revela desde luego que los ejemplos tratados en los anexos XII i XIII, no corresponden probablemente a los casos mas desfavorables.

En cuanto al alcance que tiene una capacidad deficiente o desigual de una red, nos parece casi supérfluo apuntarlo.

Deficiente en su totalidad, significaria funcionamiento bajo presion de la red con frecuencia inaceptable i rebalses consiguientes, principalmente en los patios bajos de las casas no provistas de dispositivos especiales para impedirlos, i de cuya relativa eficacia nos ocuparemos mas adelante.

Capacidad desigual significará que los barrios en los cuales la red habrá quedado mal proporcionada i de menor capacidad relativa, sufrirán rebalses mas frecuentes que la parte mas favorecida de la ciudad, la cual bien podrá no ser la que, por los niveles de sus patios, tenga mas que temer de tales rebalses.

No pretendemos per un momento que la lluvia elejida para el cálculo de la red, debió haber sido tal que cañerías i colectores no funcionaran *nunca* bajo presion en ninguna de sus partes, aun cuando la memoria jeneral del proyecto B declara, (páj. 20), que las dimensiones de las cañerías secundarias han sido obtenidas admitiendo que la seccion mojada del conducto no pasará de los $\frac{2}{3}$ de la seccion total, esto a fin de precaverse contra la afluencia de líquido debido a una lluvia escepcional, «i por consiguiente de evitar que las cañerías tengan que funcionar como caños bajo presion.»

El Anexo XIV trae el convencimiento de que ni la red oficial, ni la red B se librarian de funcionar bajo presion produciéndose una lluvia como la que registra el Observatorio Astronómico, con fecha 2 de Diciembre del presente año, lluvia a la cual correspondieron aproximadamente 70 litros por segundo i por hectárea durante 30 minutos i hasta 200 litros por intervalos cortos.

No aceptaremos, sin embargo, esta lluvia escepcional como prácticamente mas desfavorable; no comprobaremos tampoco si los alcantarillados propuestos serian capaces, en cuanto a la composicion i dimensiones de sus conductos, de resistir las cargas que una lluvia como la del 2 de Diciembre, habria de imponerles; no entra en nuestro cometido dilucidar este último punto, hácia el cual llamamos solamente la atencion de la Comision, ya que tampoco queda en pié la afirmacion de la Memoria del Proyecto B, (páj. 22), relativa a colectores i emisarios segun la cual «estas galerías han sido calculadas de modo a evitar que tengan que funcionar como conductos bajo presion», en cuanto a la aceptacion de la lluvia en sí de 70 litros durante 30 minutos, no la estimaríamos práctica, no solamente por cuanto su escurrimiento libre (sin carga) exijiria la modificacion total de ámbos proyectos, pero sobre todo porque una red proporcionada para el escurrimiento normal de esa lluvia escepcional funcionaria en condiciones económicamente anormales la mayor parte del tiempo, ya que importaria un desembolso mucho mayor que el que corresponderia a un alcantarillado suficiente para escurrir en buenas condiciones las lluvias extraordinarias mas frecuentes observadas en Santiago.

A nuestro juicio, corresponde elejir, tanto para el cálculo de una red como para la comprobacion de las velocidades máximas que en ella han de ocurrir, una lluvia tal que

excluya la eventualidad de que el alcantarillado funcione bajo carga con frecuencia; con relacion a esa lluvia deben proporcionarse todas las partes de la red de manera que ninguna de ellas tenga una capacidad relativa menor que las otras, con escepcion talvez del barrio central i de aquellos en que, habiendo casas con patios situados a niveles inferiores a los de la calle, serian los orificios de entrada del servicio privado los que se tornarian orificios de rebalse, existiendo aquí la circunstancia agravante que las aguas repelidas en el interior de las habitaciones contendrian las aguas usadas de la cañería privada.

Bien es cierto que pueden instalarse llaves o aparatos automáticos que esto impidan; pero basta un olvido con los primeros o una falla de los segundos para que el rebalse pueda producirse.

Por demas, se justifica, pues, que instalaciones nuevas se calculen sobre la base de lluvias mayores que las que comunmente se han adoptado en redes mas antiguas con cañerías, en las cuales, como en Berlin, ocurren rebalses con frecuencia inaceptables.

Por lo demas, esta tendencia al aumento del gasto estraordinario (aguas de lluvia) tiene su sólido fundamento en el conocimiento mas perfecto que se ha ido adquiriendo en los últimos años de las verdaderas características de los chubascos i lluvias en jeneral, así como en la esperiencia suministrada por alcantarillados que, calculados con lluvias deficientes, han orijinado desbordamientos intolerables de sus aguas.

Para juzgar de la importancia que reviste este punto respecto de los dos proyectos en estudio, damos en el Anexo XV, un gráfico de las principales lluvias caidas en Santiago en el año 1902 i fines de 1901.

La horizontal colorado corresponde a la lluvia (de intensidad uniforme) de 30 litros por segundo i por hectárea aceptada en el proyecto oficial i que el proyecto B acepta, igualmente, con la hipótesis suplementaria «que el tiempo necesario para que las aguas penetren en el alcantarillado será en una tercera parte superior al de la duracion de la lluvia». (Memoria Jeneral páj. 18.)

Velocidades máximas.—Proyecto Oficial (páj. 28, Memoria Oficial). Los valores límites fijados en este proyecto son: En aguas ordinarias, o máxima, 3,50 m. (páj. 28). En aguas máximas, admite una velocidad momentánea de 5,37 m. (páj. 29.)

Examinando el Anexo núm. VI, páj. 132 i 163 se vé (páj. 147), que las velocidades mayores se producirán en el emisario de la Alameda, en el cual alcanzarian el máximo de 5,78 m. para un gasto supuesto de 10,887 m.³ (gasto máximo efectivo previsto, 8,145 m.³.)

En el emisario de la Aguada las velocidades alcanzan a 4,78 m. para 16,042 m.³, siendo el gasto efectivo correspondiente calculado de 14,571 m.³.

Proyecto B—(Memoria Jeneral páj. 18 i 20). En lluvia prolongada admite en alcantarillas de mampostería, una velocidad máxima de 2,50 m. a 3 m. (páj. 18.)

Durante las lluvias escepcionales dice: «La velocidad del agua en los alcantarillados podrá, sin gran inconveniente, superar el límite máximum de 3 m. por segundo indicado anteriormente. Sin embargo, nos hemos sujetado en el presente estudio a no exajerar esta velocidad, i raras veces hemos ido mas allá de 4 m. por segundo». (Memoria Jeneral páj. 20.)

El Anexo XVI hace ver que, aceptados los gastos de los proponentes apuntados en la columna 4.^a, les corresponde de hecho, velocidades que alcanzan 6,47 m. i que pasarían a 7,95 m. en el momento en que el nivel de las aguas realizara la sección mojada de velocidad media máxima, hipótesis en la cual, se comprenderá que no nos detengamos.

Debemos agregar que, si bien los valores del Anexo XVI son superiores al límite fijado *a priori* en la Memoria Jeneral, no puede perderse de vista que dichos máximos solo se producirán en trechos relativamente reducidos, durante cortos instantes i en conductos visitables.

CAPÍTULO III

TRAZADOS EN PLANO I SU RELACION CON EL MEJOR LAVADO DE LA RED

En cuanto a la realización de pendientes capaces de enjendrar las velocidades de arrastre necesarias cuando se escluye del alcantarillado las basuras gruesas de la calle, i aceptando, en globo, para cada proyecto, el sistema de lavado en vista del cual había sido confeccionado, ha quedado demostrado que, tanto el trazado del proyecto oficial como el trazado *B*, se adaptan con pocas restricciones «a las condiciones topográficas del suelo de Santiago i al trazado de sus calles.»

Pero si bien es cierto que cada uno de los sistemas de lavado propuestos es *posible*, para el proyecto respectivo, en condiciones teóricamente satisfactorias, sabemos ya que, en cuanto a sus cañerías primarias, el proyecto oficial exigiría ordinariamente (i no excepcionalmente) maniobras de las compuertas de los colectores, de manera de lavar dichas cañerías con corrientes continuas de 15 a 30 litros por segundo.

Estos lavados se sustituirían a los lavados por llaves o por los aparatos automáticos previstos para los lavados ordinarios; de no aceptarlos habría que instalar aparatos automáticos de 1000 litros en mayor número que el que prevé la propuesta fundada en el proyecto oficial.

Así mismo, aconsejaríamos que en las cañerías secundarias de poca pendiente se sustituyeran los golpes de 500 por otros de 1,000 litros, cuando no se pudiera aumentar dicha pendiente. Por lo demás, basta examinar el Anexo número 1.^o de la Memoria Oficial para ver que son pocas las cañerías que se encuentran en este caso.

El trazado en zig-zag del proyecto *B* presenta la ventaja de reducir las maniobras (i por consiguiente los gastos de explotación) que requiere el servicio de lavado: en efecto, mientras el proyecto oficial exige la vigilancia de 700 i mas aparatos automáticos (i mientras cada maniobra para el lavado de las cañerías primarias por el personal de los colectores beneficiaría tan solo de 3 a 5 cuadras de cañería) en el proyecto *B* las maniobras son, por decirlo así, nulas, gracias a la mayor sencillez del lavado continuo i al mencionado trazado de las alcantarillas; el primero suprime las maniobras, el segundo reduce a un mínimo el número de puntos de admisión de las aguas de lavado en la red del alcantarillado, lo cual acarrea la simplificación consiguiente de la red auxiliar para aguas de limpia.

Siendo el volúmen de dichas aguas de 53,000 m.³ al día en el proyecto oficial i de 172,800 m.³ en el proyecto *B*, se impone, en el primero la intermitencia de las limpias, la cual apenas implica, por lo demas, bajo el punto de vista hijiénico, una ventaja del proyecto *B* sobre el proyecto oficial, ya que, si bien es cierto que la intermitencia provista de los lavados de 12 en 12 horas o cada 24 horas, da márjen para que se formen depósitos que vicien mas o ménos el aire de la red entre cada dos golpes; este inconveniente es solo relativo cuando se admite el escurrimiento superficial de las aguas lluvias hasta los colectores i, por consiguiente, la ausencia de bocas de comunicacion de las cañerías con la calle (1).

Impuestas las bocas de entrada libre, que, en el proyecto *B* comunican la alcantarilla con la calle en los puntos bajos de cada manzana, se justifica aquí el lavado continuo previsto o, a lo ménos, lavados continuos varias veces al día.

Si hubiera de aplicarse la misma solucion para entrada de las aguas llovedizas en la red oficial, se impondrian, por las mismas razones, o bien golpes de agua mas frecuentes que los que el proyecto prevé, o bien, en vez de bocas de entrada libre, entradas con sifon disconector.

En resúmen, el lavado es mas sencillo, mas seguro i mas económico en el proyecto *B* que en el proyecto oficial, justificándose por este capítulo el trazado en zig-zag adoptado en aquél.

CAPITULO IV

DISTRIBUCION DE AGUA, (POTABLE I OTRAS)

El proyecto oficial prevé una red de distribucion de agua potable para 120,000 m.³ diarios; una segunda red bajo presion se destina para:

- a) El lavado de colectores, (pájs. 42, 43, 45.)
- b) El lavado de las alcantarillas, (pájs. 42, 45, 46.)
- c) El riego i lavado de calles, (pájs. 42, 45, 46, 48, 49, 64 a 68, etc.)
- d) El riego del Parque Cousiño, (pájs. 48, 64.)
- e) El servicio de la Quinta Normal, (pájs. 44, 64 i Anexo 8, páj. 203.)
- f) El servicio de incendios, (pájs. 42, 45, 46, 58, 64); (ver ademas carta del señor Santa María copiada en su parte pertinente en el Anexo XVII.)

Esta red (véase pájs. 42, 65 i carta anterior) seria alimentada, segun fuera necesario, por aguas del Mapocho, del Maipo i de Vitacura.

El proyecto *B* prevé una red de distribucion de agua potable que abastecerá todos los servicios fuera del lavado de la red de alcantarillas, el cual está asegurado por una segunda red que es a flujo libre.

No pretendemos apreciar desde luego en absoluto la superioridad de la existencia de dos redes bajo presion o de una red bajo presion i de otra a flujo libre, pues, en el

(1) Suponiendo agujereadas las tapas de las chimeneas de visita, estimamos que esta comunicacion no ofrece mayores inconvenientes estando estas chimeneas situadas en los cruzamientos de calles.

caso actual, cada una de estas soluciones está íntimamente ligada a la naturaleza misma de la solución correspondiente del problema jeneral del saneamiento de la ciudad.

Ante todo debemos indagar si cada una de las soluciones en cuestion es la mas adecuada, con relacion a la forma en que se ha resuelto la primera parte del problema: (capítulos anteriores.)

Como base de partida queremos admitir un mismo consumo en ámbos proyectos, que es el de agua del consumo privado, de lavado de calles, etc. diferenciando ámbos en el volúmen necesario para el lavado del alcantarillado.

Para los consumos que admitimos iguales en ámbos proyectos, fijaremos el máximo diario de 120.000 m.³ como en el proyecto B, o sea 300 litros por dia i por habitante de una poblacion de 400,000 almas.

La reparticion correspondiente (páj. 34 de la memoria jeneral del proyecto B) es como sigue: (indicándose allí la cifra global de 8,800 parr II lit^a: c.)

I.—SERVICIOS PARTICULARES, a 220 litros (1) por 400,000 habitantes.....	88,000 m. ³
II.—SERVICIOS PÚBLICOS	
a) Riegos de calles }	11,200 »
b) Lavado de calles }	
c) { 1.º Fuentes, jardines públicos, etc.....	7,000 »
{ 2.º Parque Cousiño (2).....	1,800 »
III.—SERVICIO INDUSTRIAL.....	12,000 »
<hr/>	
TOTAL.....	120,000 m. ³

Se entiende que las pérdidas inevitables en toda la red están incluidas en estas cifras como, eventualmente, las aguas necesarias al lavado periódico de la misma.

Podemos admitir que, cualquiera que sea el servicio de alcantarillado, deben ámbos proyectos satisfacer igualmente las necesidades definidas bajo los números I, II i III, que preceden, dedicándoles en conjunto los 120,090 m.³ señalados.

En cuanto a la reparticion de los mismos, entre los servicios I, II i III, es lícito atribuirle cierta elasticidad.

IV.—AGUAS DE LAVADO del alcantarillado.

La cantidad de agua necesaria para el *lavado de los alcantarillados* es de otra índole, pues depende esencialmente del sistema de lavado adoptado, pudiendo conseguirse condiciones de lavado igualmente aceptables con volúmenes de agua mui distintos.

a) *Proyecto oficial.*— Volúmen necesario:

(1) Poseemos datos del consumo efectivo privado en 1903, para varias manzanas de Santiago, repartidas en toda la ciudad, i segun las cuales el consumo medio correspondiente para un mes, alcanza solamente en una de ellas (Compañía, Riquelme, Huérfanos i Manuel Rodríguez), 80 litros por dia i por habitante en el mes de mayor consumo.

(2) Dos riegos diarios, a razon de 1½ litro por metro cuadrado cada uno, i para toda la superficie del Parque con escepcion de la elipse.

1.) 30 litros por colector i por segundo \times 20 colectores=600 litros por segundo (páj. 59-64, Memoria oficial), o sea al dia.....	51,840 m. ³
2.) Lavado de cañerías (Véase anexo XVII: carta del señor Santa María). Cada aparato automatico consume al dia 1 m. ³ , lo que para unos 1,000 aparatos, da.....	1,000 »
TOTAL.....	52,840 m. ³

b) *Proyecto B.*—El lavado de la red exige (páj. 12 Memoria Jeneral): 2 m.³ por segundo durante 24 horas, o sea al dia 172,800 m.³

V. QUINTA NORMAL.—(Segun proyecto oficial: 15 regadores=19,440 m.³)

En el proyecto *B* no encontramos datos al respecto, pero es de suponer que se destinará a la quinta parte del agua de los colectores. De todos modos llamamos la atencion de la sub-comision a la necesidad de asegurar la dotacion especial de ese plantel en aguas de riego.

VI. SERVICIO DE INCENDIOS.—Aceptar un gasto diario i determinado no seria esencial ni lójico, habiendo un estanque regulador de capacidad suficiente, ya que se trata aquí de un consumo ocasional i relativamente poco frecuente. En cambio, son elementos determinantes de un buen servicio de incendios una presion i una capacidad suficientes de la red correspondiente.

Para apreciar el mérito relativo de ámbas distribuciones de agua conviene recordar ante todo el propósito de la Comision nombrada para fijar las bases jenerales de los proyectos de desagües: en su informe dicha Comision nota una íntima i estrecha union entre el servicio de alcantarillado i el aumento de agua potable de la ciudad; de tal manera decia, que en ninguno de los proyectos presentados es posible verificar lo primero sin que se cuente previamente con lo otro. Esto envuelve, a juicio de la Comision un grave inconveniente, porque siendo conocidas las dificultades con que, ya por falta de datos, ya por otras causas, se tropieza para el pronto aumento de la dotacion de agua potable, si se acepta la union de ámbos servicios tendremos que resignarnos a aplazar el trabajo del alcantarillado para un tiempo mas o ménos remoto.

Como corolario de esta justa apreciacion de la Comision surge desde luego la idea, aplicada en otras ciudades colocadas en iguales circunstancias, de segregar de los servicios pedidos a la red del agua potable todos aquellos que sea posible satisfacer, técnica e hijiénicamente hablando, con agua ménos pura, la cual, en Santiago, estaba a la mano i en condiciones relativamente económicas.

La segunda red ha nacido de ahí.

El proyecto oficial le confia desde luego el lavado de las alcantarillas, el riego i lavado de calles, Parque Cousiño i Quinta Normal, lo que es perfectamente lójico si se parte de la idea que hubiera de faltar por muchos años mas el agua potable en cantidad suficiente. Ademas le encarga el servicio de incendios. No creemos que, bajo el punto de vista de la hijiene, encierre algun peligro la existencia de esta segunda red bajo presion, desde que ninguno de sus ramales penetra en las habitaciones i que, a nuestro juicio, no

pueden calificarse de peligrosas, para riego de calles i de paseos, aguas captadas en puntos convenientes de un rio como el Mapocho i, *a fortiori*, en corrientes subterráneas, como la de Vitacura, conduciéndolas subterráneamente donde sea necesario.

El proyecto *B* solo dedica la segunda red al lavado de las alcantarillas, i este modo de ver, nace a su vez, naturalmente, de que, posteriormente al *desideratum* formulado por la Comision citada, el decreto supremo número 4,480, que fija las bases de las propuestas públicas para la contratacion de las obras del alcantarillado, etc., dispuso en su párrafo 5.º «En cuanto al aumento i ensanche del servicio de agua potable, la obra deberá hacerse en conformidad al estudio de la direccion de dicho servicio, el cual figura entre los antecedentes». (Memoria Oficial, páj. 19.)

Dicho estudio prevé simplemente (páj. 1 de Antecedentes, núm. VIII) la «distribucion de 120,000 m.³ diarios.»

Esta exigencia, impuesta por la necesidad de proporcionar prudencialmente obra tan costosa a las necesidades del porvenir i no solamente al consumo mas inmediato, justificaba la idea de dejar a la red principal bajo presion la mayor parte de los servicios públicos que pudieran satisfacerse sin *desmedro* del servicio de agua potable propiamente dicho.

Ahora bien, veamos qué significado debe atribuirsele a la cifra 120.000 m.³ de lit. I a III.

Esta cifra da lugar, en el proyecto *B*, a una reparticion indicada, pájinas 34 i 36 de la Memoria Jeneral.

En realidad, no podemos comparar la dotacion indicada, con la de otras ciudades sin reducir dicha cifra al consumo medio diario, que es el dato suministrado por la jeneralidad de las estadísticas.

Sobre las variaciones del consumo en Santiago hemos hallado, en la Memoria de 1902 de la Empresa de Agua Potable, cuyos datos corresponden al ejercicio de 1901, las cifras siguientes:

Consumo medio diario (anual)	36,499 m. ³
» máximo diario (anual)	44,991 »

lo que da una proporcion de 1,23 a 1, la cual subiria indudablemente con la sustitucion del uso de los medidores a los servicios limitados.

Para 50 ciudades alemanas i suizas en 1899, el término medio es de 1,5:1 para dicha razon entre el consumo máximo diario i el consumo medio diario en el año.

En Lóndres la razon correspondiente es 1,3 : 1.

En Paris, en Julio de 1881, el consumo ha subido para el servicio privado, a 3 i aun 4 veces el consumo habitual.

Tomando en cuenta las condiciones locales de clima i costumbres, i escluyendo desde luego hipótesis demasiado desfavorables, admitiremos, para Santiago, una reduccion de 1,3 a 1, proporcion indudablemente inferior a la realidad; así se reduce, pues, el consumo citado (supuesto máximo) de 300 litros por dia i por habitante, a:

$$300 \times \frac{1}{1,3} = 230 \text{ litros en cifras redondas}$$

Esta cifra (i aun la de 200 litros, que corresponderia a la razon 1,5 : 1) sobrepasan la dotacion correspondiente de la mayor parte de las ciudades de Europa.

Casi puede decirse que solamente en Norte América son superiores los consumos; pero son bien conocidas, por otra parte, las causas de esos gastos escepcionales. En un artículo de la *Revue Municipale*, de 6 de Junio de 1903, se establece que «diariamente i en cualquiera época del año que sea, aun durante las sequías i cuando mas se necesita economizar el agua, las instalaciones de gasfitería mal hechas, hacen perder sin utilidad alguna, un poco ménos de 100.000,000 de litros de agua al dia. Es una cifra formidable, que representa efectivamente 12% del volúmen de agua que los embases de Croton envían a Nueva York».

En cierto barrio de esta ciudad se ha llegado a constatar un consumo de 800 litros por dia i por habitante; pero bastó buscar i suprimir los solos escapes, para que esa cifra bajara a 540 litros.

Este gasto, a su vez, es aun anormal respecto de Santiago, pues 22% del mismo corresponde a usos industriales, ascensores, etc.

En cuanto al consumo privado elevado, se esplica, ademas, en parte por la existencia de muchos estanques privados que se vacian (sin que este gasto corresponda a un consumo útil) únicamente por disponer de agua mas fresca; por fin, siempre se ha señalado como una causa séria de desperdicio del agua el consumo libre, el cual se va sustituyendo, cada vez mas, por esta causa, el consumo por medidor.

Creemos, pues, que en Santiago la dotacion de 120,000 m.³ diarios, será ámpliamente suficiente, a lo ménos en los primeros tiempos.

Pero, en cuanto a la red de distribucion, será preferible aquella que, permitiendo la buena reparticion de este gasto, se preste tambien a la distribucion ulterior del volúmen de agua incrementado que corresponderia a una poblacion superior a 400,000 habitantes, ya que esta hipótesis ha de corresponder a una época no mui lejana.

Con esta base, i considerando que, en vista de los antecedentes citados, no se trata, en realidad, de un ensanche del establecimiento de una red nueva, cúmplenos ahora averiguar:

1.º Si la solucion que cada proyecto adopta es lójica, es decir, si asegura en la forma mas económica todos los servicios actuales, tomando ademas en cuenta el costo de nuevas aducciones ulteriores, mas o ménos importantes.

2.º Si, abstraccion hecha del mérito absoluto de cada solucion, las que se proponen satisfacen igualmente las exigencias actuales tomando en cuenta el costo (no previsto en ámbos proyectos) de las nuevas aducciones, idénticas o nó, necesarias en cada uno de ellos.

EXÁMEN DEL PRIMER PUNTO

¿Cuáles son las condiciones fundamentales que deben cumplir los distintos servicios? Unos exigen aguas intachables, bajo presion i distribuidas por toda la ciudad; otros

se satisfacen con partes de esas condiciones, ya sea que admitan aguas de menor pureza, o distribuidas sin presion, o todavia, llevadas solamente a un número limitado de puntos de la ciudad, etc.

Respecto del proyecto oficial hemos atribuido a la primera red (véase pájs. 44 i 45):

I. El servicio privado.....	88,000 m. ³
II. (c. 1.) Fuentes, algunos paseos, etc.....	7,000 »
III Servicio industrial.....	12,000 »
IV. Servicios de incendios, por lo ménos durante algun tiempo (páj. 50, Memoria Oficial).....	
	<hr/>
	107,000 m. ³

Una segunda red abastece los servicios siguientes:

II. (a. i b.) Riego i lavado de calles	11,200 m. ³
II. (c. 2.) Parque Cousiño.....	1,800 »
IV. Lavado de la red.....	52,840 »
V. Quinta Normal.....	19,440 »
VI. Servicio de incendios.....	
	<hr/>
	85,280 m. ³

Como se vé, la primera red deberá distribuir por toda la ciudad un volúmen de agua de primera calidad bajo presion, de 107,000 m.³

La segunda red está destinada a distribuir, así mismo, por toda la ciudad un volúmen de agua (que podrá ser de menor calidad) bajo presion, de 85,280 m.³

Estimamos que habria sido desde luego mas lójica la combinacion siguiente:

Primera red

I. Servicio privado.....	88,000 m. ³
II. Riego, lavado de calles i paseos, etc.....	20,000 »
III. Servicio industrial.....	12,000 »
IV. (a. 2.) Lavado de las cañerías.....	1,000 »
VI. Incendios.....	
	<hr/>
	121,000 m. ³

Segunda red

IV. (a. 1.) Lavado de los colectores.....	51,840 m. ³
V. Quinta Normal.....	19,440 »
	<hr/>
	71,280 m. ³

i talvez cabria una tercera combinacion en la cual la Quinta tuviera una alimentacion especial mas directa con agua de rio.

En la combinacion que indicamos, la primera red tendria que distribuir en las mismas condiciones que la red correspondiente: 121,000 m.³ en vez de 107,000.

La red segunda podria llevar agua de menor pureza a razon de 71,280 en vez de 85,280, por cañería a flujo libre (en vez de ser bajo presion) i que, en vez de abarcar toda la ciudad, solo tendria que llegar a un número reducido de puntos de la misma, lo que la hace incomparablemente mas sencilla que la segunda red oficial.

No es dudoso que bajo el punto de vista económico esta última solucion seria preferible a la solucion oficial, si se toma en cuenta que los 107,000 m.³ de la misma no existen permanentemente ni en buenas condiciones de potabilidad (1) en las actuales captaciones, las cuales, por lo tanto, exigen en ámbos casos, obras complementarias para que oportunamente la aduccion i la distribucion de las aguas sean proporcionadas la una a la otra, lo que, en Santiago, será relativamente fácil conseguir.

Proyecto B.—En este proyecto podemos observar desde luego una reparticion mas lójica de los servicios: se ha atribuido a una primera red bajo presion 120,000 m.³, reservando a una segunda red a flujo libre i mui reducido el servicio de lavado de alcantarillado, a razon de 172,800 m.³, que, segun dicho, no toman en cuenta las necesidades de la Quinta Normal.

Bajo el punto de vista considerado se impone la *conclusion* que la solucion *B* es superior a la solucion del otro proyecto, el cual, por lo demas, habria llegado indudablemente a una combinacion mas ventajosa si, al ser confeccionado, hubiese quedado establecido ya que no se independizaba la cuestion del aumento de la dotacion en agua potable de la cuestion alcantarillado.

EXÁMEN DEL SEGUNDO PUNTO

El apremio con que se nos pide nuestro informe escluye la posibilidad de un estudio detenido de las condiciones efectivas de gastos, presion, velocidad, etc., realizadas en cada uno de los proyectos propuestos, por cuyo motivo nos abstenemos de emitir una opinion decisiva al respecto.

Dejaremos constancia, sin embargo, de las observaciones siguientes:

La propuesta fundada en el proyecto oficial, ofrece estender una primera red bajo presion que, segun los antecedentes de la direccion del servicio de agua potable, distribuya 120,000 m.³ al dia; para que esta red funcione en condiciones que la hagan comparable con la red ofrecida por los proponentes del proyecto *B*, bastará que sea capaz de suministrar, en condiciones de presion determinadas, el volúmen de agua que corresponde a los servicios enumerados en las páginas 52 i 53, con un total de 107,000 m.³

Solamente un cálculo detenido de la red estudiada por la administracion del Agua Potable, nos permitiria afirmar si dicha red es capaz del gasto indicado, en buenas condiciones de servicio.

(1) Las aguas de Ramon se enturbian con frecuencia.

La segunda red tiene una destinacion ya indicada, página 53.

Determinaremos como sigue el volumen de agua inicial máximo, que esta red deberá suministrar:

Servicio II: (a. b. c. 2) el agua de riego i lavado de calles i Parque Cousiño, distribuida en 8 horas (1) equivale a:

$$\frac{13.000.000 \text{ litros}}{8 \times 3.600} = \dots\dots\dots 451 \text{ litros por segundo}$$

Servicio IV: Lavado del Alcantarrillado: admitida la reparticion en 24 horas, da:

$$\frac{52.840.000 \text{ litros}}{24 \times 3.600} = \dots\dots\dots 612 \text{ » »}$$

Servicio V: Quinta Normal, repartido en 24 horas:

$$\frac{19.440.000 \text{ litros}}{24 \times 3.600} = \dots\dots\dots 225 \text{ » »}$$

TOTAL 1,288 litros por segundo

Este es, pues, el gasto que debe poder suministrar la cañería matriz de la segunda red, en condiciones prácticas de velocidad; la red, a su vez, debería poseer una capacidad que corresponda a la misma cifra en condiciones de presión satisfactorias i que son determinadas en jeneral por las exigencias del servicio de incendios.

Ademas, debe tenerse presente que, para satisfacer este mismo servicio en un momento dado, el gasto debe poder alcanzar un máximo que excepcionalmente sobrepasa el anterior en 200 litros mas, con el aumento consiguiente de las pérdidas de carga.

Aludimos, a la circunstancia de este aumento de 200 litros, por cuanto consideramos que la maniobra de «las llaves del agua permanente» (Memoria Oficial, pág 60) no será una necesidad, satisfaciéndose la condicion anterior i existiendo el estanque regulador previsto, con tal que ésta sea la capacidad suficiente.

Segun el anexo número 3 (pág. 70 i 71 de la Memoria Oficial) se calcula que la doble cañería matriz tendida entre el estanque regulador i la Plazuela de Pirque, debe poder suministrar 1.000 litros por segundo.

Pero si, para equiparar una vez mas las condiciones de este proyecto con las del proyecto B, restamos del máximo de 1,288 el gasto especial de la Quinta Normal (no previsto en el proyecto B), el volumen por exigir de la doble cañería en cuestion, se reduce a 1,063 litros.

Se vé, pues, que el gasto de 1,000 litros propuesto, corresponde de una manera satisfactoria al que resulta del programa comun, aplicable a ámbos proyectos.

(1) Como en el proyecto B (Memoria Jeneral, pág. 34.)

En cuanto a apreciar las condiciones de la red de distribución propiamente dicha, no podemos hacerlo desde que el tiempo de que hemos dispuesto ha sido demasiado corto para entrar a hacer los cálculos correspondientes.

Pero si aceptamos *a priori* las alturas piezométricas consignadas en el Anexo número 3 de la Memoria Oficial (páj. 74, etc.), que casi todas fluctúan entre 20 i 40 metros aproximadamente, puede decirse que esta red se halla en condiciones bastante satisfactorias de presión.

Debemos hacer observar, sin embargo, que esta segunda red tiene que abastecer los servicios de lavado i riego de calles, lavado de alcantarillas i cunetas, fuera del servicio de incendios, lo que ha hecho necesaria su extensión a través de la ciudad entera: los elementos de la red de malla proyectada con este fin abarcan jeneralmente dos cuadras en cuadro (Memoria Oficial, pag. 46), lo que consideramos una disposición que dificulta los mencionados servicios.

Proyecto B.—Quedó dicho cuáles eran las destinaciones respectivas de las dos redes previstas en este proyecto.

En la página 30 de la Memoria Jeneral se lee que el cálculo de la red de 120,000 m.³ «ha sido efectuado de modo a asegurar en todo tiempo, bajo una presión mínima de 10 metros de carga, un volumen de 300 litros por habitante i por día.»

En vista de esa presión de 10 metros i observando que la red *B* contiene muchas cañerías de orden inferior de diámetro sumamente reducido, estimamos que con esta red el servicio de incendios no está suficientemente asegurado, i que, además, en los momentos de mayor consumo, i cuando se realicen las bases jenerales de cálculo admitidas (población de 400,000 almas i 300 litros por día i por habitante) el agua no alcanzará a los pisos altos de las casas en muchos puntos de la ciudad, incluso el barrio central.

Es preciso no olvidar, en efecto, que para abastecer en condiciones normales una llave colocada en un piso alto se necesita, en la calle, una altura piezométrica que sobrepase tanto mas el nivel de dicha llave cuanto mayor sea el número de pisos i el número de tomas de la casa, siendo de 4 a 10 metros el exceso de presión necesaria, con diámetros normales de la red casera.

Para abastecimiento del servicio directo de incendios serian necesarias alturas piezométricas aun mayores, pues es fácil calcular que, para apagar un incendio con grifos que no disten mas de 100 metros, se necesita (con una altura de edificios de 15 metros, por ejemplo, i una dotación de 6 a 8 litros por segundo en cada piton), una altura piezométrica de 25 a 30 metros mas o ménos.

En resumen, ambas soluciones exigen un estudio mas detenido que el que nos ha sido dable hacer de ellas, ya que nuestras conclusiones al respecto no pueden apoyarse sino en pocas cifras.

Queda establecido, sin embargo, que ámbos proyectos exigirían modificaciones para realizar su programa.

La comparación entre el costo de ambas modificaciones, conjuntamente con el estudio económico jeneral de las propuestas i el proyecto de aducción de mas agua potable, que se impone para ámbos proyectos, serán las bases necesarias de una conclusión perfectamente fundada.

Hemos visto que la segunda red del proyecto oficial debería completarse con mayor número de cañerías, principalmente en los barrios centrales, siempre que se quiera abastecer con ella los servicios previstos en el proyecto oficial. Por su lado, el proyecto *B* exige la sustitución de cañerías de mayor diámetro a la de orden inferior prevista, i talvez tambien de algunas principales.

Ademas, en esta red habria que aumentar las presiones en jeneral, es lójico suponer, dados los antecedentes espuestos, que la misma modificacion se impondrá para la primera red oficial, aunque probablemente en menor proporcion, ya que no está destinada en definitiva a abastecer el servicio de incendios.

En cuanto a las obras nuevas de aduccion, serán algo mas importante respecto del proyecto *B* que del proyecto oficial. Se necesitan otras mas para asegurar el buen lavado. Para mejorar las condiciones de presion podrá recurrirse, por ejemplo, a una de las soluciones siguientes:

1.º Dividir la ciudad en dos zonas, de las cuales la zona mas baja quedaria abastecida por las aguas del estanque Providencia, debiéndose prever un nuevo estanque situado a mayor altura para el abastecimiento de la zona alta, con cuya solucion quedan aprovechables las actuales fuentes de agua potable de la ciudad.

2.º Si se renunciara a utilizar el estanque, bastante mediocre, de la Providencia podria obtenerse presiones mas altas en toda la ciudad con un solo estanque proyectado a suficiente altura i abastecido talvez por las aguas de Ramon (1) i por nuevas fuentes, que será preciso elegir en todo caso, fuera de las de Vitacura (cuyo aprovechamiento, en esta hipótesis, es cuestion de niveles relativos.)

Colocados los estanques a suficiente altura, i si las velocidades máximas iniciales se mantuvieran dentro de límites prudentes, se tendria con esta disposicion el medio de aumentar ulteriormente la dotacion de 120,000 m.³, sin mas modificacion de los diámetros de la red, siendo, por lo demas, lójico aprovechar las condiciones topográficas particularmente favorables de Santiago i de sus alrededores, para prever una distribucion con presiones mas bien altas, cuyas ventajas son evidentes.

CONCLUSIONES JENERALES

En resumen: i considerando que ámbos proyectos reciben las aguas de lluvia, cuando ménos en sus conductos principales, contestamos a la pregunta primera que, en cuanto al escurrimiento de dichas aguas, consideramos superior el proyecto *B* al proyecto oficial:

a) Porque el escurrimiento superficial de una parte de las aguas de lluvia por las cunetas de las calles en tres o cinco cuadras, acarrea una grave molestia para el tráfico de vehículos junto con las dificultades de conservacion del pavimento si la travesía de las boca-calles ha de hacerse en cuneta abierta i podrá ser un serio entorpecimiento, o a lo ménos, una grave molestia para los transeuntes, por la dificultad de franquear en buenas condiciones las bocas-calles si se mantiene la continuidad necesaria de un buen pavimento.

(1) Si quedaran económicamente utilizables.

b) Porque, donde la red privada recibe ya gran parte de las aguas llovedizas de la casa, no es la resolución mas natural i práctica echar las aguas de lluvia i de lavado de los primeros patios i techos a las cunetas de la calle haciéndoles atravesar, (jeneralmente con poco declive) la parte correspondiente de la casa i despues la vereda.

c) Porque escurriéndose en todo caso por la red de cañerías, la mitad próximamente de las aguas de lluvia (2.^{os} i 3.^{os} patios i techos correspondientes), el llamado escurrimiento superficial no tiene, en realidad, toda la ventaja que podria atribuírsele a primera vista.

A la pregunta segunda contestamos: Los dos proyectos propuestos tienden al fin comun de alejar por trasporte hidráulico todas las basuras de la calle, pero preven sistemas distintos de lavado i de alejamiento de las aguas meteóricas.

Respecto del primer punto puede decirse que ninguno de los dos proyectos realizaria en toda su estension velocidades de arrastre suficientes para cumplir el mencionado propósito.

Los dos responden casi igualmente a las condiciones topográficas del suelo de Santiago i al trazado de sus calles, pues, en ámbos *es posible* realizar velocidades satisfactorias en cuanto al escurrimiento de las aguas usadas i productos menores del barrido.

La capacidad de ámbas redes quedó definida en este informe.

Solo recordaremos aquí que probablemente ninguno de los dos proyectos tiene en toda su estension la igual capacidad relativa realizable con el mismo costo i en vista de las lluvias mas desfavorables que el alcantarillado debiera escurrir sin entrar en presion.

En cuanto al buen lavado de la red el trazado en zig-zag tiene la ventaja de la mayor sencillez, seguridad i economía (abstraccion hecha del precio del agua i de la eventual depuracion ulterior de las aguas usadas.)

A la pregunta 3.^a contestamos:

1.º Que estimamos la solución *B* mas lójica que la solución oficial en cuanto a la repartición de los diversos servicios entre dos redes distintas.

2.º Que ninguno de los dos proyectos es aceptable sin modificaciones cuyo estudio no nos ha sido posible hacer.

En conjunto la propuesta *B* resulta, sin embargo, técnicamente superior a la otra propuesta en cuanto a los tres puntos que teniamos encargo de estudiar, los cuales, por lo demas, no abarcan el valor técnico completo de ámbos proyectos, siendo justo agregar que los planos acompañados al proyecto *B* ofrecen una base mas completa i segura de contratacion de las obras del alcantarillado que la que se tiene en los documentos correspondientes de la otra propuesta. Por fin, el proyecto *B* exige menos modificaciones que el proyecto oficial para ser aceptable segun nuestro modo de ver.

Santiago, 15 de Diciembre de 1904.

G. H. V. M. BROCKMAN.

C. KONING.

(Continuará)